“FAN VA TEXNOLOGIYALARNING DOLZARB MUAMMOLARI”

MAVZUSIDAGI

XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI TO‘PLAMI

II SHO‘BA II QISM

Qarshi shahri, 2026-yil 8-10-oktabr



O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI

PANCASAKTI TEGAL UNIVERSITETI

KARABÜK UNIVERSITETI

QOZON FEDERAL UNIVERSITETI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

QARSHI DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

FAN VA TEXNOLOGIYALARNING DOLZARB MUAMMOLARI

mavzusidagi

XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI TO‘PLAMI

II SHO‘BA (MUHANDISLIK FANLARI SHO‘BASI 2 - QISM)

Qarshi shahri, 2026-yil 8-10-oktabr

Veb-sayt: https://conference.ipu-edu.uz/

QARSHI
“ILM-FAN-MA’NAVIYAT” NASHRIYOTI
2026

UO‘K: 001 (063)
KBK: 72я43
F 24
Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari.
Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami/
– Qarshi: «Ilm-fan-ma’naviyat» nashriyoti, 2026.

Ushbu to‘plam O‘zbekiston respublikasi oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Pancasakti tegal universiteti, Karabük universiteti, Qozon federal universiteti, Qarshi davlat universiteti hamda Qarshi davlat texnika universiteti hamkorligida “Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari” mavzusida 2026 yil 8-10 oktabr kunlari o‘tkazilgan xalqaro ilmiy-amaliy anjuman ma’ruzalari asosida tayyorlangan nashr hisoblanadi.

To‘plamga kiritilgan maqolalarda aniq fanlar (matematika, fizika, informatika, statistika va ma’lumotlar tahlili, amaliy matematika va matematik modellashtirish), muhandislik fanlari (axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, neft va gaz sanoatidagi ilg‘or texnologiyalar, energetika tizimlari va energiya tejamkor texnologiyalar, konlarni o‘zlashtirish va qatlam muhandisligi, sanoat xavfsizligi, xavflarni baholash va ishonchlilik muhandisligi), tabiiy fanlar (fizika va zamonaviy fizik texnologiyalar, kimyo va kimyoviy texnologiyalar, neft-gaz sektorida atrof-muhitni muhofaza qilish va barqaror rivojlanish, biologiya, biotexnologiya va bioinformatika, neft va gaz konlarini qidirish va qatlamlarni tavsiflash), ijtimoiy-gumanitar fanlar (Iqtisodiyot va ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish, pedagogika va zamonaviy ta’lim texnologiyalari, psixologiya va ijtimoiy jarayonlar, falsafa, sotsiologiya va fanlararo tadqiqotlar, filologiya, lingvistika va madaniyatshunoslik) mavzularidagi masalalar qamrab olingan.

To‘plamni nashrga tayyorlovchi tahrir hay’ati tarkibi:

Bozorov O.N. - tahrir hay’ati raisi, universitet rektori;
Farmonov J.B. - rais o‘rinbosari , ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektor;
Muminov F.SH. - a’zo, yoshlar masalalari va ma’naviy-ma’rifiy ishlar bo‘yicha birinchi prorektor;
Raxmatov E.A. - a’zo, o‘quv ishlari bo‘yicha prorektor;
Boltayev Z.B. - a’zo, IPU Samarqand kampusi o‘quv ishlari bo‘yicha prorektori
Kamolov D.P. - a’zo, “Tarix va ijtimoiy fanlar” kafedrasi professori;
Uzoqov G‘.N. - a’zo, QarDTU Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektori;
Bekpulatov I.R. - a’zo, QarDU Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektori;
Raximov X.A. - a’zo, aniq fanlar sho‘basi raisi;
Tog‘ayeva M.A. - a’zo, tabiiy fanlar sho‘basi raisi;
Bozorov J.T. - a’zo, muhandislik fanlari sho‘basi raisi;
Yo‘ldoshev J.T. - a’zo, gumanitar fanlar sho‘basi raisi;
Rahimov A.N. - a’zo, “Iqtisodiyot” kafedrasi mudiri;
Eshmatov B.E - a’zo, “Matematika” kafedrasi mudiri;
Sunatov J.T. - a’zo, “Axborot tizimlari va texnologiyalari” kafedrasi katta o‘qituvchisi;
Suropov B. - a’zo, “Axborot tizimlari va texnologiyalari” kafedrasi mudiri;
Batirov Z.L. - a’zo, “Pedagogika va o‘qitish metodikasi” kafedrasi mudiri;
Xalilov J.A. - a’zo, “Neft va gaz ishi” kafedrasi mudiri;
Xazratov A.N. - a’zo, “Neft va gaz ishi” kafedrasi dotsenti;
Fayziyeva K.A. - a’zo, “Fakultetlararo xorijiy tillar” kafedrasi mudiri;
Rahmatillayeva Sh.Z. - a’zo, “O‘zbek tili va adabiyoti” kafedrasi mudiri;
Eshonqulov R.T. - a’zo, “Xorijiy tillar” kafedrasi mudiri;
Choriyeva Z.T. - a’zo, “Maktabgacha ta’lim” kafedrasi mudiri;
Xushmanova G.I. - a’zo, “Rus tili va adabiyoti” kafedrasi mudiri;
Mamatov Z.U. - a’zo, IPU Samarqand kampusi “Iqtisodiyot va muhandislik fanlari” kafedrasi mudiri;
Usmonov F.N. - a’zo, IPU Samarqand kampusi “Psixologiya va ijtimoiy-gumanitar fanlar” kafedrasi mudiri;
Turaqulov I.R. - a’zo, IPU Samarqand kampusi “Pedagogika” kafedrasi mudiri;
Berdiev H.X. - a’zo, IPU Samarqand kampusi “O‘zbek va rus tillari” kafedrasi mudiri;
Qurbonov U.E. - a’zo, IPU Samarqand kampusi “Xorijiy tillar” kafedrasi mudiri;
Sharifov Sh.S. - a’zo, IPU Samarqand kampusi “Iqtisodiyot va kompyuter injirining” kafedrasi mudiri.

Mas’ul muharrir: t.f.f.d., dots. Farmonov J.B.
Mas’ul kotib t.f.d., prof. Komolov D.P.
Muharrirlar p.f.f.d., dots. Raximov X.A., b.f.f.d. dots. Tog‘ayeva M.A., t.f.f.d., dots. Bozorov J.T. t.f.f.d., dots. Bozorov J.T., p.f.f.d., dots.Yo‘ldoshev J.T.

To‘plamga kiritilgan materiallardagi ma’lumotlar to‘g‘riligi uchun mualliflar javobgardirlar.

Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami Iqtisodiyot va pedagogika universiteti Ilmiy Kengashida muhokama qilingan va chop etishga tavsiya etilgan.

ISBN 978-9910-321-13-9
© Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, 2026 yil.
© «Ilm-fan-ma’naviyat» nashriyoti, 2026 yil.

KIRISH SO‘Z

Assalomu alaykum, hurmatli mehmonlar, aziz professor-o‘qituvchilar va olimlar, davlat va ishlab chiqarish sohasi vakillari, qadrli hamkasblar, talabalar hamda konferensiyada onlayn ishtirok etayotgan mehmonlar!

Iqtisodiyot va pedagogika universitetida o‘tkazilayotgan **“Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari”** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumaniga xush kelibsiz.

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti bugungi kunda dunyoning 40 ga yaqin yetakchi oliy ta’lim muassasalari va ilmiy-tadqiqot tashkilotlari bilan hamkorlik aloqalarini yo‘lga qo‘yib, ular bilan o‘zaro hamkorlik shartnoma va memorandumlarini imzolagan.

Universitet Malayziya, Hindiston, Qozog‘iston, Rossiya, Indoneziya, Turkiya kabi yana bir qancha davlatlarning nufuzli oliy ta’lim muassasalari bilan akademik va ilmiy aloqalarni rivojlantirib kelmoqda.

Shuningdek, Yevropa Ittifoqining “Erasmus+” dasturi doirasida Portugaliya, Ruminiya, Ispaniya, Bolgariya va Italiya kabi davlatlarning oliy ta’lim muassasalari bilan samarali hamkorlik yo‘lga qo‘yilgan. Mazkur hamkorlik doirasida professor-o‘qituvchilar va talabalar almashinuvi, akademik mobillik, tajriba almashish hamda ilmiy tashabbuslarni amalga oshirish imkoniyatlari kengayib bormoqda.

G‘urur va quvonch bilan ta’kidlash joizki, 2022–2026-yillar davomida universitetimizning 117 nafar professor-o‘qituvchilar xalqaro tajriba orttirib, malaka oshirib kelishdi. Xususan, Turkiyaning Karabuk universitetida 102 nafar, Rossiyaning Qozon federal universitetida 15 nafar professor-o‘qituvchimiz malaka oshirdi hamda 3 nafar talabamiz yozgi maktabda qatnashdi. Shuningdek, Vengriyaning Debresen universitetida 2 nafar o‘qituvchimiz ilmiy stajirovka o‘tab qaytdi. Yevropa Ittifoqining Erasmus+ dasturi doirasida Portugaliyaning Tomar politexnika institutida 2 nafar talabalarimiz ta’limni tamomladi, yana 2 nafari 1 semestr davomida tahsil olmoqda va 1 nafar o‘qituvchimiz mobillik dasturida qatnashib keldi. Ispaniyaning Leon universitetida yesa 1 nafar talabamiz o‘qib kelgan bo‘lsa, 3 nafar professor-o‘qituvchimiz kadrlar mobilligini amalga oshirdi. Ruminiyaning Luchian Blaga (Sibiu) va Piteshti universitetlarida yesa jami 6 nafar o‘qituvchimiz Erasmus+ doirasida xodimlar mobilligi bo‘yicha xalqaro tajriba orttirib qaytdilar.

Yerishilgan natijalar bilan cheklanib qolmay, 2026–2027-o‘quv yilida ham talabalar va o‘qituvchilar almashinuvini davom yettirish rejalashtirilgan. Turkiya, Rossiya va boshqa xorijiy davlatlarning nufuzli oliygohlari bilan hamkorlikda xalqaro malaka oshirish kurslari, stajirovka hamda akademik mobillik dasturlarini yanada kengaytirish ustida tizimli ishlar olib borilmoqda.

Jadal rivojlanayotgan bugungi kunda ilm-fan va innovatsiyalar jamiyat taraqqiyotining muhim harakatlantiruvchi kuchiga aylanib bormoqda. Raqamli texnologiyalar, sun’iy intellekt, zamonaviy ta’lim yondashuvlari, iqtisodiy jarayonlarning transformatsiyasi va ishlab chiqarishdagi innovatsiyalar hayotimizning barcha jabhalariga tobora chuqur kirib kelmoqda. Bunday sharoitda ilmiy izlanishlarni amaliyot bilan uyg‘unlashtirish, yangi g‘oyalarni qo‘llab-quvvatlash va xalqaro ilmiy hamkorlikni kengaytirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi anjuman ham aynan shu ezgu maqsadga xizmat qiladi. Unda turli soha vakillarining ilmiy qarashlari, tajribasi va ilg‘or ishlanmalari o‘zaro uyg‘unlashib, yangi ilmiy g‘oyalar va amaliy yechimlar uchun mustahkam zamin yaratishiga ishonamiz.

Hurmatli anjuman qatnashchilari!

Ayni vaqtda insoniyat oldida turgan muammolar bir-biridan alohida emas. Iqlim o‘zgarishi, energetik xavfsizlik, oziq-ovqat xavfsizligi, suv resurslaridan oqilona foydalanish, raqamli transformatsiya, innovatsion iqtisodiyot, sun’iy intellektning jadal rivojlanishi, kiberxavfsizlik, yangi avlod ta’lim texnologiyalari, iqtisodiy tenglik va demografik jarayonlar, bularning barchasi o‘zaro chambarchas bog‘liq. Shuning uchun ham bugungi ilm-fan fanlar chegarasidan chiqib, fanlararo hamkorlik sari intilmoqda.

Menimcha, zamonaviy ilm-fanning eng katta kuchi ham aynan shunda: matematik tafakkur iqtisodiyotga, sun’iy intellekt barcha sohalarga, biologiya axborot texnologiyalariga, muhandislik

ekologiyaga, psixologiya esa ta’lim va ijtimoiy jarayonlarga ulanmoqda. Demak, bizga bugun alohida fanlar emas, balki muammoni kompleks ko‘ra oladigan ilmiy tafakkur kerak.

Kelajakdagi universitetning vazifasi faqat talabaga tayyor bilim berishdan iborat bo‘lmaydi. Universitet insonni mustaqil fikrlashga, savol berishga, muammoni aniqlashga, ilmiy izlanishga va yangi yechim yaratishga o‘rgatishi kerak. Chunki kelajakda insonni texnologiyadan ajratib turadigan eng katta kuch uning tanqidiy fikrlashi, ijodkorligi, axloqiy mas’uliyati va insoniy qadriyatlari bo‘ladi.

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti uchun ushbu masala ayniqsa muhim. Chunki faoliyatimiz markazida ikki muhim tushuncha: iqtisodiyot va ta’lim turadi. Bizning asosiy vazifamiz zamonaviy bilim va texnologiyalarni ta’lim jarayoniga samarali tatbiq etish, mehnat bozori talablariga javob beradigan, innovatsion fikrlaydigan va amaliy ko‘nikmalarga ega mutaxassislarni tayyorlashdan iborat.

Hurmatli anjuman ishtirokchilari!

Universitetimiz hamkorlik qilayotgan ishlab chiqarish korxonalari, zavodlar va tashkilotlar bilan ilmiy-amaliy aloqalarni yanada kuchaytirish, ta’lim, ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasini ta’minlashni ustuvor vazifalarimizdan biri sifatida belgilagan. Kelgusida hamkor korxonalar bilan birgalikda qo‘shma ilmiy loyihalarni amalga oshirish, talaba va tadqiqotchilar uchun amaliy tadqiqot maydonlarini kengaytirish, zamonaviy texnologiyalar asosida innovatsion ishlanmalarni yaratish hamda ularni ishlab chiqarishga joriy etishga alohida e’tibor qaratamiz.

Ishonamizki, bugungi anjuman doirasidagi ilmiy muloqotlar yangi ilmiy loyihalar, samarali hamkorliklar va amaliy natijalarga asos bo‘ladi.

Shu ezgu niyatlar bilan “Fan va texnologiyalarning dolzarb muammolari” xalqaro ilmiy-amaliy anjumanini ochiq deb e’lon qilaman.

Barchangizga mustahkam sog‘lik, ilmiy faoliyatingizda ulkan muvaffaqiyatlar, yangi ilmiy kashfiyotlar va samarali hamkorliklar tilayman!

E’tiboringiz uchun rahmat!

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti rektori,
texnika fanlari nomzodi, professor O.N. Bozorov

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Бозоров Отабек Нашвандович
профессор, к.т.н., Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан.

Аннотация. *В работе рассмотрены процессы образования паровоздушной смеси (ПВС) при хранении и перевалке нефти и нефтепродуктов на нефтебазах. Проведён сравнительный анализ технологий улавливания паров углеводородов: конденсационной, адсорбционной, мембранной, абсорбционной и комбинированной. Выполнена оценка их эффективности и энергоёмкости. Обоснована целесообразность применения комбинированной технологии (абсорбция + мембранная сепарация + адсорбция переменного давления) для условий Узбекистана.*

Ключевые слова: *паровоздушная смесь, улавливание паров, углеводороды, абсорбция, мембранная сепарация, нефтебаза.*

Abstract. *This paper examines the formation of vapor-air mixtures (VAMs) during the storage and transshipment of oil and petroleum products at oil depots. A comparative analysis of hydrocarbon vapor recovery technologies is provided: condensation, adsorption, membrane, absorption, and combined technologies. Their efficiency and energy consumption are assessed. The feasibility of using the combined technology (absorption + membrane separation + pressure swing adsorption) for Uzbekistan's conditions is substantiated.*

Keywords: *steam-air mixture, vapor recovery, hydrocarbons, absorption, membrane separation, oil depot.*

Введение. При хранении и перевалке нефти и нефтепродуктов неизбежно происходит испарение лёгких углеводородных фракций. Пары заполняют свободное пространство резервуаров и при «больших» и «малых дыханиях» выбрасываются в атмосферу, образуя паровоздушную смесь (ПВС).

Интенсивность выбросов определяется:

- фракционным составом нефти и нефтепродуктов;
- температурным режимом хранения;
- частотой операций налива и слива;
- конструктивными особенностями резервуаров.

Выбросы ПВС приводят к: загрязнению атмосферы; повышению пожаро- и взрывоопасности; прямым экономическим потерям ценных углеводородов.

Таким образом, задача улавливания паров имеет экологическое, эксплуатационное и экономическое значение.

Теоретические основы процесса улавливания. Процесс извлечения углеводородов из ПВС основан на законах фазового равновесия и массообмена. Основные расчётные зависимости:

1. Материальный баланс по углеводородам:

$$G_{вх} \cdot c_{вх} = G_{вых} \cdot c_{вых} + G_{ул} ;$$

где:

G — расход газа, м³/ч;

C — концентрация углеводородов, г/м³;

$G_{ул}$ — количество улавливаемых углеводородов.

2. Степень извлечения:

$$\eta = C_{вх} - C_{вых} / C_{вх} \cdot 100\%;$$

Глубина очистки зависит от коэффициента масса отдачи, площади контакта фаз и движущей силы процесса.

Сравнительный анализ технологий. Существующие методы улавливания ПВС подразделяются на:

- конденсационные;
- адсорбционные;
- мембранные;
- абсорбционные;
- комбинированные.

Таблица.1

Сравнительная характеристика технологий улавливания ПВС

Технология	Степень извлечения, %	Относительная энергоёмкость	Преимущества	Недостатки
Конденсация (–50 °C)	до 40	Высокая	Простота схемы	Высокие энергозатраты
Адсорбция	70–75	Средняя	Компактность	Сложная регенерация
Мембранная сепарация	65–75	Средняя	Непрерывность процесса	Ограниченный ресурс мембран
Абсорбция	80–85	Низкая	Глубокая очистка	Необходимость циркуляции абсорбента
Комбиниро-ванная	90–95	Средняя	Максимальная эффективность	Более сложная схема

Результаты сравнительной оценки. На основе анализа построена диаграмма эффективности различных технологий (рис. 1).



Рис.1. Эффективность технологий улавливания ПВС

Анализ показывает, что:

- конденсационный метод характеризуется низкой эффективностью при высокой энергоёмкости;
- адсорбционные и мембранные методы обеспечивают среднюю степень очистки;
- абсорбция позволяет достигать 85 % извлечения;
- максимальная степень очистки (до 95 %) достигается при комбинированной технологии.

Обоснование выбора комбинированной технологии. Для условий нефтебаз Узбекистана характерны:

- большие объёмы ПВС (до 2,3 млн м³/год);
- переменные режимы работы;
- высокие требования к экологической безопасности.

Комбинированная технология включает:

1. Сжатие ПВС жидкостно-кольцевым компрессором (0,35 МПа);
2. Абсорбцию углеводородов бензином;
3. Мембранную сепарацию остаточных фракций;
4. Адсорбцию переменного давления для окончательной очистки.

Достигаемые показатели:

- содержание углеводородов — не более 10 г/м³;
- содержание бензола — не более 5 мг/нм³;
- степень извлечения — до 95 %.

Экономический эффект формируется за счёт возврата улавливаемых углеводородов в товарный продукт.

Заключение. Проведённый анализ показал, что:

1. Улавливание паров углеводородов является важной экологической и технологической задачей.
2. Наиболее эффективной является комбинированная технология, обеспечивающая степень извлечения до 95 %.
3. Применение данной схемы позволяет:
   - снизить выбросы в атмосферу;
   - повысить промышленную безопасность;
   - сократить потери нефтепродуктов.

Внедрение комбинированных установок улавливания ПВС целесообразно для крупных нефтебаз и перевалочных комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sharipov, K., & Bozorov, J. (2021, September). Key factors reducing energy consumption in gas supply. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 839, No. 4, p. 042083). IOP Publishing.

2. В.Н. Щелкачев. Отечественная и мировая нефтедобыча – история, современное состояние и прогнозы. -М.: «Недра», -2002 г, -132 с.

3. А.А. Коршак, Г.Е. Корабейников, Е.М. Муфтахов. Нефтебазы и АЗС: учеб. пособие / – Уфа: Дизайн полиграф сервис, 2006. – 416 с.

4. П.И. Тугунов и др. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учеб. пособие для вузов/–Уфа: ООО «Дизайн-Полиграф Сервис», 2012.-658 с.

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Надиров Казим Садыкович[1], Бимбетова Гульмира Жанкабыловна[1], Амантаева Диана Бахитжановна[1]
[1]Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан, nadirovkazim@mail.ru

Аннотация. *В статье авторами проведен анализ состояния проблем транспортировки высоковязких и высокозастывающих (парафинистых) нефтей. Показано, что вопросы транспортировки нефтей с аномальными свойствами являются актуальными в настоящее время. В отличие от тепловых, химические методы с использованием депрессорных присадок являются более эффективными и экономически целесообразными при перекачке нефтей с аномальными свойствами. Авторами при исследовании температуры замерзания высокопарафинистых нефтей, предполагается, что согласно кристаллизационной теории застывание и потеря текучести обусловлена образованием кристаллов. Исследовано изменение морфологии образующихся кристаллов парафинов на вышеприведенном составе нефтей в присутствии полученной депрессорной присадки. Предложенная авторами присадка предназначена, главным образом, для снижения температуры застывания парафинистой нефти. После соответствующих испытаний, присадка может быть рекомендована для трубопроводного транспорта парафинистых нефтей, которые добываются на Южно-Торгайской нефтегазоносной впадине.*

Ключевые слова: *высоковязкая нефть, парафинистая нефть, трубопровод, транспортировка, депрессорная присадка, температура застывания.*

Түйіндеме. *Мақалада авторлар тұтқырлығы жоғары және қатаюы жоғары (парафинді) мұнайды тасымалдау проблемаларының жай-күйіне талдау жүргізді. Аномальды қасиеттері бар мұнайды тасымалдау мәселелері қазіргі уақытта өзекті болып табылады. Термиялық әдістерден айырмашылығы, депрессорлық қоспаларды қолданатын химиялық әдістер анормальды қасиеттері бар мұнайды айдау кезінде тиімдірек және үнемді. Авторлар жоғары парафинді мұнайдың қату температурасын зерттеу кезінде кристалдану теориясына сәйкес қату және сұйықтықтың жоғалуы кристалдардың пайда болуына байланысты деп болжайды. Алынған депрессорлық қоспаның қатысуымен мұнайдың жоғарыда аталған құрамындағы парафин кристалдарының морфологиясының өзгеруі зерттелді. Авторлар ұсынған қоспа негізінен парафинді мұнайдың қатаю температурасын төмендетуге арналған. Тиісті сынақтардан кейін қоспа Оңтүстік Торғай мұнайгаз ойпатында өндірілетін парафинді мұнайдың құбыржол көлігі үшін ұсынылуы мүмкін.*

Түйінді сөздер: *тұтқырлығы жоғары мұнай, парафинді мұнай, құбыр, тасымалдау, депрессорлық қоспа, қатаю температурасы.*

Abstract. *In the article, the authors analyzed the problems of transportation of high-viscosity and high-setting (paraffin) oils. It is shown that the issues of transportation of oils with abnormal properties are relevant at the present time. Unlike thermal methods, chemical methods using depressant additives are more efficient and economically feasible when pumping oils with abnormal properties. When studying the freezing point of highly paraffinic oils, the authors assume that, according to the crystallization theory, solidification and loss of fluidity are caused by the formation of crystals. The change in the morphology of the paraffin crystals formed on the above composition of oils in the presence of the obtained depressant additive has been studied. The additive proposed by the authors is intended mainly to reduce the pour point of paraffin oil. After appropriate tests, the additive can be recommended for pipeline transportation of paraffinic oils produced at the Yuzhno-Torgai oil and gas basin.*

Key words: *high-viscosity oil, paraffin oil, pipeline, transportation, depressant additive, pour point.*

Введение. Сегодня нефтегазовая отрасль является одной из приоритетных при формировании бюджета Казахстана и многих других нефтедобывающих стран. Надо сказать, что объемы добычи нефти в Казахстане ежегодно увеличиваются, являются довольно внушительными и составляют сегодня более 100 млн. тонн ежегодно. В нефтегазовой отрасли непосредственно или косвенно трудится значительная доля трудоспособного населения и от ее успехов напрямую зависит благосостояние как нашего населения, так и других народов стран добывающих углеводороды. Это в первую очередь касается западных областей РК, а также городов Атырау, Павлодар и Шымкент, где расположены нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ).

Вся добываемая нефть проходит подготовку, затем транспортируется на экспорт и нефтеперерабатывающие заводы страны.

Трубопроводный транспорт в настоящее время является основным стратегически важным объектом для компаний, которые осуществляют добычу и транспортировку нефтей с аномальными свойствами. Эти нефти, добываемые, в основном на месторождениях Республики Казахстан, их трубопроводный транспорт осуществляются Национальной компанией АО КазТрансОйл. Проблема транспортировки данного углеводородного сырья заключается в том, что значительная его доля является вязкой, парафинистой и высокоэмульсионной.

Анализ состояния технологии получения и использования депрессорных присадок к парафинистым нефтям показывает, что большинство этих присадок базируются на получении их на основе длинноцепочечных олефинов и их соолигомеров, винилацетата и этаноламинов [1,2]. В особую группу можно выделить полимеры алкилметакрилатов, а также некоторые производные малеиновой и фумаровой кислот, сополимеры малеинового ангидрида (C_4H_2O) и их модификации [3,4]. Исследованию депрессорных присадок к дизельным топливам, нефтяным маслам, а также нефтям посвящены работы, приведенные в источниках [5,6]. Эффективность их действия определяется, прежде всего, величиной снижения температуры застывания парафинистой нефти, в которой растворена данная присадка.

Значительная часть Казахстанской нефти добывается на крупнейших месторождениях. Напомню, что крупнейшие (гигантские) нефтяные месторождения — это с запасами более 1 млрд. тонн или 6,3 млрд. баррелей нефти.

В настоящее время к самым крупным месторождениям нашей республики относятся**:** Кашаган; Тенгиз; Узень; Карашаганак; Каламкас; Жанажол; Жетыбай; Актоты; Каламкас - море; Кайран; Кенкияк.

Частично эти месторождения относятся к нефтегазовым, нефтегазоконденсатным, нефтяным и морским.

Среди наиболее значимых месторождений можно выделить Кашаган, Тенгиз и Карашаганак, которые являются гигантскими месторождениями Казахстана, расположенные в Атырауской области.

Целью проведенных исследований анализ состояния проблем транспортировки высоковязких и высокозастывающих (парафинистых) нефтей и пути их решения.

Материалы и методы исследования. Реагенты для получения присадок были приобретены по коммерческой цене: линолевая кислота (ТОО «Мембран»); малеиновый ангидрид (ТОО «Лаборфарма»); этаноламин (ТОО «Лаборфарма»), бутиловый спирт для получения эфира (ТОО «Мембран»).

В лабораторных условиях синтез проводили в реакторе марки TGYF высокого давления из нержавеющей стали, который снабжен магнитной мешалкой, контактным термометром и обратным холодильником. Подробная методика процесса синтеза присадки ранее была описана в работах [7-9].

Температуру потери текучести нефти определяли по стандарту A8TM 3853.

Кинематическую вязкость определяли по стандарту АЗТМ 0445 на капиллярном стеклянном вискозиметре Пинкевича.

Идентификация полученных продуктов реакции производилась с помощью ИК - спектроскопии на приборе ИК-Фурье- спектрометре Shimadzu IR Prestige-21 в интервале волновых чисел 4000-500 $см^{-1}$, с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы Pike Technologies.

Исследование структуры полученного композиционного состава проводилось методом микроскопии на микроскопе «Digital Microscope» - 1600, 5x Digital Zoom USB 2.0.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим мощность и протяженность наиболее значимых трубопроводов для транспортировки высоковязких и высокозастывающих (парафинистых) нефтей, добываемых на вышеупомянутых месторождениях Западного Казахстана.

Транспорт добываемой нефти к местам назначения осуществляется национальной компанией АО «КазТрансОйл». Компания является национальным оператором по магистральным нефтепроводам Республики Казахстан. Компания владеет разветвленной сетью магистральных нефтепроводов общей протяженностью 5 373 км, к которой подключены практически все нефтяные месторождения страны. Компания обеспечивает транспортировку на НПЗ Казахстана, а также транспортирует нефть на экспорт по нефтепроводу Атырау — Самара, осуществляет перевалку нефти в экспортные нефтепроводы КТК и Атасу — Алашанькоу, отгрузку нефти в танкеры в порту Актау и на железнодорожный транспорт. Транспортировка нефти по магистральным нефтепроводам обеспечивается 36 нефтеперекачивающими станциями (НПС), 67 печами подогрева нефти, резервуарным парком для хранения нефти общим объемом 1,4 млн $м^3$.

ТОО «Казахстанско-Китайский Трубопровод» является владельцем нефтепроводов Атасу — Алашанькоу протяженностью 965 км и Кенкияк — Кумколь протяженностью 794 км. ККТ осуществляет транспортировку казахстанской и транзитной российской нефти в Китай, а также на внутренний рынок Казахстана.

Магистральный нефтепровод Кенкияк — Атырау протяженностью 455 км. Реверс данного нефтепровода позволяет обеспечить поставку западноказахстанской нефти на НПЗ Республики Казахстан и компенсировать снижение добычи нефти в Актюбинской и Кызылординской областях, а также обеспечить экспорт в Китай (6 млн т/год).

«Каспийский Трубопроводный Консорциум» — международный проект транспорта нефти с участием России, Казахстана, а также ведущих игроков отрасли, созданный для строительства и эксплуатации магистрального трубопровода протяженностью 1 510 км (из них 452 км — казахстанский участок). Нефтепровод КТК (пропускная мощность – 81 млн. тонн) является одним из приоритетных направлений экспортных поставок казахстанской нефти и соединяет казахстанское нефтяное месторождение Тенгиз с нефтяным терминалом «Южная Озереевка» на Черном море (вблизи порта Новороссийск). Транспортировка нефти по нефтепроводу КТК обеспечивается 15 НПС, резервуарным парком для хранения нефти общим объемом 1 млн $м^3$ и тремя выносными причальными устройствами на морском терминале. работах [10-13].

Нами разработана технология получения реагента депрессорного действия - эфиров на основе бутанола и линолевой кислоты, одноосновной карбоновой кислоты с двумя изолированными двойными связями (БЭЛК), которая содержится в смеси выделенных из гудрона вакуумной дистилляции жирных кислот (около 30%). Реакцию проводят в реакторе при температуре 180-200ºС и давлении 0,4-1,0 МПа.

Термообработка с реагентом «БЭЛК» показывает одинаково высокую депрессорную активность как на товарной нефти месторождения Ащысай с содержанием парафинов - 15,8 %, смол - 5,9 %, так и в смеси нефти Ащысай - Акшабулак (13 % парафинов). При введении 200 ppm реагента депрессия составляет 18ºС, кинематическая вязкость для нефти месторождения Ащысай снижается с 8,2 до 6,4 $мм^2/с$. Следует отметить, что увеличение

концентрации реагента начиная от 100 до 200 ppm практически не влияет на температуру текучести сырой нефти смеси Ащысай –Акшабулак .

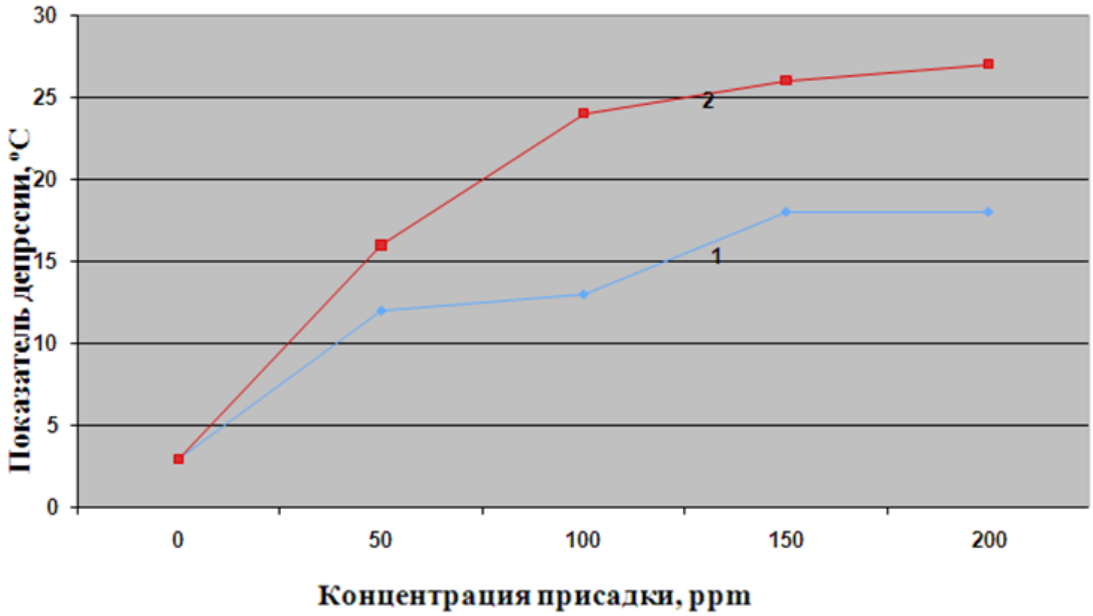


Рисунок 1 - Зависимость показателя депрессии от концентрации присадки БЭЛК в нефти месторождений: 1 – Ащысай; 2 – Ащысай + Акшабулак.

В нашем случае при исследовании температуры замерзания высокопарафинистых нефтей, предполагается, что согласно кристаллизационной теории застывание и потеря текучести обусловлена образованием кристаллов. При снижении температуры происходит выделение твердых кристаллов нормальных алканов, которые, слипаясь между собой, образуют пространственную сетку, которая связывает жидкую фазу. Депрессорная присадка при добавлении ее в парафинистая нефть образует в ней центры кристаллизации нормальных алканов и формирует их скопление в виде друз, кристаллы которых могут быть одно- или многокомпонентными

Было исследовано изменение морфологии образующихся кристаллов парафинов на вышеприведенном составе нефтей в присутствии полученной депрессорной присадки. При этом присадка вводилась в образцы высокопарафинистой нефти, отобранной непосредственно с групповой замерной установки, после отстоя и отделения пластовой воды. При добавлении присадки ЭЖК наблюдалось уменьшение размеров кристаллов парафинов, а также изменялась форма их.

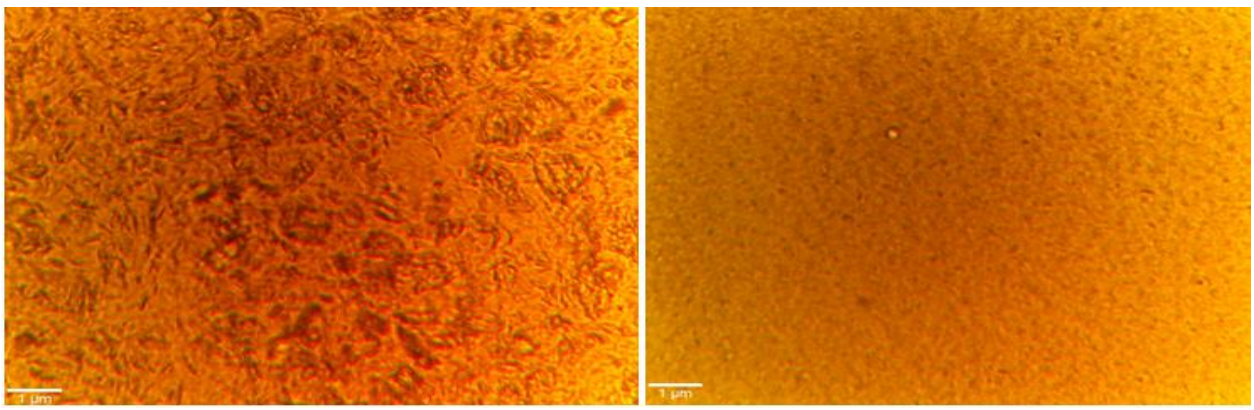


Рисунок 2 - Морфология кристаллов нефти месторождения Ащысай без реагента (слева) и с добавление ДП ЭЖК (справа).

Предполагается, что снижение температуры застывания нефти связано с этим фактором, так как тонкие кристаллы относительно большой площади (пластинчатые кристаллы), легче образуют пространственный каркас, чем мелкие, которые являются более компактными.

Заключение. Таким образом, проведенный анализ состояния проблем транспортировки высоковязких и высокозастывающих (парафинистых) нефтей показывает, что вопросы транспортировки нефтей с аномальными свойствами являются актуальными в настоящее время. В отличие от тепловых, химические методы с использованием депрессорных присадок являются более эффективными и экономически целесообразными при перекачке нефтей с аномальными свойствами. Предложенная авторами присадка предназначена, главным образом, для снижения температуры застывания парафинистой нефти и может быть рекомендована для практического применения.

Данные исследования были выполнены при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, Программа BR24992809.

Литература

1. A. L. Machado, E. F. Lucas, and G. Gonzalez, “Poly (ethylene- ′co-vinyl acetate) (EVA) as wax inhibitor of a Brazilian crude oil: oil viscosity, pour point and phase behavior of organic solutions,” Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 32, no. 2–4, pp. 159–165, 2001.

2. Nadirov K.S., Marenov B. T., Zhantasov M. K., Nadirov R. K. Crude Gossypol Compositions as Pour Point Depressants for Waxy Oil // Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer. Hindawi International Journal of Chemical Engineering Volume 2020. P.-1-

3. Y. Wu, G. Ni, F. Yang, C. Li, and G. Dong, “Modified maleic anhydride co-polymers as pour-point depressants and their effects on waxy crude oil rheology,” Energy & Fuels, vol. 26, no. 2, pp. 995–1001, 2012.

4. B. F. Alves, P. H. R. Pereira, R. D. C. P. Nunes, and E. F. Lucas, “Influence of solvent solubility parameter on the performance of EVA copolymers as pour point modifiers of waxy modelsystems,” Fuel, vol. 258, Article ID 116196, 2019.

5. Oliveira, L.M.S.L.; Nunes, R.C.P.; Melo, I.C. Evaluation of the correlation between wax type and structure/behavior of the pour point depressant. Fuel Process. Technol. 2016, 149, 268–274.

6. A. Aiyejina, D. P. Chakrabarti, A. Pilgrim, and M. K. S. Sastry, “Wax formation in oil pipelines: a critical review,” International Journal of Multiphase Flow, vol. 37, no. 7, pp. 671–694, 2011.

7. Надирова Ж.К., Маренов Б.Т., Бимбетова Г.Ж., Надиров Р.К. Разработка составов композиционных депрессорных присадок расширенного спектра действия // Нефть и газ, №6.-2017. – С.78-87.

8. Джусенов А.У., Надиров Р.К., Надирова Ж.К., Бимбетова Г.Ж., Надиров К.С., Танашев С.Т., Маренов Б.Т., Рамазанова Э.Э. Композиционная депрессорная присадка к высокопарафинистой нефти. Патент на полезную модель №4538 от 11.12.2019 г.

9. Zh. Nadirova, M. Zhantasov, K. Nadirov, G.Bimbetova, O. Ivachnenko, N. Otarbayev, Zh. Shukhanova, Y. Botashev. Preparation and Examination of a Composite Demulsifier for Paraffin Base Oil // Chemical Engineerinq Technology, 2023, 46, No. 4, 627–634.

10 Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Учебник для ВУЗов. Издание второе, дополненное и исправленное: — Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002 - 544с.

11 Егоров О.И., Аманиязова Г.Д., Омарова А.И. Нефтегазовый комплекс Прикаспийского региона: проблемы и пути их решения // Нефть и газ.-2018.-№3-С.122-126.

12 Надиров Н.К. Так начиналась история // Нефть и газ.-2009.-№2.-С.13.

13 Османов Ж.Д., Климов П.В., Махмотов Е.С., Саяхов Б.К. Состояние и перспективы развития транспорта нефти и газа Казахстана // Нефть и газ.-2019.- № 3.- С.86-101.

ВЛИЯНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА НА ПРОЧНОСТЬ И ТЕКУЧЕСТЬ АНТИКОРРОЗИОННЫХ КОМПОЗИТОВ

Надирова Жанна Казимовна[1], Жантасов Манап Курманбекович[1], Бесбаева Нурсулу Амангельдиевна[1]
[1]Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан, nadirovkazim@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты по подбору минерального наполнителя при разработке состава наружного слоя на основе полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), винилацетата, компатибилизатора, минеральных наполнителей и окисленного соапстока. Подобран состав минерального наполнителя для состава наружного слоя трехслойного покрытия, разработанного с использованием местного сырья (хлопкового соапстока, волластонита и вторичных полимеров), который предлагается использовать для защиты нефтепроводов от коррозии. Исследовано влияние волластонита на прочность и текучесть антикоррозионных композитов. При анализе концентрационных зависимостей прочности, верхнего и нижнего пределов текучести материалов было установлено, что, в зависимости от условий, в материале могут осуществляться и пластично - хрупкий переход и пластично – пластичный вне зависимости от скорости уменьшения нижнего предела текучести. Получение полимерных композиционных материалов на основе природного волластонита экономически целесообразно, что обусловлено его низкой стоимостью.

Ключевые слова: наполнитель, компатибилизатор, прочность, коррозия, текучесть, винилацетат, полиэтилен низкой плотности, соапсток.

Түйіндеме. Мақалада тығыздығы төмен полиэтилен (ТТПЭ), винилацетат, компатибилизатор, минералды толықтырғыштар және тотыққан соапсток негізінде сыртқы қабаттың құрамын әзірлеу кезінде минералды толықтырғышты таңдау нәтижелері келтірілген. Мұнай құбырларын коррозиядан қорғау үшін пайдалануға ұсынылатын жергілікті шикізатты (мақта соапстогі, волластонит және екіншілік полимерлер) пайдалана отырып әзірленген үш қабатты жабынның сыртқы қабатының құрамы үшін минералды толықтырғыштың құрамы таңдалды. Волластониттің коррозияға қарсы композиттердің беріктігі мен ағымды сұйықтығына әсері зерттелді. Материалдардың беріктігінің, жоғарғы және төменгі ағымды сұйықтығы шектерінің концентрациялық тәуелділіктерін талдау кезінде, материалда төменгі ағымды сұйықтығының шегінің төмендеу жылдамдығына қарамастан, иілгіш - сынғыш және иілгіш ауысулар жүзеге асырылуы мүмкін екендігі анықталды. Табиғи волластонит негізінде полимерлі композициялық материалдарды алу экономикалық тұрғыдан тиімді, бұл оның төмен құнына байланысты.

Түйінді сөздер: толтырғыш, компатибилизатор, беріктік, коррозия, винилацетат, сұйықтық, төмен тығыздықтағы полиэтилен, қосалқы тіреуіш.

Abstract. The article presents the results of the selection of a mineral filler when developing the composition of the outer layer based on low-density polyethylene (ttpe), vinyl acetate, compatilizer, mineral fillers and oxidized soapstock. For the composition of the outer layer of the three-layer coating, developed using local raw materials (cotton soapstone, vollastonite and secondary polymers), which are recommended for use to protect oil pipelines from corrosion, the composition of the mineral filler was selected. The effect of wollastonite on the strength and fluidity of anti-corrosion Composites has been studied. When analyzing the concentration dependences of the strength of materials, upper and lower flow fluid limits, it was found that in the material, regardless of the rate of decrease in the flow fluid limit, malleable - brittle and malleable transitions can be carried out. It is economically profitable to obtain polymer composite materials based on natural vollastonite, which is due to its low cost.

Key words: filler, compatilizer, strength, corrosion, vinyl acetate, liquid, low density polyethylene, auxiliary support.

Введение. Среди различных вариантов антикоррозионных покрытий для защиты нефтепроводов от коррозии большое место занимает изоляция полимерными материалами [1,2]. В настоящее время имеется достаточно широкий ассортимент полиолефиновых материалов, в том числе композиционных, но производства большинства из них базируются на импортном сырье. Имеющиеся отечественные материалы до сих пор не получили сертификационный допуск к ответственным трубопроводам. Однако необходимость успешно конкурировать с зарубежными аналогами и постоянно растущий уровень технических требований на пути к индустриально-инновационному развитию вызывает необходимость совершенствования и расширения ассортимента композиций, применяемых в заводской и трассовой антикоррозионной изоляции стальных нефтепроводов. Одним из путей решения данной задачи является разработка новых материалов на базе отечественного сырья [3]. Достижение оптимального соотношения между стоимостью и эффективными характеристиками полимерного композиционного материала достигается за счет применения доступных и недорогих наполнителей, а также различных отходов производств, использование которых позволяет снизить не только себестоимость продукции, но и устранить их негативное влияние на окружающую среду [4].

Исследована возможность получения нанокомпозитов в расплаве с помощью полиэтилена низкой плотности на основе модифицированного вермикулита месторождения Дарбаза и физико-химические свойства полученных нанокомпозитов. Значение предела прочности от механических свойств, характерных для ПЭНП и его композитов, показало, что чем больше количество модифицированного вермикулита в составе нанокомпозита, тем больше увеличивается прочность[5-7].

Методы исследования. Свойства композиций определяли по ГОСТ: физико-механические методы испытаний на растяжение по ГОСТ 11262-80, теплостойкость по Вика (ГОСТ 15088-83), твердость по Шору (ГОСТ24621-91), ударная вязкость по Изоду (ГОСТ 19109-84), текучесть расплава термопластов по ГОСТ 11645-73, адгезия по ГОСТ 15140-78, модуль упругости, предельная прочность и относительное удлинение при разрыве по ГОСТ 14236-81.

Для проведения механических испытаний методом прессования при температуре 160°С и давлении 10 МПа в течение 10 мин готовили пленки толщиной 1 мм. Испытания выполняли на разрывной машине «Инстрон-1122» в режиме растяжения при скорости перемещения верхнего траверса 50 мм/мин и комнатной температуре.

Деформационно-прочностные свойства композиций определяли на установках «Инстрон» и маятниковом копре КМ-1,5.

Целью работы является выбор минерального наполнителя для состава наружного слоя трехслойного покрытия, который предлагается использовать для защиты нефтехранилищ от коррозии. Получение экспериментальных зависимостей для установления прочности и предела текучести композитов от объемной доли волластонита.

На рисунке 1 приведены экспериментальные зависимости, описывающие прочность, верхний и нижний пределы текучести композитов от объемной доли волластонита.

Состав композита: ПЭНП + соапсток (СПС) (0,5 масс. %) + гузапая (10 масс. %) + волластонит.

Малое изменение верхнего и нижнего пределов текучести материалов с увеличение концентрации волластонита приводит к тому, что в системе на основе композита отсутствуют условия для реализации пластично-пластичного перехода, но есть условия для реализации пластично-хрупкого. Несмотря на несоответствие деформационного поведения композитов на основе полиэтилена с теоретически ожидаемым, оно определяется минимальным параметром растяжения композита. Если минимальным параметром является нижний предел текучести, материал деформируется с образованием шейки, если минимальным параметром является прочность, он разрушается при ее формировании.

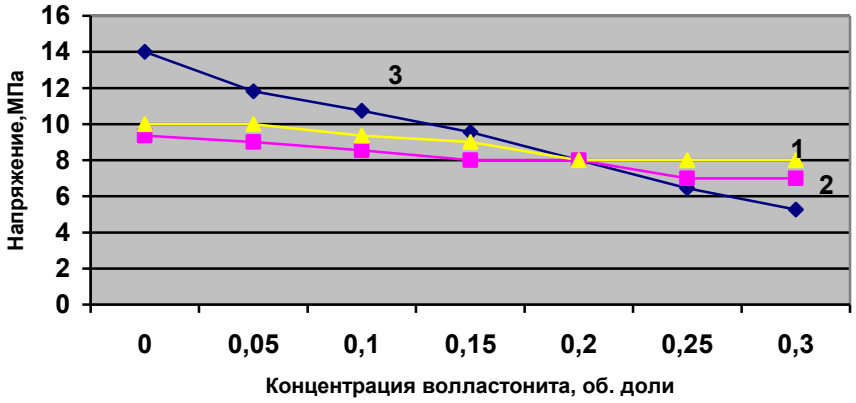


Рисунок 1 - Экспериментальные концентрационные зависимости верхнего (1), нижнего пределов текучести (2) и прочности (3) композита с волластонитом.

При графическом анализе концентрационных зависимостей прочности, верхнего и нижнего пределов текучести материалов было установлено, что, в зависимости от условий, в материале могут осуществляться и пластично- хрупкий переход и пластично – пластичный вне зависимости от скорости уменьшения нижнего предела текучести. Важным параметром является доля отслоившихся частиц. Вероятность сохранения пластичных свойств или охрупчивание композитов будет определяться уровнем адгезионного взаимодействия между матрицей и жесткими частицами.

С целью выбора оптимальных наполнителей было исследовано также влияние природы наполнителя на изгибающее напряжение композита состава ПЭНП + СПС (0,5 масс. %) + гузапая (10 масс. %) + наполнитель (10%). Как следует из результатов, приведенных на рисунке 2, наилучшее влияние на изгибающее напряжение оказывают добавки оксида алюминия и волластонита при их концентрациях 10 масс %. При повышении концентрации минерального наполнителя величина изгибающего напряжения уменьшается.

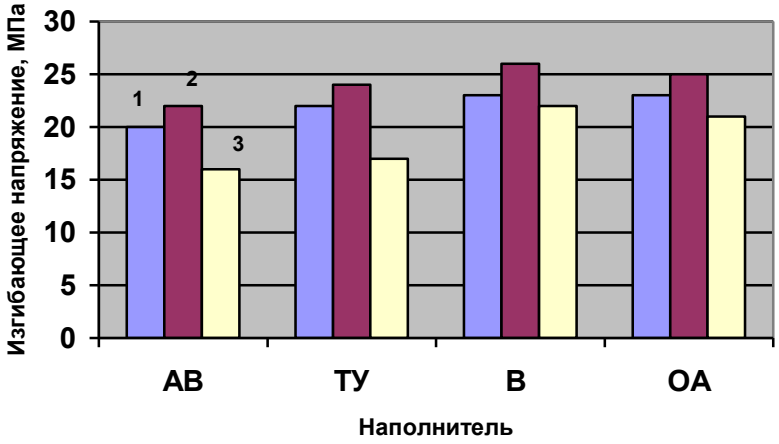


Рисунок 2 - Влияние содержания наполнителей на изгибающее напряжение композита. Добавки: АВ - асбестовых волокон, ОА - оксида алюминия, ТУ - технического углерода, В - волластонита концентрацией, масс %: 1 - 5, 2 - 10 , 3 - 15.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ использования вышеперечисленных наполнителей в составе разрабатываемого композиционного состава, выполненный с целью выбора оптимального варианта.

Таблица 1

Сравнительный анализ наполнителей композитов ПЭ + СПС+ гузапая

Наполнитель	Свойства композита, % от композита без наполнителя*						
	модуль упругости	прочность на растяжение	повышение вязкости расплава	каталитическое действие на процесс отверждения	снижение брака от деформаций	износостойкость	доступность в Казахстане
Технический углерод	-	-	+	-	б/и	+	+
Оксид алюминия	+	б/и	+	-	+	+	-
Волластонит	+	+	+	+	+	+	+

+ - улучшение свойства, - - ухудшение, б/и – без изменения.

После сопоставления и анализа полученных данных, в качестве наиболее перспективного минерального наполнителя из числа исследованных нами был выбран волластонит. Волластонит обладает большими экологическими и экономическими преимуществами по сравнению с широко применяемыми и исследованными нами наполнителями – техническим углеродом, и оксидом алюминия: он меньше пылит, в 2 - 3 раза дешевле, имеет более низкий 4 класс опасности и более высокий ПДК (6 мг/м^3). При прочих равных условиях волластонит обеспечивает сохранение более высоких показателей прочности изделий, чем другие наполнители. При этом он обладает ориентационным эффектом в направлении подачи, что особенно важно при получении изделий методом экструзии. Создание полимерных композиционных материалов на основе природного волластонита экономически целесообразно, что обусловлено его низкой стоимостью (по сравнению с другими дисперсными наполнителями) и наличием месторождений на юге Казахстана ***[10]. Благодаря лучшим электрическим, механическим и тепловым свойствам, по сравнению с асбестом или тальком, волластонит может быть использован в больших количествах. Не ухудшаются и разрушающее напряжение при растяжении и изгибе, ударная вязкость.***

В таблице 2 приведен химический и гранулометрический состав волластонитов, которые были использованы нами в данной работе.

Таблица 2

Химический и гранулометрический состав некоторых волластонитов

Наименование характеристики	Воксил М-100	Миволл 10 - 97	Нативный очищенный волластонит ВП - 2(ВБМ)	Волластонит ВП -2 после активации
Массовая доля волластонита, прошедшего через сетку: №01 №0075 №0045	97	97	97	98
Содержание				
SiO_2,%	48-53	48-52	48-53	48-53
TiO_2,%	0,08	0,08	0,08	0,08
Al_2O_3,%	0,8-1,2	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6
Fe_2O_3,%	0,6-1,2	0,5-0,7	0,4-0,6	0,4-0,6

MnO,%	0,3	0,3	0,3	0,3
MgO,%	0,7-1,0	0,5-0,8	0,3-0,6	0,3-0,6
CaO,%	44-48	44-49	44-48	44-48
Na_2O,%	0,1	0,1	0,1	0,1
K_2O,%	0,1	0,1	0,1	0,1
Фосфор,%	0,015-0,03	0,015-0,03	0,015-0,03	0,015-0,03
Сера,%	0,015-0,03	0,015-0,03	0,015-0,03	0,015-0,03
H_2O (влажность),%	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,25
Потери при прокаливании, %	1,5-2,0	0,95-1,5	0,95-1,5	0,9-1,2

Для композитов, в том числе, антикоррозионных, важными являются следующие: повышение ударной прочности и жесткости; улучшение реологических характеристик; увеличение стойкости к воздействию внешней среды; стойкость к перепадам температуры; долговечность; сопротивление износу; улучшение электроизолирующих и диэлектрических характеристик . Нами были исследованы те свойства, которые имеют первостепенное значение для создания внешнего защитного слоя в системах многофункциональных антикоррозионных покрытий для работы трубопроводов и оборудования нефтехимической промышленности. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние добавки волластонита на некоторые эксплуатационные свойства композита

Концентрация волластонита, масс. %)	Возрастание параметра, в % от исходного композита (ПЭНП + СПС (0,5 масс. %) + гузапая (10 масс. %)					
	1*	2	3	4	5	6
2	3	2	8	3	3	5
5	8	3	15	6	7	10
8	14	6	23	10	12	15
10	12	3	15	12	14	20
15	10	3	10	17	18	24
20	7	-	8	22	26	28

** 1 - ударная прочности, 2 - стойкость к воздействию внешней среды, 3 - стойкость к перепадам температуры, 4 – долговечность, 5 - сопротивление износу, 6 – снижение биокоррозии.*

Из полученных данных видно, что добавка волластонита приводит к улучшению всех показателей, причем такие характеристики, как долговечность, сопротивление износу и снижение биокоррозии в исследованном интервале концентраций добавок волластонита тем выше, чем выше концентрация волластонита, остальные показатели имеют оптимальное значение при концентрации волластонита 8 масс. %. Разработанное композиционное покрытие состава масс %: растительный наполнитель – гузапая - 35; минеральный наполнитель – волластонит - 7; сэвилен – 8; соапсток – 1,5%; ПЭНП – 48,5 отвечает требованиям, предъявляемым ТУ 1390-003-11928001-01 «Трубы стальные с наружным антикоррозионным покрытием на основе экструдированного полиэтилена».

Заключение. Таким образом, добавление волластонита к композиту приводит к улучшению всех показателей, причем такие характеристики, как долговечность, сопротивление износу и снижение биокоррозии в исследованном интервале концентраций добавок волластонита тем выше, чем выше концентрация волластонита, остальные показатели имеют оптимальное значение при концентрации волластонита 8 масс. %. Композиционное покрытие состава масс %: растительный наполнитель – гузапая - 35; минеральный наполнитель – волластонит - 7; сэвилен – 8; соапсток – 1,5%; ПЭНП – 48,5 по основным показателям отвечает требованиям. Данный состав антикоррозионного покрытия при

определенных условиях может быть рекомендован для использования для днища резервуаров хранения нефти.

Литература

1. Мустафин Ф.М. Защита трубопроводов от коррозии / М.Ф.Мустафин, Л.И.Быков, А.Г.Гумеров и др. //Том 2: Учебное пособие. СПб.: ООО «Недра», 2007. – 708 с.

2. Низьев С.Г. О противокоррозионной защите магистральных и промысловых трубопроводов современными полимерными покрытиями.// **Коррозия «Территория нефтегаз»**, №9–10. - 2009.

3. Научно-техническая программа "Разработка перспективных новых материалов различного назначения на 2006-2008 годы" - Астана. – 2006.

4. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. - М.: Техносфера. - 2004. – 408 с.

5 Oral K.Beisenbayev, Arsen E. Ortayev, Ajgul Sh.Kydyraliyeva, Aziza B. Isa, Nurkhissa R. Zholdasbek. Prospects and development of the processes of recycling and processing of wastes of polyethyleneterephalate. Proceesing V International Conference «Industrial Technologies and Engineering» ICITE – 2018, Volume I. pp.74-79.

6 О.Қ. Бейсенбаев, А.Е. Ортаев, А.Ш. Қыдыралиева,С.А. Батырбай.Вермикулит сазының қатысуымен композициялық полимерлі материалдарды алу үшін полиэтилентерефталат қалдықтарын залалсыздандыру технологиясын құрсатыру. М. Әуезов атындағы ОҚМУ ғылыми еңбектері, №2 (54) 2020ж., бб.23-27.

7 X. Zhang, J. Qiao, W. Zhang, F. Cheng, Z. Yin, Z. Huang, X. Min, Thermal behavior of composite phase change materials based on polyethylene glycol and expanded vermiculite with modified porous carbon layer, J. Mater. Sci. 53 (18) (2018), P: 13067–13080.

8 Пономарева Н. Р. Структурно-механические особенности деформационного поведения композиционных материалов на основе полиолефинов и минеральных частиц. Автореферат ….канд. хим. наук. - Москва – 2010.

9 Караева А. А. Условия образования опасных дефектов в дисперсно-наполненных композитах на основе пластичных полимеров. Автореферат ….канд. физико-мат. наук. - Москва – 2009.

10 Волластонит – уникальное минеральное сырье многоцелевого назначения / В. А. Тюльнин, В. Р. Ткач, В. И. Эйрих, Н П. Стародубцев. - М.: Издательский дом «Руда и металлы», - 2003. - 144 с.

УТИЛИЗАЦИЯ И РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ

Туребекова Гаухар Закиеевна[1]

[1]Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан, e-mail: g.ture@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные экологические проблемы утилизации и регенерации отработанных моторных масел. Современные моторные масла являются легированными смазочными материалами, так как содержат обычно несколько легирующих присадок, которые значительно улучшают эксплуатационные свойства полученных моторных масел. При эксплуатации моторных масел проходят процессы деструкции моторных масел в результате термохимических реакций, которые приводят к старению масла и снижению его качества. Протекающие в маслах процессы можно подразделить на термические превращения, окисление и осаждение (седиментацию). Протекание этих процессов является основой изменения состава моторных масел при ухудшении его качества. Изменения состава масла обусловлены окислением, термическими превращениями и потерей коллоидной стабильности. В результате отработанные масла содержат множество нежелательных примесей: асфальто-смолистые и органометаллические

компоненты. Таким образом, при регенерации отработанных моторных масел необходимо провести отбеливание отработанных масел с помощью соответствующих адсорбентов. В работе показаны результаты научных исследований по возможности использования в процессе отбеливания и очистки отработанных моторных масел новых адсорбентов, получаемых из местного минерального сырья. В процессе исследования были изучены физико-химические и адсорбционные свойства природных минералов месторождений Туркестанской области, а также проведены научные эксперименты по регенерации отработанных масел с применением природных минералов.

Ключевые слова: отработанные моторные масла, глины, адсорбенты, природные минералы, базовое масло, гудрон, утилизация, регенерация.

Abstract. The article deals with topical environmental problems of recycling and regeneration of used motor oils. Modern motor oils are alloyed lubricants, as they usually contain several alloying additives that significantly improve the performance properties of the resulting motor oils. During the operation of motor oils, the processes of destruction of motor oils take place as a result of thermochemical reactions, which lead to aging of the oil and a decrease in its quality. The processes occurring in oils can be divided into thermal transformations, oxidation and precipitation (sedimentation).The course of these processes is the basis for changing the composition of motor oils with a deterioration in its quality. Changes in the composition of the oil are due to oxidation, thermal transformations and loss of colloidal stability. As a result, used oils contain many undesirable impurities: asphalt-resinous and organometallic components. Thus, when regenerating used motor oils, it is necessary to bleach the used oils using appropriate adsorbents. The paper shows the results of scientific research on the possibility of using new adsorbents obtained from local mineral raw materials in the process of bleaching and refining used motor oils. In the course of the study, the physicochemical and adsorption properties of natural minerals from the deposits of the Turkestan region were studied, as well as scientific experiments were carried out on the regeneration of used oils using natural minerals.

Key words: used motor oils, clays, adsorbents, natural minerals, base oil, tar, recycling, regeneration.

Введение. Проблема возрастания отходов нефтепродуктов автомобильного транспорта и отработанного моторного масла очень актуальна для нашего региона. Утилизация и переработка нефтеотходов – это не только уменьшение загрязнения окружающей среды, но и снижение потребления первичных ресурсов и энергии. С одной стороны необходимы определенные затраты на добычу и переработку сырой нефти, а на практике имеется факт накопления отработанного моторного масла на автотранспортных предприятиях и у частных лиц, которые необходимо собирать и повторно, а то и многократно использовать.

Современные моторные масла - это легированные смазочные материалы. Они обязательно содержат несколько легирующих добавок - присадок, значительно улучшающих свойства основы масла или придающие ей совершенно новые, крайне необходимые свойства. Основу моторного масла составляет базовое масло. При работе двигателя происходят качественные изменения моторного масла - старение, обусловленное его работой, которая происходит в условиях высоких термических и динамических нагрузок и сопровождается такими факторами, которые вызывают глубокие физико-химические изменения свойств материала и ухудшение их эксплуатационных показателей.

Несмотря на явные успехи и совершенствование современных способов регенерации отработанного масла, существенным препятствием остается высокая стоимость процесса. Поэтому отработанные моторные и трансмиссионные масла, которые при смене в двигателях и агрегатах автомобилей, тракторов и судов нередко сливают в почву или водоемы. При сдаче на нефтебазы отработанные моторные и индустриальные масла, как правило, не соответствуют установленным нормам по температуре вспышки. В основном их принимают как смеси отработанных нефтепродуктов по цене в 4 раза меньшей, чем цена печного топлива.

Материалы и методы исследования. В ходе эксплуатации моторных масел в них накапливаются различные продукты окисления, засорения и другие примеси, которые резко снижают качество масел. Но есть альтернатива – регенерация отработанных масел**.** Отработанные масла собирают и подвергают регенерации с целью сбережения значимого сырья, что является экономически интересным. За год на территории Республики Казахстан собирается около 530000 тонн масел, перерабатывается всего лишь около 12-14%**.**

В зависимости от процесса регенерации получают 2-3 фракции базовых масел, из которых компаундированием и введением присадок могут быть приготовлены товарные масла (моторные, трансмиссионные, гидравлические, СОЖ, пластичные смазки). Средний выход регенерированного масла из отработанного, содержащего около 2-4 % твердых загрязняющих примесей и воду, до 10 % топлива, составляет 70-85 % в зависимости от применяемого способа регенерации. Для восстановления отработанных масел применяются разнообразные технологические процессы, основанные на физических, физико-химических и химических закономерностях и заключаются в очистке масла с целью удаления из него продуктов старения и загрязнения. В качестве адсорбентов применяют вещества природного происхождения (отбеливающие глины, бокситы, природные цеолиты) и полученные искусственным путем (силикагель, окись алюминия, алюмосиликатные соединения, синтетические цеолиты).

Одними из сопутствующих веществ, удаляемых на стадии адсорбционной рафинации, являются пигменты. Природа и строение окрашивающих веществ в растительных маслах различны, однако они все обладают определенной степенью полярности, поэтому для адсорбционной рафинации масел обычно применяют полярные адсорбенты, обладающие достаточной избирательностью и активностью. Для этой цели используют специальные адсорбенты - активированные отбельные земли, традиционно получаемые из природных бентонитовых земель (алюмосиликатов), активированные минеральными кислотами, реже - активированные угли [1-3].

Адсорбенты, применяемые в промышленности, должны удовлетворять следующим требованиям: иметь высокую адсорбционную емкость и активность, чтобы при меньшем количестве адсорбента достичь при отбеливании высокого эффекта; иметь развитую поверхность (пористость) и значительное количество активных центров; иметь невысокую маслоемкость (количество масла, в процентах, удерживаемое адсорбентом); не вступать в химическое взаимодействие с кислотами и фенолами масел; легко отделяться от масла фильтрованием, иметь высокую скорость фильтрации; не придавать посторонний запах и вкус маслу [4]. Одним из этапов получения масел является адсорбционная очистка масел, которая основана на способности адсорбентов избирательно извлекать из масла смолистые и сернистые соединения, непредельные и полициклические ароматические углеводороды, а также органические кислоты, остатки серной кислоты растворителей. В результате очистки улучшаются цвет масла, его стабильность, индекс вязкости, коксуемость.

В качестве адсорбентов при очистке масел, как и при очистке топлив, применяют природные глины (отбеливающие земли)

Индекс вязкости очень важный параметр, по которому предварительно можно оценить качество получаемого моторного масла. Другой важный показатель оценивающий качество очистки это осветление отработанных моторных масел. Отбеливание масла - это процесс взаимодействия адсорбентов с маслом, в результате которого происходит осветление масла путем удаления веществ, придающих маслу темную окраску. Осветление (отбеливание) моторных масел это один из важнейших этапов регенерации отработанных масел, и технологии осветления масел должны по максимуму соответствовать требованиям ресурсо- и энергосбережения, а также экологической безопасности. Один их эффективных способов отбеливания и очистки от механических примесей и воды является фильтрация. Она позволяет удалить механические примеси и смолистые соединения за счет пропускания отработанного масла через перегородки специальных фильтров. С целью повышения качества очистки может использоваться многоступенчатая фильтрация (грубая и тонкая).

В настоящее время потребность Казахстана в смазочных маслах повышается из-за повышения потребностей в них транспортных коммуникаций и энергетических объектов поэтому ожидается возрастание спроса в смазочных материалах. Вместе с тем смазочные масла в Казахстане не производятся, весь потребляемый их объем ввозится из-за рубежа (Россия, Германия и т.д.) причем с колоссальными финансовыми затратами на приобретение и транспортировку. Между тем Казахстан располагает уникальным сырьем для производства для производства масел, к которым относятся Мангышлакские, Узенские, Жетыбайские, Кумкольские нефти, характеризующиеся высоким потенциальным содержанием масел и парафинов. К тому же в связи с экономическим ростом повышается рост отходов в виде отработанных масел, которые представляют экологическую угрозу и в тоже время являются ценным сырьем, поэтому большое значение имеет разработка новых технологий регенерации отработанных масел для дальнейшего использования его в производстве различных смазочных материалов высокого качества.

Проблема возрастания отходов нефтепродуктов автомобильного транспорта и отработанного моторного масла актуальна для региона. Утилизация и переработка нефтеотходов – это не только уменьшение загрязнения окружающей среды, но и снижение потребления первичных ресурсов и энергии. С одной стороны необходимы определенные затраты на добычу и переработку сырой нефти, а на практике имеется факт накопления отработки (отработанного моторного масла) на автотранспортных предприятиях и у частных лиц, которые необходимо собирать и повторно, а то и многократно использовать. Например, для производства 1 л нового высококачественно смазочного масла требуется 67,2 л сырой нефти и только 1,6 л отработанного масла. Современные моторные масла - это легированные смазочные материалы. Они обязательно содержат несколько легирующих добавок - присадок, значительно улучшающих свойства основы масла или придающие ей совершенно новые, крайне необходимые свойства.

При работе двигателя происходят качественные изменения моторного масла - старение, обусловленное его работой, которая происходит в условиях высоких термических и динамических нагрузок и сопровождается такими факторами, которые вызывают глубокие физико-химические изменения свойств материала и ухудшение их эксплуатационных показателей.

В результате в определенный момент времени качественные показатели масла выходят за пределы допусков, происходит загрязнение пылью, продуктами износа, сгорания топлива, а в зависимости от температуры образуются шламы, лаки и нагар приводящие к полной замене масла в маслосистеме. В работе [5] рассматривается возможность получения адсорбентов из смеси различных минералов месторождений Казахстана. Эти исследования позволят разработать инновационную технологию регенерации отработанных моторных масел с дальнейшим их вовлечением в производство базовых масел.

Несмотря на явные успехи и совершенствование современных способов регенерации отработанного масла, существенным препятствием остается высокая стоимость процесса. Немалую долю расходов занимают сбор, хранение и транспортировка отработанных масел к месту переработки. Поэтому отработанные моторные и трансмиссионные масла, которые при смене в двигателях и агрегатах автомобилей, тракторов и судов нередко сливают в почву или водоемы. В лучшем случае в автохозяйствах и пунктах базирования судов отработанные масла собирают в специальные емкости, из которых их периодически отбирают и вывозят на нефтебазы для утилизации или регенерации. При сдаче на нефтебазы отработанные моторные и индустриальные масла, как правило, не соответствуют установленным нормам по температуре вспышки. В основном их принимают как смеси отработанных нефтепродуктов по цене, в 4 раза меньшей, чем цена печного топлива. И низкие закупочные цены не оправдывают расходы, связанные со сбором и доставкой отработанных масел на приемные пункты нефтесбытовых организаций. Обратимся к любимому и пока действующему ГОСТу. Согласно ГОСТ 21046-86, отработанные нефтепродукты можно использовать следующим образом: моторные масла – как сырье для регенерации; индустриальные масла – как сырье для

регенерации и очистки; смеси нефтепродуктов – как нефтяные промывочные жидкости, масла для термической обработки металлов, цилиндровые, трансмиссионные; нефть и жидкие нефтяные топлива, извлекаемые из очистных сооружений, – для переработки на НПЗ в смеси с нефтью и в качестве компонента котельного топлива.

Если отработанные масла использовать как компонент топлива, а не сдавать на приемные пункты, то экономическая эффективность возрастает в среднем на порядок. Существующие мини-установки по переработке отработанных масел, действие которых основано на процессах термического крекинга и дистилляции, преобразуют «отработку» в полноценное печное топливо, дизельное топливо, а также кокс, битум и т.д. [6].

Результаты и их обсуждение. Отработанные масла содержат множество нежелательных компонентов: асфальто-смолистые компоненты и присадки, органометаллические компоненты в форме ингибиторов ржавчины, антиоксидантов, моюще-диспергирующие и антипенные вещества, полимерные синтетические депрессанты и вещества повышающие индекс вязкости. Отработанные масла также содержат свинец, железо, кальций, фосфор, серу, цинк и др. Также в результате работы двигателя внутреннего сгорания в маслах наблюдается образование сажи, кокса (нагар), лака и шлама.

Кроме формирования отложений при работе двигателя возможно повышение густоты и вязкости масла, обусловленное полимеризацией продуктов, насыщенных кислородом и присутствия в масле нерастворимых продуктов неполного сгорания топлива. Такие особенности состава и структуры отработанных масел ставят важнейшую задачу подбора адсорбентов при регенерации масел, потому что большое значение имеет сохранение базовой основы масла и активной части присадок. Ранее нами были проведены научно-исследовательские работы по изучению адсорбционной активности предлагаемых минералов месторождения РК при отбеливании отработанных моторных масел, были определены химический состав, физико-химические и структурно-сорбционные свойства адсорбентов [7,8].

Для исследования возможностей использования местного минерального сырья были изучены несколько образцов отбельной глины, добытые на карьерах в Казахстане. В таблице 1 показаны химические составы образцов исследуемых глин.

Таблица 1

Химический состав образцов глин месторождений Туркестанской области, %

Наименование	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	CO_2	P_2O_5
Глина бентонит, Сарыагаш	57,28	16,03	6,25	0,11	0,18	1,25	0,28	1,57	2,07	0,18	0,14
Белая глина каолин, Дарбаза	58,4	15,5	3,54	0,30	2,40	1,45	1,12	2,08	1,39	0,03	0,04
Желтая глина Бадам	51,4	12,3	4,03	0,28	2,03	1,52	0,75	1,87	1,53	0,07	0,06

Исследования химического состава глин показали высокое содержание алюмосиликатов – оксидов кремния (до 58,4 %) и алюминия (до 16,03 %), что является показателем их высокой адсорбционной активности.

На приборе ИК-Фурье спектрометра Shimadzu IR Prestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы Pike Technologies были проведены ИК-спектральные анализы исследуемых образцов глин, полученные ИК-спектры исследуемых образцов глин показаны на рисунках 1,2. Для проведения спектрографических исследований образцы глин измельчали и высушивали при температуре 75-80^{o} С до постоянной массы.

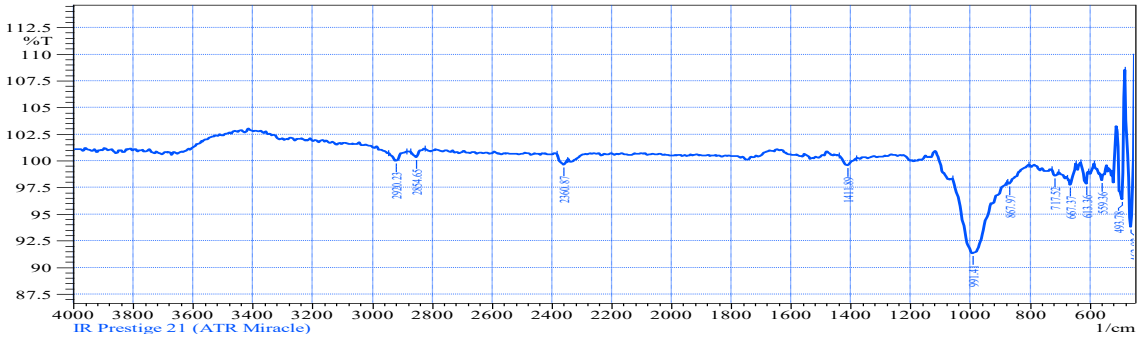


Рис.1. Образец №1: Глина бентонит, Сарыагаш

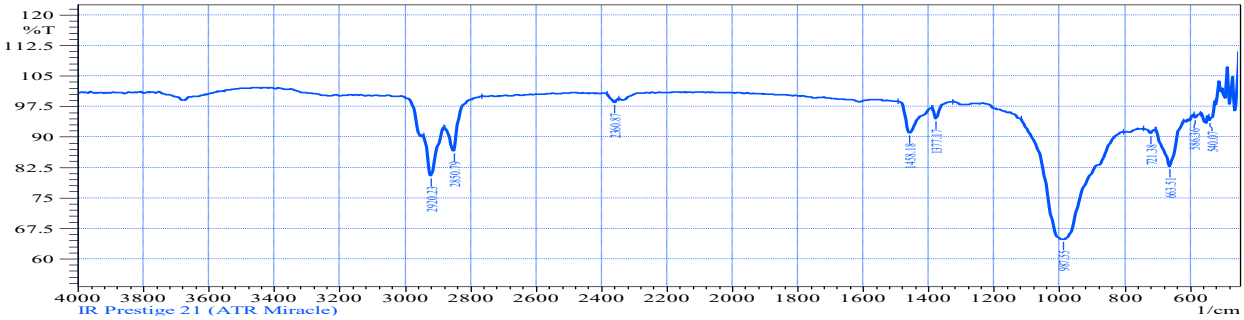


Рис.2. Образец №2: Белая глина каолин, Дарбаза

В соответствии с графиками, показанными на рисунках 1,2 представлены инфракрасные спектры образцов глин. На спектрах имеюттся отличия между образцами, которые подтверждают наличие аморфного кремнезёма. Следующие пики ИК-спектра (около 1000см$^{-1}$) предполагают кристаллическую структуру образцов наряду с аморфной составляющей, относящейся к валентным колебаниям силикатов Si-O.

В области 3000-4000см$^{-1}$ расположены полосы валентных колебаний гидроксильной группы , связанной с октаэдрическими катионами, а также молекул H_2O, ассоциированных прочной водородной связью. Вторая область 1800-800см$^{-1}$ выявляет силикатную структуру.

В связи с тем, что испытуемые образцы глин являются слоистым силикатом, при извлечении ионов из структуры кристаллической решетки и полостей между слоями , происходит увеличение пор. И как следствие данного процесса идет возрастание количества кислотных центров, а значит и увеличение сорбционного объёма. Поэтому у исследуемых глин отмечается высокая адсорбционная активность.

Предварительные испытания показали регенерирующие эффекты показанных глин при регенерации отработанных масел по основным физико-коллоидным свойствам полученных масел. В качестве адсорбентов мы использовали отбеливающие глины 4 образцов. Подбором адсорбентов с порами определенного размера, можно проводить селективную адсорбцию некоторых соединений смолистых и асфальтовых веществ, алкенов, полициклических аренов. От такой очистки масло становится светлее, поэтому этот процесс называют осветлением масла.

Лабораторные исследования показали, что оптимальный выход осветленного масла получался при высоте слоя 5,8 см. Дальнейшее увеличение высоты слоя приводило к незначительному улучшению выхода, а при уровнях менее 3,5 см выход значительно уменьшался.

В ТОО «HILL Corporation» производится регенерация отработанных масел на современной установке, поставщиком оборудования и технологий которой является немецкая компания FLUIDSOLUTIONS. Обезвоженные отработанные масла подаются на установку Plazma Tube Reaktor (PTR), где под глубоким вакуумом и температурой 370°C, методом дистилляции получают масляные фракции 1,2,3,4 и кубовый остаток различаемые по вязкости. Наиболее востребованным и ценным продуктом являются фракции 1 и 2. (по необходимости фракция 3.)

Для отбеливания данных фракций используется отбельная глина производства Испании для контактной очистки на фильтрах. Для исследования возможностей использования местного минерального сырья были изучены несколько образцов отбельной глины, добытые на карьерах в Казахстане.

В аккредитованной испытательной лаборатории ТОО «HILL Corporation» были проведены исследования по определению способности отбеливания масляных фракций глинами местных карьеров.Процесс испытаний состоял из следующих этапов:

1. В 500 г. фракции 1, добавляется глина в количестве 7%, то есть 35 г.
2. Масса тщательно перемешивается и нагревается до 150-160°С.
3. Масса фильтруется через фильтр, селективностью 1 мкм.
4. Полученный фильтрат анализируется.

При испытании первого образца (образец №1) «Глина бентонит, Сарыагаш» осветление наблюдается с 6,5 ед. до 3,9 единиц. Второй образец (образец №2) «Белая глина каолин Сарыагаш (Дарбаза)» показал осветление первой фракции с 6,5 ед. до 2,4 единиц. Третий образец (образец №3) «Желтая глина Бадам» показал осветление первой фракции наблюдается с 6,5 ед. до 3,3 единиц. Четвертый образец (образец №4) «Глина используемая в ТОО HILL», производства Испания, результаты показали осветление первой фракции с 6,5 ед. до 1,9 единиц.

По результатам проведенных исследований среди испытанных образцов показанных в таблице 1 видно, основные технические характеристики масел такие как вязкость кинематическая при 100^0С, вязкость кинематическая при 40^0С и индекс вязкости после отбеливания во всех четырех образцах практически равны, но наиболее лучшие результаты получаются при отбеливании образцом под номером 2, т.е. белой глиной-каолином Дарбазинского месторождения, г.Сарыагаш.

Условия проведения испытаний: температура $24,3^0$С, относительная влажность 75%, давление 93,3 кПа(табл.2).

Таблица 2

Результаты испытаний при использовании образцов различных природных адсорбентов

№	Наименование показателей	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец № 4
1	Вязкость кинематическая при 100^0С, мм^2/сек	6,47	6,45	6,51	6,5
2	Вязкость кинематическая при 40^0С, мм^2/сек	47	46,1	46,7	47
3	Индекс вязкости	83	85	85	84
4	Содержание механических примесей, % (масс)	0,005	0,005	0,005	0,005
5	Температура вспышки в открытом тигле, ^{0}С	222	224	220	224
6	Плотность при 20 ^{0}С, г/см^3	0,866	0,866	0,866	0,866
7	Цвет, ед. ЦНТ	3,9	2,4	3,3	1,9
8	Содержание эфиров, %	0,07	0,08	0,09	0,11
9	Содержание жирных кислот, %	0,23	0,17	0,20	0,18

Заключение. Исследования по возможности использования адсорбентов из местного сырья по основным техническим показателям (вязкости и отбеливания)регенерированных моторных масел показали, что наилучший результат получен на образце №2 «Белая глина каолин». После испытаний получено базовое масло соответствующее нормативной документации (базовое масло SN-350, с нормой цвета до 2,5 ед.). Рекомендуется провести мероприятия по активации данной глины для повышения адсорбционных свойств. Применение данной глины на производстве ТОО «HILL Corporation» может значительно

повлиять на себестоимость продукции, создать дополнительные рабочие места при разработке и добычи данной глины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров / под ред. А.Г. Сергеева.- Л.:ВНИИЖ, 1973. –Т.2 – 350 с.

2. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Нестерова Е.А. Рафинация масел и жиров – Спб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.

3. Копейковский В.М., Данильчук С.И. , Гарбузова Г.И. и др. Технология производства растительных масел// – М.; Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с.

4. Межидов В.Х., Висханов С.С., Даубова А.Л. Химический состав и некоторые свойства бентонита месторождения Катаямя (Чеченская республика) //Известия вузов. Северо-кавказский регион. Технические науки - 2013. - № 4. – С. 67-70.

5. Кузнецова, Л. П. Проблема утилизации отработанных моторных масел // Молодой ученый. — 2009. — № 10 (10). — С. 60-63. — URL: https://moluch.ru/archive/10/642/ .

6. ПусурмановаГ.Ж., ТанашевС.Т. Технология подготовки и производства нефтяных масел: Учебное пособие. –Алматы:издательство “Эверо”, 2017-438 с.

7. Туребекова Г.З., АхметоваС.О., Пусурманова Г.Ж. и др. «Утилизация и регенерация отработанных моторных масел с применением минерального сырья южного Казахстана» //Сборник научных статей МНПК «Инновация – 2021», г. Ташкент, октябрь 2021г.

8. Туребекова Г.З.и др. «Possibilities of recovering used motor oils using local minerals» // International conference “Industrial, technology sand engineering ICIT.

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рахматов Эркин Абдихафизович, д.т.н., профессор.
Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан

АННОТАЦИЯ. В статье проведён комплексный анализ современных методов цифрового моделирования в нефтегазовой отрасли. Рассмотрены геологическое, гидродинамическое и интегрированное моделирование, а также технологии цифровых двойников. Обоснована роль математических моделей в снижении геолого-технологической неопределенности и повышении коэффициента извлечения нефти. Показано, что интеграция цифровых инструментов обеспечивает повышение достоверности прогнозов добычи, снижение операционных затрат и рост инвестиционной привлекательности проектов.

Ключевые слова: цифровое моделирование, гидродинамическая модель, цифровой двойник, нефтегазовая отрасль, разработка месторождений.

ABSTRACT. The paper presents a comprehensive analysis of modern digital modeling approaches in the oil and gas industry. Geological, reservoir and integrated asset modeling techniques are considered along with digital twin technologies. The role of mathematical models in reducing geological and technological uncertainties and improving oil recovery factor is substantiated. It is shown that the integration of digital tools increases forecast accuracy, reduces operational costs and enhances project investment efficiency.

Keywords: digital modeling, reservoir simulation, digital twin, oil and gas industry, field development.

Введение. Нефтегазовая отрасль характеризуется высокой капиталоемкостью и сложностью технологических процессов. Современные месторождения отличаются неоднородным строением, значительной глубиной залегания и наличием трудноизвлекаемых запасов. В этих условиях цифровое моделирование становится основным инструментом

научно обоснованного управления разработкой. Развитие вычислительной техники и программных комплексов позволило перейти к созданию интегрированных цифровых моделей, объединяющих геологические, технологические и экономические параметры.

Геологическое моделирование. Геологическая модель представляет собой трехмерное цифровое описание строения залежи. Процесс включает интерпретацию сейсмических данных, корреляцию разрезов скважин и построение структурных поверхностей. Для распределения фильтрационно-емкостных свойств применяются геостатистические методы. Полученная модель используется для подсчета запасов и формирования расчетной сетки гидродинамического симулятора.

Гидродинамическое моделирование. Гидродинамическая модель описывает процессы фильтрации многофазных флюидов в пористой среде. Математической основой являются уравнения сохранения массы и закон Дарси. Численные методы позволяют учитывать фазовые переходы, капиллярные давления и анизотропию пласта. Результатом является прогноз динамики добычи и оценка коэффициента извлечения нефти.

Интегрированное моделирование. Интеграция пластовых моделей с моделями скважин и инфраструктуры позволяет получить согласованный прогноз добычи. Подобный подход обеспечивает снижение простоев оборудования, оптимизацию режимов работы и повышение энергетической эффективности процессов.

Цифровые двойники. Цифровой двойник представляет собой динамическую модель, синхронизированную с реальными эксплуатационными данными. Использование технологий промышленного интернета вещей и алгоритмов машинного обучения позволяет осуществлять мониторинг и прогноз отказов оборудования в режиме реального времени.

Экономическая оценка. Интеграция технических расчетов с финансовыми моделями обеспечивает оценку инвестиционной привлекательности проектов. Применяются показатели NPV, IRR и дисконтированные денежные потоки. Цифровое моделирование способствует снижению инвестиционных рисков и повышению устойчивости проектов.

Структурная схема интеграции моделей представлена на рисунке 1.



Рис.1. Структурная схема интегрированной цифровой модели месторождения

Таблица.1

Сравнительная характеристика видов цифрового моделирования

Вид моделирования	Объект	Основная задача	Практический результат
Геологическое	Пласт	Построение 3D-модели	Подсчет запасов
Гидродинамическое	Фильтрация флюидов	Прогноз добычи	Оптимизация разработки

Моделирование скважин	Скважинный фонд	Расчет дебита	Повышение эффективности
Интегрированное	Пласт–скважина–инфраструктура	Комплексный анализ	Снижение потерь

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровое моделирование является ключевым элементом современной системы управления разработкой месторождений. Комплексная интеграция моделей обеспечивает повышение эффективности добычи и снижение технологических рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aziz K., Settari A. Petroleum Reservoir Simulation. London: Applied Science Publishers, 1979.
2. Dake L.P. Fundamentals of Reservoir Engineering. Amsterdam: Elsevier, 1978.
3. Lake L.W. Enhanced Oil Recovery. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989.
4. Jensen J.L. Statistics for Petroleum Engineers and Geoscientists. Amsterdam: Elsevier, 2000.
5. Zhang D. Reservoir Engineering: Theory and Practice. Amsterdam: Elsevier, 2019.

SUV ASOSLI BURG‘ILASH QORISHMALARIDA BIOPOLIMER–NANO-SiO_2 SINERGIYASINING FILTRLASH VA REOLOGIK BARQARORLIKKA TA’SIRINI MEZONLI BAHOLASH

Normahmatov Bektosh Xujaqulovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston,
E-mail: b.x.normahmatov@ipu-edu.uz

Annotatsiya. Maqolada yuqori harorat va minerallashuv sharoitida suv asosli burg‘ilash qorishmalarining barqarorligini biopolimer komponent bilan sirt-modifikatsiyalangan SiO_2 nanozarrachalarini birgalikda qo‘llash orqali oshirishning alohida ilmiy yo‘nalishi asoslangan. Tadqiqot 2018–2026-yillarda chop etilgan tekshirilgan eksperimental manbalarni qiyosiy tahlil qilishga tayangan bo‘lib, muallif tomonidan bajarilmagan laboratoriya sinovlari original natija sifatida keltirilmagan. Manbalardagi ma’lumotlar modifikatsiyalangan kraxmallar filtrat ajralishini sezilarli kamaytirishini, sirt-modifikatsiyalangan nano-SiO_2 esa yuqori haroratli qaritishdan keyin reologik ko‘rsatkichlarning saqlanishini yaxshilashini ko‘rsatadi. Termik barqarorlik ko‘rinma va plastik qovushqoqlik hamda dinamik siljish kuchlanishining saqlanish koeffitsienti orqali baholandi. Tahlil biopolimerning gidratatsiya va filtrat nazoratini, nano-SiO_2ning esa dispers barqarorlik va mikrog‘ovaklarni berkitishni ta’minlaydigan kompozit konsepsiyani asoslaydi.

Kalit so‘zlar: suv asosli burg‘ilash qorishmasi, biopolimer, modifikatsiyalangan kraxmal, nano-SiO_2, filtratsiya, reologiya, termik barqarorlik.

Аннотация. В статье обосновано отдельное направление повышения устойчивости буровых растворов на водной основе в условиях высокой температуры и минерализации за счёт сочетания биополимерного компонента с поверхностно-модифицированными наночастицами SiO_2. Исследование выполнено как сравнительный анализ достоверных экспериментальных публикаций 2018–2026 гг.; результаты не проведённых автором лабораторных испытаний не приводятся как собственные данные. Опубликованные исследования показывают, что модифицированные крахмалы существенно уменьшают фильтрацию, а модифицированный нано-SiO_2 повышает сохранность реологических

параметров после высокотемпературного старения. Для оценки термостабильности применён критерий сохранения кажущейся и пластической вязкости, а также динамического напряжения сдвига. Обоснована композитная схема, в которой биополимер обеспечивает гидратационную и фильтрационную стабилизацию, а нано-SiO_2 – дисперсионную устойчивость и перекрытие микропор.

Ключевые слова: буровой раствор на водной основе, биополимер, модифицированный крахмал, нано-SiO_2, фильтрация, реология, термостабильность.

Abstract. The paper substantiates a distinct development direction for stabilizing water-based drilling fluids under high-temperature and saline conditions by combining a biopolymer component with surface-modified SiO_2 nanoparticles. The study is based on a comparative analysis of verified experimental publications from 2018–2026 and does not present unperformed laboratory tests as original data. Published results show that modified starches substantially reduce filtration, while surface-modified silica nanoparticles improve retention of rheological properties after high-temperature aging. A criterion based on the retention of apparent viscosity, plastic viscosity and dynamic shear stress is used to compare thermal stability. The analysis supports a composite design in which the biopolymer governs hydration and filtrate control, whereas nano-SiO_2 improves dispersion stability and pore sealing. The proposed concept differs from earlier local studies focused on synthesis and production technology of Na-CMC/PAC-based stabilizers and defines a testable route for subsequent laboratory optimization.

Keywords: water-based drilling fluid, biopolymer, modified starch, SiO_2 nanoparticles, filtration, rheology, thermal stability.

Kirish. Burg‘ilash qorishmasi quduq stvolini barqaror saqlash, parchalangan tog‘ jinslarini yer yuzasiga olib chiqish, burg‘ilash asbobini sovitish va moylash, qatlam bosimini muvozanatlash hamda mahsuldor qatlamning ifloslanishini cheklash kabi bir nechta vazifani bir vaqtda bajaradi. Chuqurlik va harorat ortishi, shuningdek Na^+ va Ca^{2+} ionlari miqdorining ko‘payishi polimer zanjirlarining gidratatsiyasini o‘zgartiradi, gil zarrachalarining agregatsiyasini kuchaytiradi va filtrat ajralishi bilan reologik ko‘rsatkichlarning boshqarilishini qiyinlashtiradi [1–3]. Shu sabab zamonaviy suv asosli tizimlarda bitta reagentga ko‘p vazifa yuklashdan ko‘ra, turli mexanizmlar bo‘yicha ishlaydigan komponentlarning sinergiyasidan foydalanish dolzarb yo‘nalishga aylandi [2,4].

Normahmatov B.X. va hammualliflarning avvalgi ishlarida mahalliy sellyuloza xomashyolari asosidagi Na-KMS hamda polianionli sellyuloza bilan bog‘liq modifikatsiyalangan kompozit stabillovchi reagentlarni olish va ishlab chiqarish texnologiyasi tadqiq qilingan [9]. Ushbu maqola o‘sha ishlarni takrorlamaydi: asosiy e’tibor yuqori harorat va minerallashuvda biopolimer hamda nano-SiO_2ning o‘zaro to‘ldiruvchi ta’sirini mezonli baholashga qaratildi. Mahalliy amaliyotda gorizontal va qiya quduqlarda qorishmaning qovushqoqligi, gel mustahkamligi va suv beruvchanligini nazorat qilish quduq stvolini tozalash hamda differensial qisilib qolishlarning oldini olish uchun muhimligi avval ham qayd etilgan [10].

Tadqiqotning maqsadi – tekshirilgan manbalardagi eksperimental natijalarni umumlashtirish asosida biopolimer–nano-SiO_2 kompozitining filtratsiya va reologik barqarorlikka ta’sir mexanizmini asoslash hamda keyingi laboratoriya optimallashtirish uchun o‘lchanadigan mezonlarni belgilash.

Materiallar va usullar. Qiyosiy tahlilga suv asosli burg‘ilash qorishmalarida polimer, modifikatsiyalangan kraxmal, gil–SiO_2 nanokompoziti, sirt-modifikatsiyalangan nano-SiO_2 va yuqori harorat–yuqori minerallashuvga chidamli kompozit filtrat kamaytirgichlar bo‘yicha 2018–2026-yillarda chop etilgan maqolalar kiritildi [1–8]. Manbalarni tanlashda uch shart qo‘llandi: tajriba sharoitining aniq ko‘rsatilishi; reologik yoki filtrlash ko‘rsatkichlarining miqdoriy berilishi;

maqolaning nashriyot sahifasi va DOI orqali tekshirilishi. Turli tadqiqotlardagi tarkib va sinov sharoitlari bir xil bo‘lmagani sabab ularning mutlaq qiymatlari to‘g‘ridan-to‘g‘ri reytinglash uchun ishlatilmadi; natijalar mexanizm va barqarorlik tendensiyalarini ajratish uchun qo‘llandi.

Rotatsion viskozimetrning 600 va 300 ayl/min ko‘rsatkichlaridan foydalanilganda Bingham modelidagi asosiy reologik parametrlar quyidagicha aniqlanadi [7]:

$$\mu_p = \theta_{600} - \theta_{300}$$

$$\mu_a = \theta_{600}/2$$

$$\tau_0 = (2\theta_{300} - \theta_{600})/2$$

bu yerda μ_p – plastik qovushqoqlik, mPa·s; μ_a – ko‘rinma qovushqoqlik, mPa·s; τ_0 – dinamik siljish kuchlanishi, Pa; θ_{600} va θ_{300} – mos ravishda 600 va 300 ayl/min dagi viskozimetr ko‘rsatkichlari. Issiq aylantirib qaritishdan keyingi termik barqarorlikni bir xil ko‘rsatkich doirasida ifodalash uchun saqlanish koeffitsienti hisoblandi:

$K_X = \frac{X_{qaritilgandan\ eyin}}{X_{qaritilishdan\ ldin}} \times 100\%$u yerda X – ko‘rinma qovushqoqlik, plastik qovushqoqlik yoki dinamik siljish kuchlanishi. K_X ning yuqori qiymati qaritishdan keyin parametrning yaxshiroq saqlanganini bildiradi; ushbu koeffitsient mazkur maqoladagi qiyosiy hisob uchun qo‘llangan yordamchi mezondir.

Natijalar. Tekshirilgan manbalarning umumlashtirilgan natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Modifikatsiyalangan kraxmal filtrat ajralishini kamaytiruvchi biopolimer sifatida samarali bo‘lib, ikkilamchi modifikatsiyalangan kraxmal uchun ayrim tajribalarda filtratsiya hajmi 81 % gacha kamaygani qayd etilgan [6]. Nano-SiO_2 va gil–SiO_2 tizimlarida esa kichik o‘lchamli zarrachalar filtrlash qobig‘idagi mikrog‘ovaklarni to‘ldirishi hamda gil dispersiyasini barqarorlashtirishi reologik va filtratsion xossalarga ijobiy ta’sir qilgan [3,4].

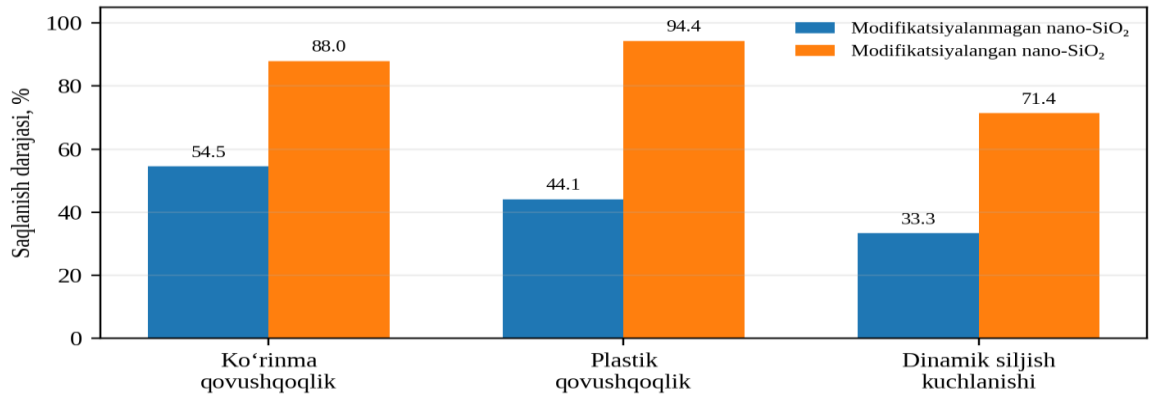
1-jadval.

Suv asosli burg‘ilash qorishmalari uchun kompozit komponentlarning tekshirilgan samaralari

Komponent/tizim	Sinov sharoiti yoki mezon	Asosiy natija	Manba
Ikkilamchi modifikatsiyalangan kraxmal	Turli almashinish darajasi va konsentratsiya	Almashinish darajasi 0,66 bo‘lgan namunada ≈22,8 kg/m³ miqdorda filtratsiya hajmi 81 % ga kamaygan	[6]
Gil–SiO_2 nanokompoziti	Suv asosli tizim, yuqori harorat sharoiti	Reologik ko‘rsatkichlar va filtratsiya nazorati yaxshilangan; nanozarrachalar qobiq tuzilishini zichlashtirgan	[4]
Sirt-modifikatsiyalangan nano-SiO_2	180 °C/16 soat qaritish	PV kamayishi 55,9 % dan 6 % gacha, τ_0 kamayishi 66,7 % dan 28 % gacha pasaygan	[7]
Kompozit PDADS polimeri	200 °C/16 soat; 15 % $CaCl_2$ yoki 30 % NaCl	3 % qo‘shimchada API filtrat ajralishi 91,6–98,2 % ga kamaygan	[8]

Geng va hammualliflar [7] ma’lumotlari bo‘yicha 50 °C da 180 °C/16 soat issiq qaritishdan oldin va keyin o‘lchangan ko‘rsatkichlardan K_X hisoblanganda, modifikatsiyalanmagan nano-SiO_2 tizimida ko‘rinma qovushqoqlikning 54,5 %, plastik qovushqoqlikning 44,1 % va dinamik siljish kuchlanishining 33,3 % qismi saqlangan. Sirt-modifikatsiyalangan nano-SiO_2 qo‘llanganda bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 88,0 %, 94,4 % va 71,4 % ni tashkil etgan (1-rasm). Bu farq sirt

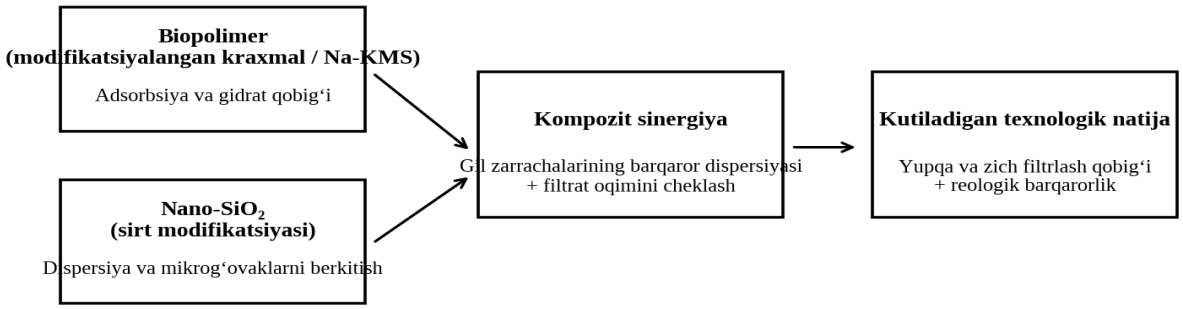
modifikatsiyasi yuqori haroratda zarrachalar agregatsiyasini cheklashi va gidrat qobig‘ining barqarorligini oshirishi bilan izohlanadi [7].



1-rasm. 180 °C/16 soat issiq qaritishdan keyin reologik ko‘rsatkichlarning saqlanish darajasi (Geng va boshq. [7] ma’lumotlari asosida hisoblangan).

Muhokama. Natijalar biopolimer va nano-SiO_2ni bitta vazifani takrorlaydigan qo‘shimchalar emas, balki ikki xil fizik-kimyoviy mexanizmni birlashtiruvchi kompozit sifatida ko‘rish maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi. Modifikatsiyalangan kraxmal, Na-KMS yoki boshqa gidrofil biopolimerlar gil yuzasida adsorbsiyalanib, suvni bog‘lash va filtrat oqimini cheklashga xizmat qiladi [1,5,6]. Nano-SiO_2 esa yuqori sirt maydoni tufayli gil zarrachalari orasidagi mikrobo‘shliqlarga kirishi, sirt zaryadini va dispers holatni boshqarishi hamda filtrlash qobig‘ining g‘ovaklik darajasini pasaytirishi mumkin [3,4,7].

Yuqori minerallashuvda Ca^{2+} va Na^{+} ionlari polimer–gil tizimining elektrostatik muvozanatini buzishi mumkin. 2026-yilda e’lon qilingan kompozit PDADS tizimida ionlarni ekranlash, vodorod bog‘lari va suv yutuvchi uch o‘lchamli tarmoq birgalikda ishlashi natijasida 200 °C dan keyin ham filtratsiya keskin kamaygani ko‘rsatilgan [8]. Bu natija kompozit stabilizatorni loyihalashda faqat qovushqoqlikni oshirish emas, balki ionlarga chidamli gidratatsiya qatlami va mikrog‘ovaklarni berkitish mexanizmlarini bir vaqtda ko‘zda tutish zarurligini ko‘rsatadi.



2-rasm. Biopolimer–nano-SiO_2 kompozitining taklif etilayotgan sinergik ta’sir mexanizmi.

Mazkur tahlildan kelib chiqib, keyingi laboratoriya bosqichi uchun uchta majburiy mezon tavsiya etiladi: birinchidan, 150–200 °C oralig‘ida issiq qaritishdan oldin va keyin K_X bo‘yicha reologik ko‘rsatkichlarni taqqoslash; ikkinchidan, NaCl va $CaCl_2$ bilan minerallashgan muhitlarda filtrat hajmi hamda filtrlash qobig‘i qalinligini aniqlash; uchinchidan, biopolimer va nano-SiO_2 alohida hamda birgalikda qo‘llangan namunalarda sinergik samarani ajratish. Shu tartibda olingan tajriba natijalari kompozit tarkibning maqbul nisbatini statistik asoslash imkonini beradi. Hozirgi maqolada aniq retseptura yoki tajribada tasdiqlanmagan optimal konsentratsiya keltirilmasligi natijalarning ishonchliligini saqlaydi.

Xulosa

1. Avvalgi mahalliy tadqiqotlarda Na-KMS va polianionli sellyuloza asosidagi modifikatsiyalangan stabillovchi reagentlarni olish texnologiyasi yoritilgan bo‘lsa, ushbu ish yuqori harorat va minerallashuvda biopolimer–nano-SiO_2 sinergiyasini alohida ilmiy masala sifatida ajratdi.

2. Tekshirilgan manbalar modifikatsiyalangan kraxmalning filtrat ajralishini kamaytirishda, sirt-modifikatsiyalangan nano-SiO_2ning esa yuqori haroratli qaritishdan keyin reologik ko‘rsatkichlarni saqlashda samarali ekanini ko‘rsatdi. Geng va boshq. [7] ma’lumotlari asosida hisoblangan saqlanish koeffitsienti modifikatsiyalangan nano-SiO_2 uchun plastik qovushqoqlikda 94,4 % va dinamik siljish kuchlanishida 71,4 % ni tashkil etdi.

3. Kompozit stabilizatorni ishlab chiqishda biopolimerning adsorbsiya–gidratatsiya ta’sirini nano-SiO_2ning dispersiya va mikrog‘ovaklarni berkitish xususiyati bilan birlashtirish maqsadga muvofiq. Keyingi tajribalar bir xil bazaviy qorishmada harorat, NaCl/$CaCl_2$ minerallashuvi, filtrat hajmi, qobiq qalinligi va K_X mezonlarini majburiy ravishda qamrab olishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Davoodi S., Al-Shargabi M., Wood D.A., Rukavishnikov V.S., Minaev K.M. Synthetic polymers: A review of applications in drilling fluids. Petroleum Science, 2024, 21(1), 475–518. https://doi.org/10.1016/j.petsci.2023.08.015.

[2] Oseh J.O., Mohd N.M.N.A., Gbadamosi A.O., Agi A., Blkoor S.O., Ismail I., Igwilo K.C., Igbafe A.I. Polymer nanocomposites application in drilling fluids: A review. Geoenergy Science and Engineering, 2023, 211416. https://doi.org/10.1016/j.geoen.2023.211416.

[3] Rafati R., Smith S.R., Sharifi Haddad A., Novara R., Hamidi H. Effect of nanoparticles on the modifications of drilling fluids properties: A review of recent advances. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2018, 161, 61–76. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2017.11.067.

[4] Cheraghian G., Wu Q., Mostofi M., Li M.-C., Afrand M., Sangwai J.S. Effect of a novel clay/silica nanocomposite on water-based drilling fluids: Improvements in rheological and filtration properties. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2018, 555, 339–350. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.06.072.

[5] Soto D., León O., Urdaneta J., Muñoz-Bonilla A., Fernández-García M. Modified Starch as a Filter Controller in Water-Based Drilling Fluids. Materials, 2020, 13(12), 2794. https://doi.org/10.3390/ma13122794.

[6] Ali I., Ahmad M., Lashari N. Optimizing filtration properties of water based drilling mud systems using dually modified starch. Journal of Cleaner Production, 2024, 454, 142022. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142022.

[7] Geng T., Yi W., Zhang Y., Zhang H., Wang C., Sun H. Enhancement of rheological properties of water-based drilling fluids using modified nanosilica for deep-sea drilling. Journal of Engineering and Applied Science, 2026, 73, 211. https://doi.org/10.1186/s44147-026-00943-6.

[8] Ni P., Gong D., Wang K., Li X., Li W., Gao Y., Tao J., Yuan S. A novel high-temperature and high-salt resistant composite fluid loss additive based on absorbent resin for water-based drilling fluids. Polymer, 2026, 345, 129601. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2026.129601.

[9] Normahmatov B.X., Raxmanov J.J., Bozorov O.N. Neft va gaz sanoatining burg‘ulash qorishmalari uchun modifikatsiyalangan kompozit tarkibli stabillovchi reagentlarni ishlab chiqarish texnologiyasini o‘zlashtirish. Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar, 2024, 4-son, 77-b.

[10] Sunnatov Z.U., Samatov Sh.S. Gorizontal quduqlarni burg‘ilashda yuvuvchi suyuqlikni qo‘llanilishi. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti professor-o‘qituvchilarining ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Qarshi, 2016, 82–83.

YENGIL BENZIN FRAKSIYALARINI IZOMERIZATSIYALASHDA XOMASHYONI CHUQUR TOZALASHNING KATALIZATOR BARQARORLIGIGA TA'SIRI

Qarshiyev Murodulla To'rayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston,
E-mail: murodullaqarshiyev33@gmail.com

Abstract. The influence of water and sulfur-containing compounds in light naphtha on the stability of bifunctional catalysts during C5–C6 isomerization is analyzed. The work is a comparative analytical study based on verified publications from 2013–2026; unperformed laboratory experiments are not presented as original results. The literature shows that Pt/Cl-Al_2O_3 catalysts provide high activity at low temperature but have very low resistance to moisture and sulfur, whereas zeolite catalysts are more resistant but require higher temperatures. An experimental study on Pt-promoted sulfated zirconia alumina reported rapid deactivation at 111 ppm water in the feed. Based on these findings, a pretreatment sequence comprising hydrotreating, phase separation, molecular-sieve drying and final protective adsorption is substantiated. The allowable impurity limits must be determined from the specification of the selected catalyst rather than from a universal value.

Keywords: light naphtha, isomerization, catalyst stability, hydrotreating, molecular-sieve drying, sulfur compounds, water poisoning.

Аннотация. Проанализировано влияние воды и серосодержащих соединений в лёгкой бензиновой фракции на стабильность бифункциональных катализаторов изомеризации C5–C6. Работа выполнена как сравнительное аналитическое исследование по проверенным публикациям 2013–2026 гг.; непроведённые лабораторные опыты не выдаются за собственные результаты. Показано, что катализаторы Pt/Cl-Al_2O_3 обладают высокой низкотемпературной активностью, но крайне чувствительны к влаге и сере, тогда как цеолитные системы более устойчивы, однако требуют более высокой температуры. В экспериментальной работе по Pt-промотированному сульфатированному оксиду циркония и алюминия быстрая дезактивация наблюдалась при содержании воды 111 ppm. Обоснована последовательность подготовки сырья: гидроочистка, фазовое разделение, осушка на молекулярных ситах и защитная адсорбция. Допустимые пределы примесей следует устанавливать по спецификации конкретного катализатора.

Ключевые слова: лёгкая бензиновая фракция, изомеризация, стабильность катализатора, гидроочистка, молекулярно-ситовая осушка, соединения серы, отравление водой.

Annotatsiya. Maqolada yengil benzin fraksiyasining C5–C6 izomerizatsiyasida xomashyo tarkibidagi suv va oltingugurtli birikmalarning bifunksional katalizator barqarorligiga ta'siri tahlil qilindi. Tadqiqot 2013–2026-yillarda chop etilgan tekshirilgan ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilishga asoslangan; bajarilmagan laboratoriya tajribalari muallifning o'z natijasi sifatida keltirilmagan. Adabiyotlar Pt/Cl-Al_2O_3 tizimi past haroratda yuqori faollik berishini, biroq namlik va oltingugurtga juda sezgirligini, seolitli katalizatorlar esa nisbatan barqaror bo'lsa-da yuqoriroq harorat talab qilishini ko'rsatadi. Pt bilan faollashtirilgan sulfatlangan sirkoniy–alyuminiy oksidi bo'yicha tajribada xomashyodagi 111 ppm suv tez dezaktivatsiyaga olib kelgani aniqlangan. Shu asosda gidrotozalash, fazalarni ajratish, molekulyar elakda quritish va yakuniy himoya adsorbsiyasidan iborat xomashyo tayyorlash ketma-ketligi asoslandi. Aralashmalarning ruxsat

etiladigan chegarasi universal qiymat bilan emas, tanlangan katalizatorning texnik talabiga ko‘ra belgilanishi lozim.

Kalit so‘zlar: yengil benzin fraksiyasi, izomerizatsiya, katalizator barqarorligi, gidrotozalash, molekulyar elakda quritish, oltingugurtli birikmalar, suv bilan zaharlanish.

Kirish. Avtomobil benzinida aromatik uglevodorodlar va benzol miqdorini cheklash fonida yengil to‘g‘ri haydalgan benzin fraksiyasining oktan sonini izomerizatsiya orqali oshirish neftni qayta ishlashning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda. Izomerizatsiya normal C5–C6 parafinlarni molekulyar formulasini o‘zgartirmagan holda tarmoqlangan izomerlarga aylantiradi va shu sababli yuqori oktanli, aromatik uglevodorodlar miqdori past aralashtirish komponentini olish imkonini beradi [2, 3, 7]. Jarayonning umumlashtirilgan ko‘rinishi quyidagicha ifodalanadi:

$$n\text{-}C_6H_{14} \rightleftharpoons i\text{-}C_6H_{14}$$

Qarshiyev M.T.ning avvalgi tadqiqotida xlorlangan alyuminiy oksidi tashuvchisida palladiy saqlagan katalizator namunalarini olish va yengil benzin fraksiyalarini izomerizatsiyalashga tatbiq etish masalasi yoritilgan [1]. Keyingi texnologik masala esa sintez qilingan yoki sanoat katalizatorining faolligini uzoq muddat saqlashdir. Zamonaviy tahlillar katalizator tanlovi faqat boshlang‘ich faollik va selektivlik bilan emas, balki suv, oltingugurtli va azotli birikmalar, kislorodli qutbli moddalar hamda koks hosil bo‘lishiga qarshilik bilan birgalikda baholanishi lozimligini ko‘rsatadi [3–7]. Shu sababli ushbu ishning maqsadi — izomerizatsiya oldidan xomashyoni chuqur tozalash bosqichlarini katalizator barqarorligi nuqtai nazaridan ilmiy asoslash va turli katalitik tizimlar uchun texnologik tanlov mezonlarini shakllantirishdir.

Materiallar va usullar. Tadqiqot qiyosiy-analitik usulda bajarildi. Manbalar C5–C6 uglevodorodlar izomerizatsiyasi, katalizatorning suv yoki oltingugurt bilan zaharlanishi, katalizator dezaktivatsiyasi, termodinamik va kinetik cheklanishlar hamda xomashyoni tayyorlash masalalarini bevosita yoritish mezoni bo‘yicha tanlandi. Asosiy tayanch sifatida 2018-yildagi ochiq ilmiy sharh [3], xlorlangan alyuminiy oksididagi platina katalizatorining dezaktivatsiyasi bo‘yicha 2021-yilgi ish [4], suv bilan zaharlanish mexanizmini tajribada ko‘rsatgan 2021-yilgi tadqiqot [5], C6 reaksiyalar tarmog‘ining 2025-yilgi kinetik taqqoslanishi [6] va 2026-yildagi zamonaviy texnologik sharh [7] olindi. Mahalliy ilmiy kontekst Qarshiyev M.T.ning 2023-yilgi ishi bilan bog‘landi [1].

Jarayon natijalarini baholashda normal geksan konversiyasi va tarmoqlangan C6 izomerlariga selektivlik umumiy mezon sifatida qabul qilinishi mumkin:

$$X_{n-C6} = \frac{C_{0,n-C6} - C_{n-C6}}{C_{0,n-C6}} \times 100\backslash\%$$

$$S_{i-C6} = \frac{\sum C_{i-C6}}{C_{0,n-C6} - C_{n-C6}} \times 100\backslash\%$$

bu yerda $C_{0,n-C6}$ — reaktorga kirishdagi normal geksan miqdori; C_{n-C6} — reaktordan chiqishdagi normal geksan miqdori; $\sum C_{i-C6}$ — hosil bo‘lgan tarmoqlangan C6 izomerlari yig‘indisi. Katalizator yuklamasini tavsiflash uchun suyuqlikning hajmiy soat tezligi quyidagicha yozildi:

$$v_h = \frac{Q_v}{V_{kat}}, \qquad \text{soat}^{-1}$$

bu yerda Q_v — suyuq xomashyoning hajmiy sarfi, V_{kat} — katalizator qatlamining hajmi. Mazkur formulalar uslubiy mezon sifatida berildi; maqolada yangi laboratoriya tajribasi o‘tkazilgani haqidagi da’vo qilinmaydi.

Natijalar. Adabiyotlarni solishtirish katalizatorning past haroratdagi faolligi bilan aralashmalarga chidamliligi orasida muhim muvozanat mavjudligini ko‘rsatdi. 2026-yilgi sharhda

$Pt/Cl\text{-}Al_2O_3$ katalizatorlari 120–180 °C oralig‘ida juda yuqori faollik va tarmoqlangan izomerlarga yuqori selektivlik ko‘rsatishi, ammo suv va oltingugurtga chidamliligi juda past ekani qayd etilgan; Pt/seolit tizimlari esa odatda 220–280 °C da ishlaydi va aralashmalarga nisbatan ancha barqaror [7]. Sulfatlangan sirkoniy oksidi asosidagi tizimlar 150–220 °C oralig‘ida yuqori faollik ko‘rsatishi mumkin, biroq ularning barqarorligi suv bilan zaharlanish va koks hosil bo‘lishi bilan cheklanadi [5, 7, 8]. Ushbu farqlar 1-jadvalda umumlashtirildi.

Suvning ta’siri alohida xavf hisoblanadi. Zhou va hammualliflar Pt bilan faollashtirilgan sulfatlangan sirkoniy–alyuminiy oksidi katalizatorida normal geksan izomerizatsiyasini o‘rganib, xomashyo namligi 111 ppm bo‘lgan sharoitda tez dezaktivatsiyani kuzatgan. Mualliflar suvning Zr markazlari bilan Zr–OH guruhlarini hosil qilishi natijasida faol kislota markazlarining hosil bo‘lishi susayishini ko‘rsatgan [5]. Bu natija 111 ppm ni barcha sanoat katalizatorlari uchun “ruxsat etilgan chegara” deb qabul qilishga asos bermaydi; aksincha, izomerizatsiya xomashyosini katalizator ishlab chiqaruvchisi belgilagan chegaragacha chuqur quritish zarurligini tajribaviy jihatdan tasdiqlaydi.

1-jadval.

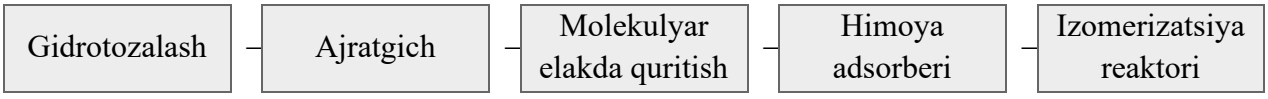
Izomerizatsiya katalizatorlarining barqarorlik nuqtai nazaridan qiyosiy tavsifi [3, 5, 7]

Katalitik tizim	Ish harorati, °C	Suv/oltingugurtga chidamlilik	Texnologik xulosa
$Pt/Cl–Al_2O_3$	120–180	Juda past	Chuqur gidrotozalash va quritish majburiy; past haroratdagi ustunlik xomashyo tozaligiga bog‘liq.
Pt/seolit	220–280	Nisbatan yuqori	Aralashmalarga barqarorroq, biroq yuqoriroq harorat termodinamik ustunlikni kamaytiradi.
Pt/SAPO-11	250–320	Yaxshi	Shakl-selektivlik va barqarorlik yuqori; umumiy konversiya pastroq bo‘lishi mumkin.
Sulfatlangan ZrO_2 asosida	150–220	Past	Kuchli kislotalilik va past harorat faolligi mavjud, ammo suv va koks dezaktivatsiyani tezlashtirishi mumkin.

Xlorlangan alyuminiy oksidli katalizatorlarda muammo yanada keskin: namlik va oltingugurtli birikmalar kislota markazlari va metall funksiyasini izdan chiqarishi, katalizatorning xlorli holatini barqaror saqlashni qiyinlashtirishi mumkin [3, 4]. Shu sababli katalizatorni tanlash xomashyo tayyorlash tizimi bilan bitta texnologik masala sifatida qaralishi kerak.

Adabiyotlar tahlili asosida izomerizatsiya reaktori oldidan tavsiya etiladigan himoya ketma-ketligi 1-rasmda ko‘rsatilgan. Bu sxemada barcha nazorat nuqtalari aniq katalizator pasporti bilan bog‘lanadi.

1-rasm. Yengil benzin fraksiyasini izomerizatsiya reaktoriga uzatishdan oldingi tavsiya etilgan himoya va chuqur tozalash ketma-ketligi.



S, N ni kamaytirish	Erkin suvni ajratish	Iz miqdordagi suvni ushlash	Qoldiq qutbli aralashmalarni ushlash	Katalizator pasporti bo‘yicha nazorat

2-jadval.

Xomashyoni tayyorlash bosqichlari va katalizator barqarorligiga ta’siri

Bosqich	Nazorat qilinadigan omil	Katalizator uchun vazifasi
Gidrotozalash	Oltingugurtli va azotli birikmalar	Metall va kislota markazlarining zaharlanish xavfini kamaytiradi.
Fazalarni ajratish	Erkin suv va kondensat	Quritish bosqichiga tushadigan namlik yukini kamaytiradi.
Molekulyar elakda quritish	Iz miqdordagi suv	Kislota markazlari va xlorlangan tashuvchining barqarorligini saqlashga xizmat qiladi.
Himoya adsorbsiyasi	Qoldiq qutbli aralashmalar	Reaktor oldidan yakuniy himoya qatlamini hosil qiladi.

Muhokama. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, “eng faol katalizator” va “eng maqbul texnologiya” tushunchalari aynan bir narsa emas. Past harorat termodinamik jihatdan ko‘proq tarmoqlangan izomerlar hosil bo‘lishiga qulay, ammo bunday rejimda juda faol kislota markazlariga ega katalizator kerak bo‘ladi; $Pt/Cl\text{-}Al_2O_3$ tizimi shuning uchun samarali, lekin ayni vaqtda xomashyo tozaligiga juda talabchan [2, 3, 7]. Seolitli tizimlar aralashmalarga chidamliroq bo‘lsa-da, yuqoriroq haroratda ishlashi sababli tarmoqlangan izomerlarning muvozanatdagi ulushi bo‘yicha past haroratli tizim ustunligini to‘liq takrorlamaydi. 2025-yilgi kinetik tahlil C6 izomerizatsiyasini ishonchli tavsiflash uchun reaksiyalar tarmog‘i va muvozanat ma’lumotlarini birgalikda hisobga olish zarurligini ko‘rsatdi [6].

Amaliy loyihalashda suv yoki oltingugurt uchun bitta universal raqam berish ilmiy jihatdan to‘g‘ri emas. Ruxsat etiladigan qiymat katalizator turi, tashuvchi, xlor miqdori, metall komponent, reaktor rejimi va litsenziar talabiga bog‘liq. Shu sababli 2-jadvaldagi ketma-ketlik “aniq chegara” emas, balki nazorat arxitekturasi sifatida qo‘llanilishi kerak: har bir bosqichdan keyingi tahlil natijasi tanlangan katalizator pasportidagi chegaralar bilan solishtiriladi. Bunday yondashuv quritish yoki adsorbsiya qurilmasini ortiqcha kattalashtirishdan ham, katalizatorni yetarlicha himoya qilmaslikdan ham saqlaydi.

Qarshiyev M.T.ning 2023-yilgi ishida mahalliy xomashyo va xlorlangan alyuminiy oksidi asosida katalizator olish yo‘nalishi ko‘rsatilgan [1]. Mazkur maqola esa o‘sha yo‘nalishni katalizator tayyorlash bosqichidan sanoat barqarorligiga olib chiqadi: istiqboldagi tajribalar bir xil katalizator namunasida nazorat qilinadigan suv va oltingugurt miqdorlarini bosqichma-bosqich o‘zgartirib, konversiya, selektivlik va faollikning vaqt bo‘yicha pasayishini aniqlashi kerak. Shunda xomashyo tayyorlash tizimining texnik-iqtisodiy optimumi mahalliy sharoit uchun eksperimental ravishda belgilanishi mumkin.

Xulosa. Yengil benzin fraksiyasini izomerizatsiyalashda katalizator barqarorligi xomashyoni tayyorlash sifatiga bevosita bog‘liq. Birinchidan, $Pt/Cl\text{-}Al_2O_3$ kabi past haroratli yuqori faol tizimlar suv va oltingugurtga juda sezgir bo‘lgani uchun chuqur gidrotozalash va quritish texnologiyaning ajralmas qismi hisoblanadi. Ikkinchidan, Pt/seolit va SAPO-11 tizimlari aralashmalarga nisbatan

barqarorroq, biroq yuqoriroq ish harorati bilan bog‘liq termodinamik cheklanishni hisobga olish talab etiladi. Uchinchidan, Pt–sulfatlangan sirkoniy oksidi tizimida 111 ppm suv sharoitida tez dezaktivatsiya kuzatilgani namlikni nazorat qilish zaruratini eksperimental tasdiqlaydi [5]. To‘rtinchidan, xomashyo uchun ruxsat etiladigan suv, oltingugurt va boshqa aralashmalar miqdori umumiy “standart son” bilan emas, tanlangan katalizatorning texnik pasporti va litsenziar talabi asosida belgilanadi. Shu asosda gidrotozalash → fazalarni ajratish → molekulyar elakda quritish → himoya adsorbsiyasi → izomerizatsiya ketma-ketligi katalizator xizmat muddatini saqlashning ilmiy asoslangan texnologik yechimi sifatida tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Qarshiyev M.T. Yengil benzin fraksiyalarini izomerizatsiyalash jarayonlari uchun katalizatorlar olish // Innovatsion texnologiyalar. Maxsus son. 2023. B. 25–32.

[2] Valavarasu G., Sairam B. Light Naphtha Isomerization Process: A Review // Petroleum Science and Technology. 2013. Vol. 31, No. 6. P. 580–595. DOI: 10.1080/10916466.2010.504931.

[3] Naqvi S.R., Bibi A., Naqvi M., Noor T., Nizami A.-S., Rehan M., Ayoub M. New trends in improving gasoline quality and octane through naphtha isomerization: a short review // Applied Petrochemical Research. 2018. Vol. 8. P. 131–139. DOI: 10.1007/s13203-018-0204-y.

[4] Kharat A.N., Mohammadrezaee A., Aliahmadi M. Deactivation of platinum on chlorinated alumina catalyst in the light naphtha isomerization process // Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis. 2021. Vol. 133, No. 1. P. 327–339. DOI: 10.1007/s11144-021-01978-x.

[5] Zhou S., Song Y., Zhao J., Zhou X., Chen L. Study on the Mechanism of Water Poisoning Pt-Promoted Sulfated Zirconia Alumina in n-Hexane Isomerization // Energy & Fuels. 2021. Vol. 35, No. 18. P. 14860–14867. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.1c01440.

[6] Díaz-Cervantes D.K., Elías-Domínguez A., Castro-Agüero Á., Pérez-Villaseñor F., Ortíz-Arroyo A., López-Medina F., López-López E., Osorio-de-la-Rosa E. A Comparative Study of Kinetic Reaction Schemes for the Isomerization Process of the C6 Series // Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 8. 4429. DOI: 10.3390/app15084429.

[7] Orazbayev N.S., Seitenova G.Z. Catalytic isomerization of light alkanes: thermodynamic, kinetic, and technological aspects // Kazakhstan Journal for Oil & Gas Industry. 2026. Vol. 8, No. 2. P. 119–132. DOI: 10.54859/kjogi108984.

[8] Aliyeva A.A., Mehrabova H.R., Niftaliyev Sh.R. Conversion of n-hexane over catalysts based on sulfated zirconium dioxide // Azerbaijan Journal of Chemical News. 2024. Vol. 6, No. 1. P. 39–44. DOI: 10.32010/AJCN04022024-39.

DIZEL FRAKSIYALARINI CHUQUR OLTINGUGURTSIZLANTIRISHDA $NiMo/Al_2O_3$ KATALIZATORI FAOLLIGINI BOSHQARISHNING TUZILMAVIY-TEXNOLOGIK OMILLARI

Qarshiyev Murodulla To‘rayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: murodullaqarshiyev33@gmail.com

Abstract. The article comparatively analyses structural and technological factors controlling the activity of $NiMo/Al_2O_3$ catalysts for deep hydrodesulfurization of diesel fractions. Peer-reviewed studies published in 2024–2025 were evaluated with emphasis on support heat treatment, metal–support interaction, gallium modification, hierarchical porosity and sulfidation route. Published data show that a catalyst prepared with alumina calcined at 600 °C reached 94.5% conversion of 4,6-dimethyldibenzothiophene, while 1 wt.% Ga modification increased hydrodesulfurization activity by 25%. A catalyst produced from a sulfide precursor maintained a 99.8% desulfurization index for up

to 240 h under the reported test conditions. The analysis indicates that increasing the fraction of type-II Ni–Mo–S active sites and reducing diffusion limitations are key directions for improving industrial catalysts.

Keywords: diesel fraction, deep hydrodesulfurization, $NiMo/Al_2O_3$, catalyst, Ni–Mo–S active sites, 4,6-dimethyldibenzothiophene, pore structure.

Аннотация. В статье на основе сравнительного анализа рассмотрены структурные и технологические факторы, определяющие активность катализаторов $NiMo/Al_2O_3$ при глубоком гидрообессеривании дизельных фракций. Обобщены результаты рецензируемых работ 2024–2025 гг. по влиянию термообработки носителя, взаимодействия металл–носитель, модифицирования галлием, иерархической пористости и способа сульфидирования. По опубликованным данным, катализатор на оксиде алюминия, прокалённом при 600 °C, обеспечил 94,5% конверсии 4,6-диметилдибензотиофена; введение 1% Ga повысило активность на 25%; катализатор из сульфидного предшественника сохранял показатель обессеривания 99,8% до 240 ч в условиях испытания. Показано, что увеличение доли активных центров Ni–Mo–S II типа и снижение диффузионных ограничений являются ключевыми направлениями совершенствования катализаторов.

Ключевые слова: дизельная фракция, глубокое гидрообессеривание, $NiMo/Al_2O_3$, катализатор, активные центры Ni–Mo–S, 4,6-диметилдибензотиофен, пористая структура.

Annotatsiya. Maqolada dizel fraksiyalarini chuqur oltingugurtsizlantirishda qo‘llanadigan $NiMo/Al_2O_3$ katalizatorlari faolligini belgilovchi tuzilmaviy va texnologik omillar adabiyot ma’lumotlari asosida qiyosiy tahlil qilindi. 2024–2025-yillarda chop etilgan ilmiy ishlarda tashuvchiga issiqlik ishlovi berish, metall–tashuvchi o‘zaro ta’siri, galliy bilan modifikatsiyalash, iyerarxik g‘ovaklik va sulfidlash usulining 4,6-dimetildibenzotiofen konversiyasiga ta’siri umumlashtirildi. E’lon qilingan ma’lumotlarda 600 °C da qizdirilgan Al_2O_3 asosidagi katalizatorda 94,5% konversiya, 1% Ga kiritilganda faollikning 25% oshishi, sulfidli prekursor asosidagi katalizatorda esa 99,8% darajadagi oltingugurtsizlantirish ko‘rsatkichining 240 soatgacha saqlanishi qayd etilgan. II turdagi Ni–Mo–S faol markazlari ulushini oshirish va diffuziya qarshiligini kamaytirish katalizatorni takomillashtirishning asosiy yo‘nalishlari sifatida ajratildi.

Kalit so‘zlar: dizel fraksiyasi, chuqur oltingugurtsizlantirish, $NiMo/Al_2O_3$, katalizator, Ni–Mo–S faol markazi, 4,6-dimetildibenzotiofen, g‘ovak tuzilish.

Kirish. Neft fraksiyalaridagi organik oltingugurt birikmalari yoqilg‘i sifati, keyingi katalitik jarayonlarning barqarorligi va chiqindi gazlar tarkibiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Zamonaviy qayta ishlashda dizel fraksiyasini chuqur oltingugurtsizlantirishning asosiy vazifasi faqat umumiy oltingugurt miqdorini kamaytirish emas, balki oddiy tiofenlar bilan bir qatorda sterik jihatdan qiyin reaksiyaga kirishadigan dibenzotiofen hosilalarini ham yuqori darajada parchalashdir. Ayniqsa 4,6-dimetildibenzotiofen tarkibidagi metil guruhlari faol markazga yaqinlashishni cheklagani sababli u katalizator faolligini baholashda muhim model birikma hisoblanadi [1, 2].

Sanoatda molibden va nikel birikmalari γ-Al_2O_3 tashuvchisiga joylashtirilgan $NiMo/Al_2O_3$ tizimi keng qo‘llanadi. Faol holatda molibden disulfidi qatlamlarining chekka qismlarini nikel atomlari bezashi natijasida Ni–Mo–S tipidagi markazlar hosil bo‘ladi. Katalizatorning real samaradorligi metall miqdori bilangina belgilanmaydi: tashuvchining koordinatsion holati va kislotaliligi, g‘ovaklar o‘lchami, faol fazaning dispersligi, metall–tashuvchi bog‘lanishining kuchi hamda sulfidlash darajasi birgalikda ta’sir qiladi [2–6]. Shu bois ushbu maqolaning maqsadi so‘nggi ilmiy natijalarni qiyoslash orqali $NiMo/Al_2O_3$ katalizatori faolligini oshiruvchi asosiy tuzilmaviy-texnologik omillarni ajratish va ularni neftni qayta ishlash amaliyoti nuqtai nazaridan tizimlashtirishdan iborat.

Materiallar va usullar. Tadqiqot adabiyot ma’lumotlarini qiyosiy tahlil qilish usulida bajarildi. Asosiy tanlov mezonlari: 2024–2025-yillarda retsenziyalangan jurnalda chop etilgan bo‘lishi; $NiMo/Al_2O_3$ yoki unga yaqin gidrotozalash tizimida katalizator tuzilishi bilan faollik o‘rtasidagi bog‘lanishni tajriba orqali ko‘rsatishi; konversiya, nisbiy faollik, reaksiyaning tezlik doimiysi yoki barqarorlik bo‘yicha miqdoriy ko‘rsatkich berishi. Qiyoslashda tashuvchini qizdirish

harorati, modifikator kiritish, iyerarxik g‘ovak tuzilish va sulfidli prekursor orqali faol fazani shakllantirish kabi yondashuvlar ko‘rib chiqildi [3–6].

Model oltingugurtli birikmaning aylanish darajasi boshlang‘ich va yakuniy konsentratsiyalar orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$X = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\%$$

bu yerda C_0 – boshlang‘ich konsentratsiya, C – reaktordan keyingi konsentratsiya, X – konversiya, %. Kinetik ma’lumotlar bir xil sharoitda taqqoslanganda psevdobirinchi tartibli yaqinlashuv uchun tezlik doimiysi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$k = -\frac{1}{\tau}\ln(1 - X)$$

bu yerda τ – shartli kontakt vaqti, X esa 0–1 oraliqdagi ulush sifatida olinadi. Mazkur formulalar maqolada yangi tajriba natijasini hisoblash uchun emas, turli ishlarda berilgan konversiya va kinetik ko‘rsatkichlarning fizik ma’nosini bir xil mezonda sharhlash uchun keltirildi.

Natijalar. Qiyosiy tahlil katalizator faolligiga bitta parametr emas, balki faol faza hosil bo‘lishi va molekulalarning shu markazlarga yetib borishini belgilovchi omillar majmui ta’sir qilishini ko‘rsatdi. 1-jadvalda to‘rtta asosiy yondashuv bo‘yicha e’lon qilingan natijalar jamlangan.

1-jadval.

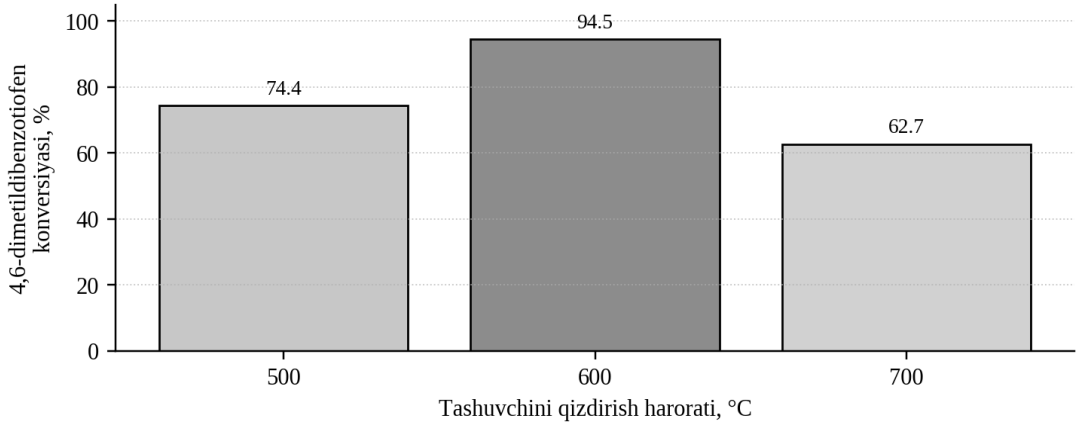
$NiMo/Al_2O_3$ asosidagi katalizator faolligini oshirish yondashuvlarining qiyosiy natijalari [3–6]

Yondashuv	Tuzilmaviy o‘zgarish	E’lon qilingan natija	Texnologik talqin
Al_2O_3 ni 500/600/700 °C da qizdirish [3]	Sirt Al koordinatsiyasi va Brensted kislota markazlari ulushi o‘zgaradi; sirt maydoni taxminan 130 m^2/g va g‘ovak diametri 3,5 nm darajada saqlangan.	4,6-dimetildibenzotiofen konversiyasi: 74,4 / 94,5 / 62,7%.	600 °C da besh koordinatsiyali Al va kislota markazlarining qulay nisbati yuzaga kelgan.
1 massa % Ga bilan modifikatsiyalash [4]	Kuchli metall–tashuvchi bog‘lanish va faol bo‘lmagan $NiAl_2O_4$, Ni_xS_γ fazalarining hosil bo‘lishi kamayadi.	Faollik +25%; tezlik doimiysi 2,15 marta; faol markazga to‘g‘ri keladigan tezlik 1,3 marta oshgan.	II turdagi Ni–Mo–S markazlari va sulfidlanuvchanlik ortadi.
Sulfidli prekursor asosida to‘g‘ridan-to‘g‘ri faol faza hosil qilish [5]	MoS_4^{2-} prekursoridan sulfidlashga moyil Mo va Ni bilan bezatilgan MoS_2 chekkalari hosil qilinadi.	S-CAT-15 da 99,8% ko‘rsatkich 240 soatgacha; O-CAT-15 ga nisbatan qariyb 2 marta, O-CAT-20 ga nisbatan 1,6 marta yuqori faollik.	Metall miqdorini oshirishdan ko‘ra mavjud Mo ni faol Ni–Mo–S shakliga o‘tkazish samaraliroq bo‘lishi mumkin.
Iyerarxik g‘ovak Al_2O_3–ZrO_2 tashuvchi [6]	Aktiv ko‘mir shabloni meso- va makrog‘ovaklarning rivojlanishini kuchaytiradi.	Kraxmal shablonli namunalarga nisbatan oltingugurt va azotni ajratish faolligi yuqori.	Yirik aromatik molekulalarning ichki faol markazlarga diffuziyasi yengillashadi.

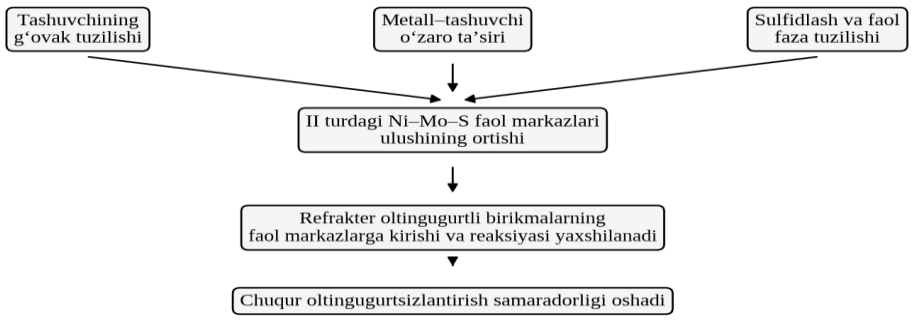
Wang va hammualliflar [3] natijalari tashuvchiga issiqlik ishlovi berishning ta’siri monoton emasligini ko‘rsatadi. 500 °C dan 600 °C gacha harorat ko‘tarilganda 4,6-dimetildibenzotiofen konversiyasi 74,4% dan 94,5% gacha oshgan, 700 °C da esa 62,7% gacha pasaygan (1-rasm). Mualliflar buni sirt alyuminiy atomlarining koordinatsion muhiti va Brensted kislota markazlari bilan

bog‘lagan. Demak, yuqori haroratning o‘zi maqsad emas; faol fazani qulay bog‘laydigan optimal sirt holatini shakllantirish muhim.

Arora va hammualliflar [4] 1 massa % Ga kiritish orqali faollikni 25% ga oshirgan va reaksiyaning tezlik doimiysi an’anaviy NiMo/γ-Al_2O_3 namunasiga nisbatan 2,15 marta yuqori bo‘lganini ko‘rsatgan. Muhim jihati shundaki, modifikator oddiy qo‘shimcha faol metall sifatida emas, balki Ni va Mo ning tashuvchi bilan haddan tashqari kuchli birikishini susaytirib, faol bo‘lmagan fazalar ulushini kamaytiruvchi tuzilmaviy vosita sifatida ishlagan. Han va hammualliflar [5] esa oksidli prekursorni keyinchalik sulfidlash yo‘li o‘rniga sulfidli MoS_4^{2-} prekursoridan foydalangan. Ularning S-CAT-15 namunasi e’lon qilingan sinov sharoitida 99,8% oltingugurtsizlantirish ko‘rsatkichini 240 soatgacha saqlagan; faollik O-CAT-15 ga nisbatan qariyb ikki marta va metall yuklamasi yuqoriroq O-CAT-20 ga nisbatan 1,6 marta katta bo‘lgan [5].



1-rasm. Tashuvchini qizdirish haroratining 4,6-dimetildibenzotiofen konversiyasiga ta’siri (Wang va boshqalar [3] ma’lumotlari asosida)



2-rasm. NiMo/Al_2O_3 katalizatori faolligini oshirishning tuzilmaviy mantiqiy zanjiri (muallif tomonidan [2–6] ma’lumotlari asosida tuzilgan)

Muhokama. Natijalarni birgalikda ko‘rib chiqish katalizatorni takomillashtirishning uchta o‘zaro bog‘liq darajasini ajratishga imkon beradi (2-rasm). Birinchi daraja – tashuvchining g‘ovak tuzilishi. Dizel fraksiyasidagi ko‘p halqali oltingugurtli birikmalar ichki faol markazlarga yetib borishi uchun faqat katta sirt maydoni emas, balki transport uchun qulay meso- va makrog‘ovaklar tizimi zarur. Puello-Polo va hammualliflar [6] aktiv ko‘mir shabloni bilan olingan iyerarxik Al_2O_3–ZrO_2 tashuvchida kraxmal shabloniga nisbatan yuqoriroq gidrotozalash faolligini aynan shu omil bilan izohlagan.

Ikkinchi daraja – metall–tashuvchi o‘zaro ta’sirini boshqarish. Bog‘lanish juda kuchli bo‘lsa, Mo–O–Al turidagi barqaror bog‘lar va $NiAl_2O_4$ kabi sulfidlash qiyin bo‘lgan fazalar ko‘payadi; juda kuchsiz bog‘lanish esa faol komponentning yiriklashuviga olib kelishi mumkin. [3] va [4] natijalari bu qarama-qarshilikni muvozanatlash zarurligini ko‘rsatadi: optimal issiqlik ishlovi sirt Al markazlarining qulay holatini yaratadi, kichik miqdordagi Ga esa nofaol fazalarni bostirib, II turdagi Ni–Mo–S markazlari ulushini oshiradi.

Uchinchi daraja – faol fazani shakllantirish yo‘li. [5] ishida 15% MoO_3 ekvivalent yuklamaga ega sulfidli prekursorli katalizatorning 20% MoO_3 ekvivalentli an’anaviy oksidli namunadan ham faolroq bo‘lishi “ko‘proq metall – doimo ko‘proq faollik” degan sodda yondashuvni rad etadi. Amaliy jihatdan faol metallning qaysi qismi haqiqiy Ni–Mo–S chekka markazlariga aylanganini nazorat qilish xomashyo sarfi va reaktor unumdorligi uchun muhimroq bo‘lishi mumkin. Termokatalitik qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirish va boshqarish masalalari mahalliy tadqiqotlarda ham ko‘tarilgan [7]; katalizatorning holati, reaktor harorati, bosim va vodorod/xomashyo nisbati birgalikda kuzatiladigan boshqaruv obyekti sifatida qaralishi maqsadga muvofiq.

Biroq laboratoriya natijalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri sanoat dizeliga ko‘chirishda cheklovlar mavjud. Model 4,6-dimetildibenzotiofen bilan olingan yuqori konversiya real xomashyoda azotli birikmalar, ko‘p halqali aromatik uglevodorodlar, metall izlari va g‘ovaklardagi diffuziya ta’sirida pasayishi mumkin. Bundan tashqari, faol markazlar sonini oshirish vodorod sarfi, gidrogenlash darajasi va katalizatorning kokslanishga chidamliligi bilan birgalikda baholanishi lozim. Shuning uchun istiqbolli tarkibni tanlashda laboratoriya faolligi bilan bir qatorda uzoq muddatli barqarorlik, regeneratsiyalanish va sanoat xomashyosida sinash natijalari ham majburiy mezon bo‘lishi kerak [2, 5].

Xulosa. Adabiyot ma’lumotlarining qiyosiy tahlili $NiMo/Al_2O_3$ katalizatori faolligini oshirishda metall yuklamasini ko‘paytirishdan ko‘ra faol faza hosil bo‘lishi va massa almashinuvini maqsadli boshqarish ustun ekanini ko‘rsatdi. Al_2O_3 ni 600 °C da qizdirish 4,6-dimetildibenzotiofen konversiyasini 94,5% ga yetkazgan, 1 massa % Ga bilan modifikatsiya faollikni 25% oshirgan, sulfidli prekursor asosidagi S-CAT-15 esa e’lon qilingan sharoitda 99,8% oltingugurtsizlantirish ko‘rsatkichini 240 soatgacha saqlagan [3–5]. Iyerarxik g‘ovak tuzilish yirik molekulalarning faol markazlarga kirishini yengillashtiradi [6]. Shu asosda sanoat katalizatorini loyihalash uchun uchta ustuvor yo‘nalish tavsiya etiladi: metall–tashuvchi o‘zaro ta’sirini optimallashtirish, II turdagi Ni–Mo–S markazlari ulushini oshirish va diffuziya cheklovlarini kamaytiruvchi g‘ovak arxitekturasini shakllantirish. Keyingi bosqichda ushbu yondashuvlarni real dizel xomashyosi va uzoq muddatli reaktor sinovlarida birgalikda tekshirish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Babich I.V., Moulijn J.A. Science and technology of novel processes for deep desulfurization of oil refinery streams: a review. Fuel. 2003. Vol. 82, No. 6. P. 607–631. DOI: 10.1016/S0016-2361(02)00324-1.

[2] Arora S., Singh R., Khan R., Kunzru D., Sivakumar S. Challenges and opportunities to design a highly active hydrodesulfurization catalyst: A comprehensive review. Molecular Catalysis. 2025. Vol. 583. 115220. DOI: 10.1016/j.mcat.2025.115220.

[3] Wang Y., Hua M., Zhou S., Hu D., Liu F., Cheng H., Wu P., Wu H., Liu J., Zhu W. Regulating the coordination environment of surface alumina on NiMo/Al2O3 to enhance ultra-deep hydrodesulfurization of diesel. Applied Catalysis B: Environment and Energy. 2024. Vol. 357. 124265. DOI: 10.1016/j.apcatb.2024.124265.

[4] Arora S., Rashmi, Sivakumar S. Suppression of inactive sites in NiMo@amorphous alumina catalysts for hydrodesulfurization reaction: Effect of Ga doping. Journal of Catalysis. 2024. Vol. 434. 115501. DOI: 10.1016/j.jcat.2024.115501.

[5] Han W., Gao Y., Zhou S., Long X., Liu J., Nie H. A novel and facile strategy for the preparation of highly reactive NiMo/γ-Al2O3 hydrodesulfurization catalyst. Separation and Purification Technology. 2025. Vol. 359. 130685. DOI: 10.1016/j.seppur.2024.130685.

[6] Puello-Polo E., Betancourt P., Méndez F.J. Enhanced hydrotreating performance of hierarchical NiMo-S/Al2O3 catalysts through ZrO2 incorporation and template-driven structural modulation. Catalysis Today. 2025. Vol. 443. 114973. DOI: 10.1016/j.cattod.2024.114973.

[7] Mallayev A.R., Samatov Sh.Sh. Neft fraksiyalarini termokatalitik qayta ishlash texnologik jarayonini avtomatlashtirish va boshqarishning ilmiy asoslari. “Uglevodorod qazib chiqarishni ko‘paytirish, ularni qayta ishlash samaradorligini oshirish bo‘yicha innovatsion texnologik yechimlar va neft-gaz sohasi uchun kadrlar tayyorlashda klasterlarning roli” xalqaro ilmiy-texnik anjumani. Toshkent, 20-may 2025. B. 541–545.

YUQORI QOVUSHQOQLI NEFTLARNING OQUVCHANLIGIGA HARORAT VA TARKIBIY OMILLARNING TA'SIRI

Usmanov Irzabek Azat Uli[1], Fozilov Sadriddin Fayzullaevich[1], Sapashov Ikramjan Yaumytbaevich[2]
[1] Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O'zbekiston
[2] Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus, O'zbekiston

Annotatsiya. Ishda yuqori qovushqoqli neftlarning oquvchanligiga harorat va tarkibiy omillarning ta'siri eksperimental o'rganildi. Qovushqoqlik 20–60 °C oralig'ida rotatsion viskozimetrda aniqlanib, tarkibiy modifikatsiyalashda Sharqiy Berdaq gaz kondensatidan foydalanildi. Harorat oshirilganda Jarqo'rg'on neftining qovushqoqligi 15 200 dan 3 400 mPa·s gacha, gaz kondensati bilan aralashtirilganda esa 2 800 mPa·s gacha kamaydi. Natijalar harorat va gaz kondensati bilan modifikatsiyalash yuqori qovushqoqli neft oquvchanligini samarali yaxshilashini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: *yuqori qovushqoqli neft, qovushqoqlik, harorat, parafin, gaz kondensati, oquvchanlik, reologik xossalar.*

Аннотация. В работе экспериментально исследовано влияние температуры и компонентных факторов на текучесть высоковязкой нефти. Вязкость определяли с помощью ротационного вискозиметра в диапазоне температур 20–60 °C, а для модификации состава использовали газовый конденсат месторождения Шаркий Бердах. При повышении температуры вязкость нефти месторождения Джаркурган снизилась с 15 200 до 3 400 мПа·с, а при смешении с газовым конденсатом — до 2 800 мПа·с. Полученные результаты показали эффективность регулирования температуры и модификации газовым конденсатом для улучшения текучести высоковязкой нефти.

Ключевые слова: *высоковязкая нефть, вязкость, температура, парафин, газовый конденсат, текучесть, реологические свойства.*

Abstract. The effects of temperature and compositional factors on the flowability of high-viscosity crude oil were experimentally investigated. Viscosity was measured using a rotational viscometer over the temperature range of 20–60 °C, while gas condensate from the Sharqiy Berdaq field was used for compositional modification. As the temperature increased, the viscosity of Jarqorgon crude oil decreased from 15,200 to 3,400 mPa·s and further decreased to 2,800 mPa·s when blended with gas condensate. The results demonstrated that temperature control and modification with gas condensate are effective in improving the flowability of high-viscosity crude oil.

Keywords: *high-viscosity crude oil, viscosity, temperature, paraffin, gas condensate, flowability, rheological properties.*

Yuqori qovushqoqli va parafinli neftlarni qazib olish, tayyorlash, quvur orqali tashish hamda qayta ishlashda ularning reologik xossalari muhim texnologik ahamiyatga ega. Neft qovushqoqligining yuqori bo'lishi quvurdagi gidravlik qarshilikni oshiradi, nasos uskunalarining ish rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi va transport jarayonida energiya sarfining ortishiga olib keladi. Neftning reologik holati uning komponent tarkibi, harorat va yuqori molekulyar birikmalar miqdori bilan chambarchas bog'liq [1].

Ayniqsa, parafinli neftlarda haroratning pasayishi natijasida parafin uglevodorodlarining kristallanishi oqim xususiyatlarining yomonlashishiga sabab bo'ladi. Hosil bo'lgan kristallarning o'zaro ta'siri neft sistemasida fazoviy strukturaning shakllanishiga va oqimga qarshilikning ortishiga olib kelishi mumkin [2,3].

Yuqori qovushqoqli neftlarning oquvchanligini yaxshilash uchun termik ishlov berish, yengil uglevodorodlar bilan suyultirish va kimyoviy depressor qo'shimchalardan foydalanish kabi usullar qo'llaniladi. Gaz kondensati bilan suyultirish og'ir neft qovushqoqligini kamaytirishning amaliy usullaridan biri bo'lib, adabiyotlarda harorat va kondensat qo'shilishi dinamik qovushqoqlikka sezilarli ta'sir ko'rsatishi qayd etilgan [4,5].

Ushbu ishning maqsadi yuqori qovushqoqli neftning oquvchanligiga harorat va tarkibiy omillarning ta’sirini eksperimental baholash hamda Sharqiy Berdaq gaz kondensati bilan aralashtirish orqali qovushqoqlikni kamaytirish imkoniyatini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida Jarqo‘rg‘on, Ko‘kayti va Janubiy-Kemachi konlaridan olingan yuqori qovushqoqli neft namunalari tanlandi. Neft namunalarining reologik xususiyatlarini baholashda zichlik, dinamik qovushqoqlik va parafin miqdori asosiy ko‘rsatkichlar sifatida qabul qilindi.

Zichlik 20 °C haroratda piknometrik usulda aniqlandi. Dinamik qovushqoqlik rotatsion viskozimetr yordamida 20, 40 va 60 °C haroratlarda o‘lchandi. Neft tarkibini modifikatsiyalash uchun Sharqiy Berdaq konidan olingan gaz kondensatidan foydalanildi. Yuqori qovushqoqli neft gaz kondensati bilan belgilangan nisbatlarda aralashtirilib, hosil bo‘lgan aralashmalarning qovushqoqlik ko‘rsatkichlari aniqlandi.

Olingan eksperimental natijalar taqqoslash va grafik tahlil usullarida qayta ishlandi. Asosiy baholash mezoni sifatida harorat va tarkibiy o‘zgarish natijasida dinamik qovushqoqlikning kamayish darajasi qabul qilindi.

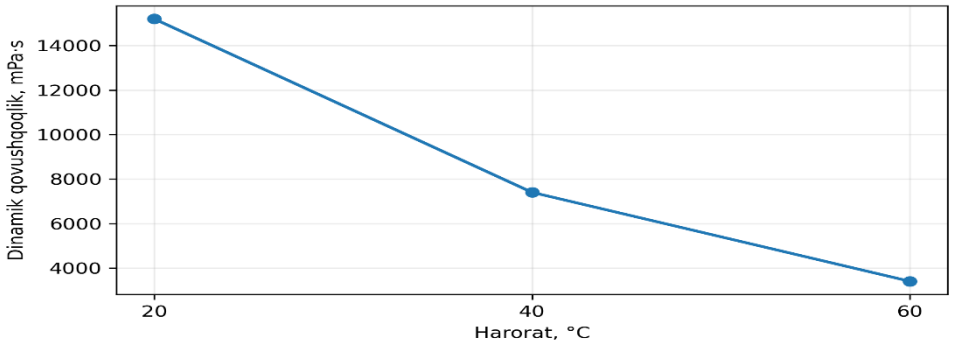
Eksperimental tadqiqotlar Jarqo‘rg‘on neftining qovushqoqligi haroratga sezilarli darajada bog‘liq ekanligini ko‘rsatdi. 20 °C da dinamik qovushqoqlik 15 200 mPa·s ni tashkil etdi. Harorat 40 °C gacha oshirilganda qovushqoqlik 7 400 mPa·s, 60 °C da esa 3 400 mPa·s gacha kamaydi.

1-jadval

Jarqo‘rg‘on nefti dinamik qovushqoqligining haroratga bog‘liqligi

Harorat, °C	Dinamik qovushqoqlik, mPa·s	Kamayish, %
20	15 200	–
40	7 400	51,3
60	3 400	77,6

Harorat 20 °C dan 40 °C gacha oshirilganda qovushqoqlik boshlang‘ich qiymatga nisbatan 51,3 % ga, 60 °C da esa 77,6 % ga kamaydi. Demak, 20–60 °C oralig‘ida neft qovushqoqligi taxminan 4,5 marta pasaygan. Bu holat harorat oshishi bilan molekulalararo o‘zaro ta’sirlarning susayishi va og‘ir komponentlarning harakatchanligi ortishi bilan izohlanadi [1].



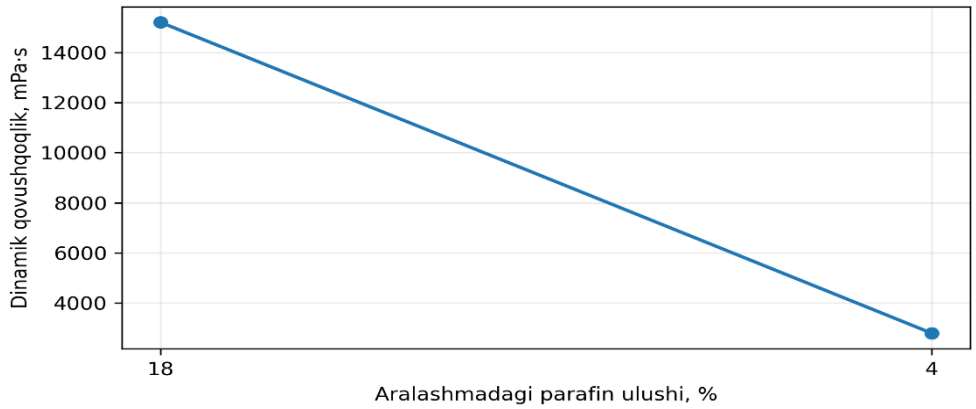
1-rasm. Jarqo‘rg‘on nefti dinamik qovushqoqligining haroratga bog‘liqligi

Tadqiqotning keyingi bosqichida Sharqiy Berdaq gaz kondensati bilan aralashtirishning neft qovushqoqligiga ta’siri o‘rganildi. Gaz kondensati qo‘shilishi natijasida aralashmadagi parafin komponentlarining nisbiy ulushi 18 % dan 4 % gacha pasaygan sharoitda dinamik qovushqoqlik 15 200 mPa·s dan 2 800 mPa·s gacha kamaydi. Bu boshlang‘ich namunaga nisbatan 81,6 % kamayishga teng.

Gaz kondensatining ta’siri yengil uglevodorodli suyultiruvchi komponent sifatida aralashmadagi yuqori molekulyar komponentlarning nisbiy konsentratsiyasini kamaytirishi bilan izohlanadi. Bassane va hammualliflar ham gaz kondensati qo‘shilishi og‘ir neftlar qovushqoqligini sezilarli kamaytirishini ko‘rsatgan [4]. Boshqa eksperimental tadqiqotlarda ham gaz kondensati bilan suyultirish og‘ir neft qovushqoqligini kamaytirgani qayd etilgan [5].

O‘rganilgan sharoitlarda haroratni 20 °C dan 60 °C gacha oshirish qovushqoqlikni 77,6 % ga, gaz kondensati bilan tarkibiy modifikatsiyalash esa 81,6 % ga kamaytirdi. Biroq bu natijalar

usullarning bevosita texnik-iqtisodiy ustunligini anglatmaydi; bunday xulosa uchun energiya sarfi, kondensat sarfi va keyingi qayta ishlash jarayonlariga ta’sirini alohida baholash zarur.



2-rasm. Parafin ulushi o‘zgarishi bilan neft qovushqoqligining o‘zgarishi

Eksperimental natijalar yuqori qovushqoqli neft oquvchanligini boshqarishda harorat va tarkibiy modifikatsiyalash muhim omillar ekanligini ko‘rsatdi. Jarqo‘rg‘on neftining harorati 20 °C dan 60 °C gacha oshirilganda dinamik qovushqoqlik 15 200 mPa·s dan 3 400 mPa·s gacha, ya’ni 77,6 % ga kamaydi. Sharqiy Berdaq gaz kondensati bilan aralashtirish natijasida aralashmadagi parafin ulushi 18 % dan 4 % gacha pasaygan sharoitda qovushqoqlik 2 800 mPa·s gacha kamayib, boshlang‘ich namunaga nisbatan 81,6 % pasayish kuzatildi. Olingan natijalar yuqori qovushqoqli neftlarni transportga tayyorlashda termik ta’sir va gaz kondensati bilan suyultirishdan foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi. Keyingi tadqiqotlarda kondensatning optimal sarfi, aralashma barqarorligi va asfaltenlarning cho‘kish ehtimolini baholash maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ilyin S.O., Strelets L.A. Basic Fundamentals of Petroleum Rheology and Their Application for the Investigation of Crude Oils of Different Natures // Energy & Fuels. — 2018. — Vol. 32, № 1. — P. 268–278. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.7b03058.

2. Venkatesan R., Nagarajan N.R., Paso K., Yi Y.B., Sastry A.M., Fogler H.S. The Strength of Paraffin Gels Formed under Static and Flow Conditions // Chemical Engineering Science. — 2005. — Vol. 60. — P. 3587–3598.

3. Visintin R.F.G., Lapasin R., Vignati E., D’Antona P., Lockhart T.P. Rheological Behavior and Structural Interpretation of Waxy Crude Oil Gels // Langmuir. — 2005. — Vol. 21. — P. 6240–6249.

4. Bassane J.F.P., Sad C.M.S., Coelho Neto D.M., et al. Study of the Effect of Temperature and Gas Condensate Addition on the Viscosity of Heavy Oils // Journal of Petroleum Science and Engineering. — 2016. — Vol. 142. — P. 163–169. DOI: 10.1016/j.petrol.2016.02.006.

5. Saeedi Dehaghani A.H., Badizad M.H. Experimental Study of Iranian Heavy Crude Oil Viscosity Reduction by Diluting with Heptane, Methanol, Toluene, Gas Condensate and Naphtha // Petroleum. — 2016. — Vol. 2, № 4. — P. 415–424. DOI: 10.1016/j.petlm.2016.08.012.

POLIPROPILEN VA MINERAL QO‘SHIMCHALAR BILAN MODIFIKATSIYALANGAN POLIMER-BITUM BOG‘LOVCHILARINING XOSSALARI

[1]J.B. Babajanov, [2]I.Ya. Sapashov, [3] G.A.Jumabayeva
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, O‘zbekiston

***Annotatsiya*:** Ushbu ishda destruksiyalangan polipropilen, diatomit va montmorillonit mineral qo‘shimchalari asosida modifikatsiyalangan BND 50/70 markali polimer-bitum bog‘lovchilarining fizik-mexanik va reologik xossalari tadqiq qilindi. Modifikatorlarning sinergik ta’siri bitumning elastikligi, issiq va sovuq haroratlarga barqarorligi hamda yorilishga chidamliligini

oshirishi aniqlandi. Ayniqsa, 4–5 % DPP saqlagan kompozitsiyalar optimal ko‘rsatkichlarni namoyon etdi..

***Kalit so‘zlar*:** bitum BND 50/70, destruksiyalangan polipropilen, diatomit, montmorillonit, polimer-bitum kompozitsiyasi, reologik xossalar, penetratsiya, cho‘ziluvchanlik, elastiklik.

Аннотация: В данной работе исследованы физико-механические и реологические свойства полимерно-битумных вяжущих марки БНД 50/70, модифицированных на основе деструктивного полипропилена, минеральных добавок диатомита и монтмориллонита. Установлено, что синергическое действие модификаторов повышает эластичность битума, его устойчивость к высоким и низким температурам, а также трещиностойкость. Особенно оптимальные показатели продемонстрировали композиции, содержащие 4-5% ДПП.

Ключевые слова: битум БНД 50/70, деструкционный полипропилен, диатомит, монтмориллонит, полимерно-битумная композиция, реологические свойства, пенетрация, растяжимость, эластичность.

Abstract: In this work, the physical, mechanical, and rheological properties of modified BND 50/70 polymer-bitumen binders based on destroyed polypropylene, diatomite, and montmorillonite mineral additives were investigated. It was established that the synergistic effect of the modifiers increases the elasticity of the bitumen, its resistance to hot and cold temperatures, and its crack resistance. In particular, compositions containing 4–5% DPP demonstrated optimal indicators.

Keywords: bitumen BND 50/70, destroyed polypropylene, diatomite, montmorillonite, polymer-bitumen composition, rheological properties, penetration, ductility, elasticity.

Bugungi kunda avtomobil yo‘llarining sifatini oshirish va ularning xizmat muddatini uzaytirish muhim ilmiy-amaliy muammolardan biri hisoblanadi. Yo‘l qurilishida keng qo‘llaniladigan asosiy bog‘lovchi materiallardan biri neft bitumi hisoblanadi. Biroq an’anaviy bitumlar yuqori haroratlarda yumshab ketishi va past haroratlarda mo‘rtlashishi sababli ularning ekspluatatsion xossalari cheklangan bo‘ladi. Shu sababli bitumni turli polimerlar yordamida modifikatsiyalash orqali uning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash zamonaviy yo‘l qurilish materiallari texnologiyasining muhim ilmiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [1].

Dunyo bo‘yicha har yili ishlab chiqariladigan qariyb 100 million tonna bitumning taxminan 95 % qismi yo‘l qurilishi sanoatida ishlatiladi. Bitum mineral agregatlarni bir-biriga bog‘lovchi material sifatida xizmat qiladi va natijada bitumli aralashmalar hosil qiladi [2]. Biroq transport vositalari yuklamalarining ortishi, shinalardagi bosimning oshishi hamda iqlim sharoitlarining keskin o‘zgarishi asfalt qoplamalarining ekspluatatsion xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda.

Tadqiqotlarga ko‘ra, eng ko‘p qo‘llaniladigan polimer modifikatorlar quyidagicha taqsimlanadi:

75 % - elastomer modifikatsiyalangan bog‘lovchilar,

15 % - plastomer modifikatorlar,

10 % - rezina yoki boshqa turdagi modifikatorlar hisoblanadi [3].

Polimer modifikatsiyalangan bitumlar yo‘l qoplamalarining deformatsiyaga chidamliligini oshirish, yuqori haroratlarda barqarorligini ta’minlash hamda past haroratlarda yorilish ehtimolini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Polimer qo‘shimchalar bitum tarkibida murakkab fazaviy struktura hosil qilib, uning reologik va mexanik xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi [4].

Xususan, polipropilen asosidagi modifikatorlar bitumning elastik xossalarini oshiradi, uning qovushqoqligini ko‘paytiradi hamda asfalt qoplamalarining xizmat muddatini uzaytirishga yordam beradi. Shu bilan birga, polipropilenni destruksiyalash orqali uning molekulyar massasini kamaytirish va bitum bilan aralashish qobiliyatini yaxshilash mumkin [5].

Shu munosabat bilan mazkur tadqiqot ishining maqsadi polipropilen asosida modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarini olish hamda ularning fizik-mexanik va reologik xossalarini tadqiq qilishdan iborat.

Mazkur tadqiqotda polimer-bitum kompozitsiyalarini olish uchun BND 50/70 markali yo‘l bitumi asosida modifikatsiyalangan bog‘lovchilar tayyorlandi. Modifikator sifatida termo-oksidlovchi destruksiya qilingan polipropilen (DPP), diatomit hamda montmorillonit mineral

qo‘shimchalari qo‘llanildi. BND 50/70 markali bitum yuqori haroratli iqlim sharoitlari hamda katta transport yuklamalariga ega bo‘lgan avtomobil yo‘llarida qo‘llash uchun mo‘ljallangan bitum turiga kiradi.

Polimer-bitum kompozitsiyalarini tayyorlash jarayonida quyidagi tarkibiy nisbatlardan foydalanildi: destruksiyalangan polipropilen (DPP) 3-5 mass %, diatomit 2 mass %, montmorillonit 2 mass %, qolgan qismi esa bazaviy bitumdan iborat bo‘ldi.

Aralashtirish jarayoni ikki bosqichda amalga oshirildi. Birinchi bosqichda yuqori tezlikda dispersiyalash jarayoni 180 °C haroratda 3000 ayl/min tezlikda 90 daqiqa davomida olib borildi. Ikkinchi bosqichda esa aralashma 600-700 ayl/min tezlikda qo‘shimcha 90 daqiqa davomida past tezlikda gomogenizatsiya qilindi. Ushbu texnologik rejim polimer va bitum komponentlarining bir tekis taqsimlanishini hamda kompozitsiyaning barqaror strukturaga ega bo‘lishini ta’minlaydi.

Tayyorlangan polimer-bitum bog‘lovchilarining tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1 Jadval

Polimer-bitum bog‘lovchi namunalarining tarkibi

Namuna	Bitum BND 50/70 (%)	DPP (%)	Diatomit (%)	Montmorillonit (%)
PB-DP-1	93	3	2	2
PB-DP-2	92	4	2	2
PB-DP-3	91	5	2	2

Olingan polimer-bitum bog‘lovchilarining fizik-mexanik va reologik xossalari quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha baholandi:

- penetratsiya va cho‘ziluvchanlik - bog‘lovchining mexanik elastikligi va qattiqligini aniqlash;
- yumshash va mo‘rtlik haroratlari - materialning issiqlik barqarorligini hamda past haroratlarda yorilish chegarasini aniqlash;
- elastiklik - modifikatsiyalangan bog‘lovchining deformatsiyadan keyin o‘z shaklini tiklash qobiliyatini baholash.

Tadqiqot metodikasi hamda eksperimental sharoitlar mualliflarning avvalgi tadqiqotlari asosida ishlab chiqilgan [6].

O‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlar polimer-bitum bog‘lovchilarining fizik-mexanik hamda reologik xossalari destruksiyalangan polipropilen (DPP), diatomit va montmorillonit miqdoriga sezilarli darajada bog‘liq ekanligini ko‘rsatdi. Modifikatsiya jarayonida ushbu komponentlar o‘zaro sinergik ta’sir ko‘rsatib, bitum matritsasida elastik va issiqlikka barqaror fazaviy struktura hosil qiladi.

Eksperimental natijalar uchta asosiy ko‘rsatkichlar guruhi asosida tahlil qilindi:

penetratsiya va cho‘ziluvchanlik - bog‘lovchining qattiqligi hamda elastikligini baholash;

yumshash va mo‘rtlik harorati - materialning issiqlik barqarorligi va past haroratlarda yorilish chegarasini aniqlash;

elastiklik - deformatsiyadan keyin materialning o‘z shaklini tiklash qobiliyatini aniqlash.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, bazaviy bitum (BND 50/70) uchun penetratsiya qiymati 75×0,1 mm ni, cho‘ziluvchanlik esa 25 °C haroratda 58 sm ni tashkil etdi. Past haroratda (0 °C) esa ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 20×0,1 mm va 3,4 sm ga teng bo‘ldi.

Destruksiyalangan polipropilen miqdorining ortishi bilan penetratsiya qiymati kamayishi, ya’ni bog‘lovchining qattiqligi ortishi kuzatildi. Shu bilan birga cho‘ziluvchanlik ko‘rsatkichlari sezilarli darajada oshdi. Bu holat modifikatsiyalangan bitumning elastikligi ortganini ko‘rsatadi.

DPP, diatomit va montmorillonitning birgalikdagi ta’siri natijasida bitum strukturasida o‘zaro kirishgan viskoelastik tarmoq (interpenetrating viscoelastic network) hosil bo‘ladi. Ushbu strukturaviy o‘zgarishlar modifikatsiyalangan bitumning deformatsiyaga chidamliligini oshiradi hamda asfalt qoplamalarining yorilishga qarshi barqarorligini yaxshilaydi.

Olingan natijalar polimer-bitum kompozitsiyalarining mexanik va reologik xossalari an’anaviy bitumga nisbatan ancha yaxshilanganini ko‘rsatdi. Ayniqsa polimer miqdori 4–5 % bo‘lgan kompozitsiyalar eng optimal ko‘rsatkichlarni namoyon etdi. Bunday kompozitsiyalar yuqori haroratlarda barqarorlikni saqlab qolishi bilan birga past haroratlarda ham elastikligini yo‘qotmaydi.

Shuningdek, mineral qo‘shimchalar sifatida qo‘llanilgan diatomit va montmorillonit polimer-bitum tizimining strukturaviy barqarorligini oshirishda muhim rol o‘ynadi. Ushbu mineral komponentlar bitum matritsasida dispers faza sifatida taqsimlanib, polimer zanjirlarining barqaror fazaviy tuzilma hosil qilishiga yordam beradi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida destruksiyalangan polipropilen asosida modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarini olish texnologiyasi ishlab chiqildi. DPP, diatomit va montmorillonitning birgalikdagi ta’siri natijasida bitum matritsasida elastik va issiqlikka barqaror fazaviy struktura hosil bo‘lishi aniqlandi. Polimer modifikatsiyasi bitumning fizik-mexanik hamda reologik xossalarini sezilarli darajada yaxshilashi kuzatildi. Olingan polimer-bitum kompozitsiyalari avtomobil yo‘llari qurilishida yuqori transport yuklamalariga bardosh bera oladigan istiqbolli material sifatida qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1.Lesueur D. The colloidal structure of bitumen and its influence on modification. Fuel, 2009.

2.Didier Lesueur “The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanism of bitumen modification”. Advances in colloid and Interface Science, vol. 145, pp. 42-82, 2009.

3.Bardesi A, et al. “Use of modified bituminous binders, special bitumens with bitumen additives in pavement applications”. Technical Committee Flexible Roads (C8) World Road Association (PIARC) ,1999.

4.Yildirim Y. Polymer modified asphalt binders // Construction and Building Materials. – 2007. – Vol. 21. – P. 66–72.

5.Lu X., Isacsson U. Modification of road bitumen with thermoplastic polymers // Polymer Testing. - 2001. - Vol. 20. - P. 77-86.

6.Babajanov J. E., Hayitov R. R., Mavlonov Sh. B., Naubeyev T. Kh., Sapashov I. S. (2025). Investigation of Physical-Mechanical and Rheological Properties of Polymer-Bitumen Binders Modified With Complex Additives. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences 2025, No 9 – 10. https://doi.org/10.29013/AJT-25-9.10-13-17.

YO‘L QOPLAMALARINING DEFORMATSION BARQARORLIGI VA UZOQ UMR KO‘RISHINI TA’MINLOVCHI POLIMER-BITUM BOG‘LOVCHILARINI ISHLAB CHIQISH

Babajanov Jasurbek Egamovich
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, O‘zbekiston

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishida ikkilamchi polipropilen (chixqindi polimerlar) bilan modifikatsiyalangan BND markali yo‘l bitumining reologik va fizik-mexanik xossalari hamda ularni yo‘l qurilishida qo‘llashning texnik-iqtisodiy samaradorligi kompleks tahlil qilindi. Polimer modifikatsiyasi bitum matritsasida viskoelastik fazaviy struktura hosil qilib, asfalt qoplamalarining yuqori haroratdagi qatnov izlari tushishiga (rutting), past haroratli yorilishlarga va dinamik transport yuklamalariga chidamliligini sezilarli darajada oshirishi eksperimental isbotlandi. Ikkilamchi polimer resurslaridan foydalanish yo‘l qoplamalarining xizmat muddatini uzaytirish, ta’mirlash xarajatlarini kamaytirish bilan birga, atrof-muhit muhofazasiga ham ijobiy hissa qo‘shadi.

Kalit so‘zlar: yo‘l bitumi, ikkilamchi polipropilen, polimer-bitum kompozitsiyasi, viskoelastik struktura, deformatsiyaga chidamlilik, adgeziya, resurstejamkorlik, ekologik samaradorlik.

***Аннотация*:** В данной исследовательской работе был проведен комплексный анализ реологических и физико-механических свойств дорожного битума марки БНД,

модифицированного вторичным полипропиленом (отходными полимерами), а также технико-экономической эффективности их применения в дорожном строительстве. Экспериментально доказано, что модификация полимера, создавая в битумной матрице вязкоупругую фазовую структуру, значительно повышает устойчивость асфальтовых покрытий к высокотемпературному руттингу, низкотемпературным трещинам и динамическим транспортным нагрузкам. Использование вторичных полимерных ресурсов не только продлевает срок службы дорожных покрытий, снижает затраты на ремонт, но и вносит положительный вклад в охрану окружающей среды.

***Ключевые слова*:** дорожный битум, вторичный полипропилен, полимерно-битумная композиция, вязкоупругая структура, устойчивость к деформации, адгезия, ресурсосбережение, экологическая эффективность.

***Abstract*:** This research work provides a comprehensive analysis of the rheological and physical-mechanical properties of BND grade road bitumen modified with secondary polypropylene (waste polymers), as well as the technical and economic efficiency of its application in road construction. It has been experimentally proven that polymer modification significantly increases the resistance of asphalt coatings to high-temperature rutting, low-temperature cracking, and dynamic transport loads by forming a viscoelastic phase structure in the bitumen matrix. The use of secondary polymer resources not only extends the service life of road surfaces and reduces repair costs, but also makes a positive contribution to environmental protection.

***Keywords*:** road bitumen, secondary polypropylene, polymer-bitumen composition, viscoelastic structure, deformation resistance, adhesion, resource efficiency, environmental efficiency.

Zamonaviy yo‘l-transport infratuzilmasini rivojlantirishda avtomobil yo‘llarining mustahkamligi va ularning ekspluatatsiya muddatini oshirish dolzarb ilmiy-texnik muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Yo‘l qoplamalarini tayyorlashda ishlatiladigan an’anaviy neft bitumlari termoplastik tabiatga ega bo‘lib, ekspluatatsiya jarayonidagi keskin harorat tebranishlari va ortib borayotgan transport yuklamalari ta’sirida o‘z qovushqoqlik-elastiklik xossalarini yo‘qotadi. Bu esa yozgi mavsumda qatnov izlarining hosil bo‘lishiga (plastik deformatsiya), qishki mavsumda esa past haroratli yorilishlarga olib keladi [1].

Iqlim sharoitlari, transport yuklamalari va boshqa omillarni hisobga olgan holda asfalt qoplamalarining uzoq muddat xizmat qilishini hamda ishonchliligini oshirish maqsadida XIX asrdan boshlab modifikatsiyalangan asfaltni qo‘llash an’anaviy asfaltga nisbatan samarali yechim sifatida tavsiya etib kelinmoqda [2,3].

Bitumni modifikatsiyalashda qo‘llaniladigan polimerlar qatoriga polietilen, polipropilen, etilen-vinilatsetat, etilen-butilakrilat kabi termoplastik polimerlar kiradi. Shuningdek, termoplastik elastomerlar, jumladan stirol-butadien-stirol, stirol-izopren-stirol hamda stirol-etilen/butilen-stirol ham keng qo‘llaniladi [4,5].

Olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida SBS polimeridan foydalanish asfalt va agregat o‘rtasidagi yopishish (adgezion) xossalarini oshirishi aniqlangan [5]. Shuningdek, polimer-modifikatsiyalangan bitum aralashmalari yo‘l qoplamalarining mustahkamligi va xizmat muddatini oshirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi ko‘rsatilgan [6].

Ushbu muammolarni bartaraf etish hamda asfalt-beton aralashmalarining ishonchliligini oshirishda bitumni polimer modifikatorlar bilan tarkibiy qayta ishlash texnologiyasi dunyo tajribasida eng samarali yechimlardan biri hisoblanadi [1-3]. Bugungi kunda modifikatsiyalash jarayonida turli termoplastlar (polietilen, polipropilen) va termoplastik elastomerlar (SBS, SIS) keng qo‘llanilmoqda [4,5]. Xususan, polimer modifikatsiyasi bitum va mineral to‘ldirgichlar o‘rtasidagi adgezion bog‘lanishni kuchaytirib, bog‘lovchining chidamlilik ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilaydi [5,6].

Tadqiqotning maqsadi ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo‘ladigan ikkilamchi polipropilen chiqindilari asosida modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarini olish hamda

ularning asfalt-beton qoplamalari ekspluatatsion xossalariga ta’sirini va iqtisodiy samaradorligini eksperimental tadqiq qilishdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida oddiy bitum hamda ikkilamchi polipropilen asosida modifikatsiyalangan bitum bog‘lovchilari tanlab olindi. Polimer modifikatsiyalangan bitumlarning samaradorligi quyidagi asosiy mezonlar asosida baholandi: deformatsiyaga chidamlilik, issiqlikka barqarorlik, past haroratdagi xossalar hamda iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari. Baholash jarayonida oddiy bitum va modifikatsiyalangan kompozitsiyalarning ko‘rsatkichlari o‘zaro taqqoslash usuli asosida tahlil qilindi.

1-jadval

Polimer-bitum kompozitsiyalarining qo‘llanish samaradorligi

Ko‘rsatkich	Oddiy bitum	Modifikatsiyalangan bitum
Deformatsiyaga chidamlilik	O‘rtacha	Yuqori
Issiqlikka barqarorlik	Past	Yuqori
Yorilishga chidamlilik	Past	Yuqori
Xarajatlar	Yuqori	Kam

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, polipropilen asosida modifikatsiyalangan bitum bog‘lovchilari oddiy bitumga nisbatan yuqori ekspluatatsion ko‘rsatkichlarga ega. Xususan, polimer qo‘shimchalar bitumning qovushqoqligini oshirishi natijasida uning deformatsiyaga chidamliligi ortadi, yuqori haroratlarda barqarorligi yaxshilanadi hamda past haroratlarda yorilish ehtimoli kamayadi.

Polimer-bitum tizimida hosil bo‘ladigan viskoelastik fazaviy struktura asfalt qoplamaning yuklama ostida deformatsiyalanishini kamaytiradi va uning uzoq muddat xizmat qilishini ta’minlaydi. Shu bilan birga, modifikatsiyalangan bitum asosida tayyorlangan qoplamalar texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida polipropilen asosida modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarining yo‘l qurilishida qo‘llanilishi yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Polimer qo‘shimchalar bitumning fizik-mexanik hamda reologik xossalarini yaxshilab, asfalt qoplamalarining deformatsiyaga chidamliligini oshirishi, yuqori haroratlarda barqarorligini ta’minlashi va past haroratlarda yorilish ehtimolini kamaytirishi kuzatildi.

Shuningdek, modifikatsiyalangan bitum asosida tayyorlangan yo‘l qoplamalari uzoq muddat xizmat qilishi hamda texnik xizmat va ta’mirlash xarajatlarini kamaytirishi bilan ajralib turadi. Ikkilamchi polipropilen chiqindilaridan foydalanish esa nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki ekologik muammolarni kamaytirishga ham xizmat qiladi.

Natijada polimer-bitum kompozitsiyalaridan foydalanish zamonaviy yo‘l qurilishida samarali, iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq va ekologik barqaror yechim sifatida tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabyotlar

1. Wang H., Zhang Y., Huang B., Chen Z., Zhong M., Wang W., Liu X., Hu W. Atmospheric phthalate pollution in plastic agricultural greenhouses in Shaanxi Province, China // Environmental Pollution. – 2021. – Vol. 269.

2. Khan, M.A.M. Infrastructure Development and Public-Private Partnership: Measuring Impacts of Urban Transport Infrastructure in Pakistan; ADBI Working Paper Series; Asian Development Bank Institute: Tokyo, Japan, 2020.

3. Ning, J. Pakistan: Central Asia Regional Economic Cooperation Corridor Development Investment Program; Asian Development Bank: Mandaluyong City, Philippines, 2015.

4. G. Polacco, S. Berlincioni, D. Biondi, J. Stastna, L. Zanzotto, Asphalt modification with different polyethylene-based polymers, European polymer journal, 41 (2005) 2831-2844.

5. C. Giavarini, P. De Filippis, M.L. Santarelli, M. Scarsella, Production of stable polypropylene-modified bitumens, Fuel, 75 (1996) 681-686.

6. L. Lewandowski, Polymer modification of paving asphalt binders, Rubber Chemistry and Technology, 67 (1994) 447-480.

7. E. Ahmadinia, M. Zargar, M.R. Karim, M. Abdelaziz, E. Ahmadinia, Performance evaluation of utilization of waste Polyethylene Terephthalate (PET) in stone mastic asphalt, Construction and Building Materials, 36 (2012) 984-989.

POLEOZOY YOTQIZIQLARINI BURG‘ILASH TEXNOLOGIYASI VA VINTLI QUDUQ TUBI DVIGATELLARINING QUDUQLARNI BURG’ILASH ISHLARI TARTIBI

Haydarov Islom Kosimovich[1], Meliyev Abbos Ikrom o’gli[2]
[1]Qarshi Davlat Texnika Universiteti dotsenti, Karshi 180100, Uzbekistan,
E-mail: islom.haydarov@list.ru.
[2]Qarshi Davlat Texnika Universiteti magistri, Karshi 180100, Uzbekistan,

Annotatsiya. Asinxron dvigatel o‘zining ancha arzonligi, foydalanishning ishonchligi, konstruksiyasining oddiyligi bilan farqlanadi va keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari ularni energiya bilan ta’minlash uchun maxsus mexanizm talab qilinmaydi. Chunki, bu dvigatellarga energiya umumiy o‘zgaruvchan tok tarmog‘idan uzatiladi. Shuningdek, neft-gaz sanoatida, o‘rta va katta quvvatli elektr uzatmali sinxron elektr dvigatellar ham keng qo‘llanilgan.

Kalit so’zlar: *Tub dvigatel, poleozoy yotqiziqlari**,** tok uzatmalari, yuvish eritmasini zichligini o‘zgartirish*

Аннотация. Асинхронный двигатель отличается сравнительно низкой стоимостью, высокой надёжностью в эксплуатации и простотой конструкции, благодаря чему он получил широкое распространение. Кроме того, для его энергоснабжения не требуется специальный механизм, поскольку питание этих двигателей осуществляется от общей сети переменного тока. Также в нефтегазовой промышленности широко применяются синхронные электрические двигатели с электрическим приводом средней и большой мощности.

Ключевые слова: Коренной двигатель, палеозойские отложения, токопроводы, изменение плотности промывочного раствора

Annotation. The asynchronous (induction) motor is characterized by relatively low cost, high operational reliability, and simplicity of design, which has led to its widespread use. In addition, no special power supply mechanism is required, since these motors are powered from a standard alternating current supply network. Furthermore, synchronous electric motors with electric drives of medium and high power are widely used in the oil and gas industry.

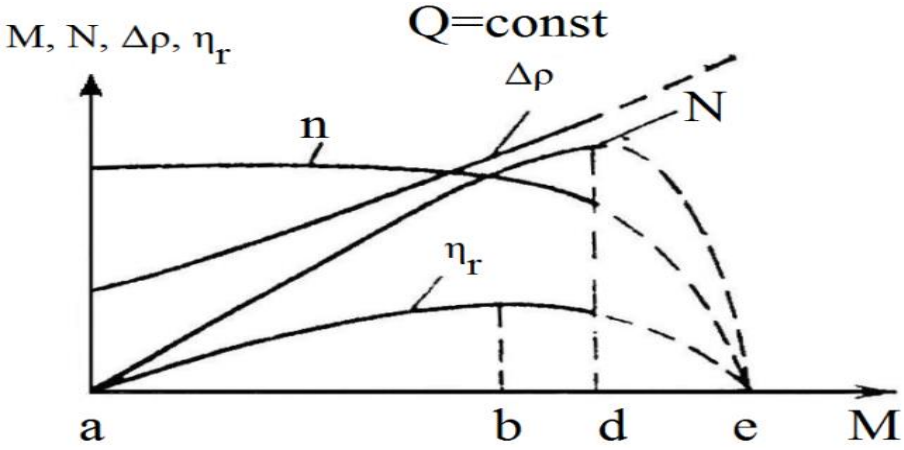
Keywords: Primary engine, Paleozoic deposits, current drives, changing the density of washing solution

Tub dvigatelining ishchi organi sifatida stator (1) va rotor (2) xizmat qiladi. Stator metall quvur shaklida ichki aylanma yuzasi rezina bilan qoplangan, chap yo‘nalishda 10 ta vintli tishi mavjud, u rotor tarafga qaratilgan.

Yetakchi kojux–mashina, asbob, mexanizm tashqi qismini himoya qiluvchi qobiq esa himoya to‘sig‘i sifatida xizmat qiladi.

Rotor chap yo‘nalishdagi to‘qqizta vintli yuqori darajada sifatli legirlangan po‘latdan bajarilgan va stator o‘qiga nisbatan ekssentrik (nosemmitrik) joylashgan.

Vintli juftlikning (rotor va stator) kinematik nisbatini to‘g‘ri tanlanishi va tishlarning profilini bir-biriga muvofiq ravishda qo‘llanilishi yuvish eritmalari rotorning planetar aylanma yuzasiga statorni tishlari bo‘ylab hamda rotor va statorni butun uzunligi bo‘yicha to‘xtovsiz bir-biri bilan kontaktda bo‘lishini ta’minlaydi. Shunga bog‘liq holda bo‘shliqda to‘xtovsiz kontaktda bo‘lishini ta’minlaydi hamda bo‘shliqda yuqori va past bosimlar paydo bo‘ladi va dvigatelning ishchi jarayoni amalga oshadi.



1-rasm. Tub vintli dvigatelning ishchi tavsifi: a-bo‘sh yurishdagi tartibi *(M=O; n=max); b-optimal tartib (η f.i.k= max); d-ekstremal tartib (N= max); e-tormoz tartibi (n=o; M= max).*

Aylanish momenti rotordan ikki sharnirli birikma yordamida shpindel valiga uzatiladi. U ko‘p qatorli o‘qli sharli tayanch (4) va radial rezina-metalli tayanchlar bilan jamlangan (yig‘ilgan). Shpindel vali (5) burg‘iga (6) ulangan. Val ko‘ndalang holatda qoplama (salnik) bilan zichlanadi.

Vintli tub dvigatelning o‘zgarmas yuvish eritmasi sarfidagi ishchi tavsifi 1-rasmda tasvirlangan. 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, M-moment qiymatining o‘sishi bilan bosimning sakrashi ΔR ham chiziqli holda kattalashadi (o‘sadi), dvigatel valining aylanish chastotasi n boshida bir oz pasayib boradi.

Sekinlantirilganda–tez kamayib ketadi. Dvigatel quvvati va foydali ish koeffitsiyentini $\eta_{f.i.k.}$ – M – momentga bog‘liq holda maksimal qiymatga erishadi. Dvigatelning $\eta_{f.i.k.}$ – maksimal qiymatida ishlashiga – optimal rejim (tartib), maksimal quvvatiga–ekstremal deyiladi. Dvigatelning ekstremal ish tartibida burg‘iga yuklanadigan yuklanma oshirilganda dvigatel valining tormozlanishiga va uning tavsifini yomonlashuvga olib keladi.

N, Δn va $\eta_{f.i.k.}$ larning M-ga bog‘liq holda o‘zgarish harakatlari har qanday yuvish eritmasi sarfida bir xildir. M, N va Δn larning qiymatlari Q – ning o‘sishi bilan chiziqli holda, $\eta_{f.i.k.}$ – bir oz kamayadi, N – kvadratga bog‘liq holda o‘sadi. (*Shpindel – aylanuvchi val).

*Burg’ilash mexanizmlarining tok uzatmalari***.** Asinxron dvigatel o‘zining ancha arzonligi, foydalanishning ishonchligi, konstruksiyasining oddiyligi bilan farqlanadi va keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari ularni energiya bilan ta’minlash uchun maxsus mexanizm talab qilinmaydi. Chunki, bu dvigatellarga energiya umumiy o‘zgaruvchan tok tarmog‘idan uzatiladi. Shuningdek, neft-gaz sanoatida, o‘rta va katta quvvatli elektr uzatmali sinxron elektr dvigatellar ham keng qo‘llaniladi.

Burg’ilashda quvvati 160 dan 1600 kVt bo‘lgan elektrodvigatellar keng tarqalgan.

v) Gidravlik dizel uzatmasi - ichki yonuv dvigateli va turbouzatmadan tashkil topgan.

g) Turbouzatma – dizel va transmissiya o‘rtasida urnatiladigan oraliq mexanizm. Trubouzatmalarni qo‘llash natijasida quyidagilar ta’minlanadi: ilgakning yukni bir tekisda ko‘tarishi; ilgakdagi yukka ichki yonuv dvigateli bardosh beraolsa, dvigatelni pasaytirilgan aylanishda ishlashi, uzatmaning ko‘p vaqtga chidashi va boshqalar. Turbinali burg‘ilash jarayonida burg‘ini aylantiruvchi asbob-uskunalar

Turbinalarning ishi-valning aylanish chastotasi n, valning aylanish momenti M, quvvati N, bosimning tushishi ΔR va gidravlik foydalanish ish koeffitsiyenti η (f.i.k) bilan tavsiflanadi. Turbinlarning tavsifini sxemalari 5.4-rasmda tasvirlangan.

Turbinlarning devoriy moslamada tekshirish tarxidan ko‘rinib turibdiki, $M=F(n_x)$ aylanish chastotasi bilan aylanish quvvati orasidagi bog‘lanish to‘g‘ri chiziqga yaqindir. Bunda aylanish chastotasining tezligini oshishi bilan aylanish quvvati pasayib boradi.

Turbinning ishlash tartibi ikkita: tormozli, ya’ni H=0 bo‘lganda, M-maksimal kattalikga, maksimal qiymat teng bo‘lganda M=0 qiymatga teng bo‘ladi.

Birinchi holatda turbin valiga shunday yuklama yuklash kerakki, uning aylanishi to‘xtasin, ikkinchi holatda – yuklanmani umuman olish kerak.

Yuqoridagi fikrlarga asoslangan holda

$$\frac{M}{M_T} = \frac{n_x - n}{n_x} \tag{1}$$

Bu yerda: M_T – to‘xtash momenti; n_x – turbin vali bo‘sh aylangandagi aylanish chastotasi.

Shunday qilib,

$$M = \frac{M_T(n_x - n)}{n_x} = M_T\left(1 - \frac{n}{n_x}\right) \tag{2}$$

Turbinning quvvati

$$N = w \cdot M = \frac{\Pi}{30} \cdot M_T \cdot n\left(1 - \frac{n}{n_x}\right) = \frac{\Pi}{30} \cdot \frac{M_T}{n_x}\left(n \cdot n_x - n^2\right) \tag{3}$$

Yuqoridagi ifoda kvadrat parabolaning ko‘rinishini beradi, bundan n=0 va $n=n_x$ turbin quvvati nolga tengdir.

Quvvatning maksimal qiymati quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$\frac{dN}{dn} = n_x - 2n = 0 \tag{4}$$

Shunday qilib, turbinning aylanish chastotasida $n = n_0 = \frac{n_x}{2}$ da turbin maksimal quvvat qiymatiga erishadi.

$$N_{maks} = \frac{\pi}{120} \cdot M_T \cdot n_x \tag{5}$$

Turbindan sarflanadigan quvvat $N` = \Delta p \cdot Q$ bo‘lib,

$$\eta_{f.i.k} = \frac{N}{N`} = \frac{N}{\Delta p \cdot Q} = N \tag{6}$$

Δr=konst–da turbinning foydali ish koeffitsiyenti turbin valining har xil aylanish chastotasida, quvvati N-ning maksimal qiymati va $\eta_{f.i.k}$ maksimal qiymatga, n – ning bir xil qiymatlarida erishadi.

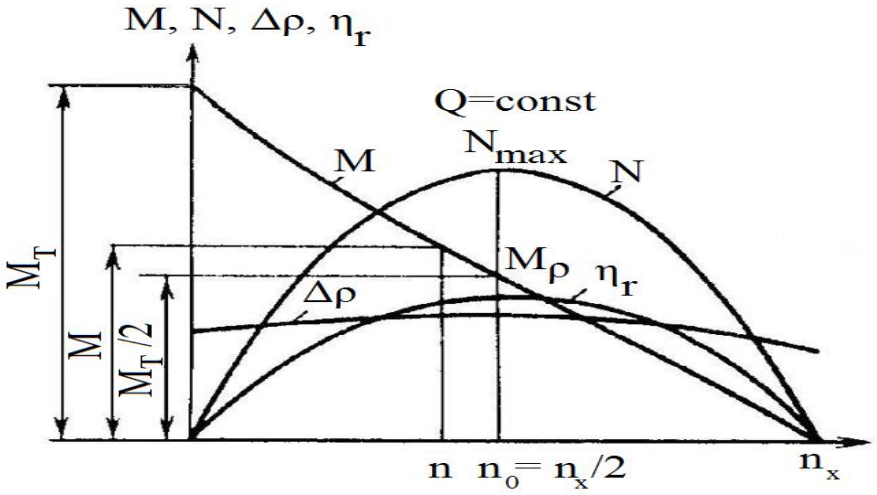
P.P.Shumilov yuvish eritmasining ta’sirida turbin ko‘rsatkichlariga ta’sir etuvchi ushbu bog‘lanishlarni o‘rnatadi.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Q_1}{Q_2}; \qquad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^3; \qquad \frac{M_1}{M_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2; \qquad \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2; \tag{7}$$

Yuqoridagidan ko‘rinib turibdiki, turbinning ishlash samaradorligi haydaladigan eritmaning sarfiga bog‘liqdir. Burg‘ilash nasoslarining texnik imkoniyatiga va aylanish tizimining chegaraviy bosimiga muvofiq Q-ni kuchaytirish chegaralanadi.

Bundan tashqari turbinning tavsifi yuvish eritmasini zichligini o‘zgartirish yo‘li bilan proporsional holda kuchaytiriladi.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{P_{yu1}}{P_{yu2}} \qquad (8)$$



2-rasm. Turbinning tavsifi.

Rotor turbinining aylanish chastotasi n – ning o‘zgarishi, yuvish eritmasining zichligini oshishiga bog‘liq emas.

Turbinning tavsifi parametrlarini, zinalar sonini ko‘paytirish yoki kamaytirish yo‘li bilan o‘zgartirish mumkin.

Yuvish eritmasining sarfi o‘zgarmagan holda N, M va P lar turbin zinalari soniga proporsional bo‘ladi, turbinning aylanish chastotasi va zinalar soni K – ga quyidagi nisbatda bog‘langan.

$$\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{k_2^{\,1}}{k_2}} \qquad (9)$$

Turbinning zinalar sonini 2 marta oshirilganda, rotor aylanish chastotasini 1,4 martaga kamaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. С.Окражи, Дж. Дж. Азар. Экспериментальные исследования транспортировки шлама в направленных скважинах. Журнал общества инженеров нефтяников. 1986г.

2. Р.Харвей. Растворные программы для очистки скважин и предупреждения ухудшения коллекторов. Статья в сборнике «Бурение и заканчивание горизонтальных скважин». Сборник серии переводных статей, опубликованных ведущими специалистами в 1990г в американском журнале «Ойл энд Гэс». М. ВНИИОЭНГ. 1992г.

3. А.П.Предеин, Н.И.Крысин. Основные направления совершенствования технологии бурения и исследования пологих скважин с горизонтальными участками стволов в пределах верхнекамского месторождения калийных солей. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». №6, 2006г.

4. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Особенности технологии промывки горизонтальных скважин. НТЖ «Нефтяное хозяйство». 2001г, №6.

5. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Технологические особенности бурения скважин с большим отходом забоя от вертикали. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». 2005г, №10.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ УЗБЕКИСТАНА

***Ёдгоров Нормахмат*[1], *Бозоров Журабек Туронович*[2]**
[1]Доктор химических наук, Профессор. Институт общей и неорганической химии Академии наук Узбекистан, Ташкент, Узбекистан.
[2]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Аннотация. *В данной статье рассматриваются экологические проблемы, связанные с защитой атмосферного воздуха, водных и почвенных ресурсов, управлением производственными отходами, утечками метана и сжиганием попутного газа в нефтегазовой отрасли Узбекистана.*

Анализируются технические и организационные меры по снижению экологических рисков на этапах добычи, подготовки, транспортировки и хранения нефти и газа.

Отмечается совершенствование законодательной базы в области экологической экспертизы, экологического контроля, управления отходами и контроля выбросов парниковых газов в Узбекистане. В статье предлагаются такие решения, как цифровизация экологического мониторинга, обнаружение и устранение утечек, замкнутые технологические системы и повторное использование сточных вод.

Ключевые слова: *нефтегазовая отрасль, окружающая среда, экологическая безопасность, метан, атмосферный воздух, сточные воды, отходы, почва, экологический мониторинг, попутные газы.*

Abstract. *This article examines environmental issues associated with the protection of atmospheric air, water, and soil resources, as well as industrial waste management, methane leaks, and associated petroleum gas flaring in Uzbekistan's oil and gas industry.*

It analyzes technical and organizational measures aimed at mitigating environmental risks during the stages of oil and gas extraction, processing, transportation, and storage.

The article highlights improvements to the legislative framework regarding environmental impact assessment, environmental monitoring, waste management, and greenhouse gas emission control in Uzbekistan. Proposed solutions include the digitalization of environmental monitoring, leak detection and remediation, closed-loop technological systems, and wastewater reuse.

Keywords: *oil and gas industry, environment, environmental safety, methane, atmospheric air, wastewater, waste, soil, environmental monitoring, associated gases.*

В настоящее время в нефтегазовой отрасли для энергоснабжения и экономической деятельности, производственные процессы могут усиливать давление на природные ресурсы. В анализе МЭА по Узбекистану нефтегазовая и другие промышленные отрасли указаны как значительные источники загрязнения воздуха; утечки метана из энергетического сектора также названы существенным фактором выбросов парниковых газов [1].

Главной задачей является сократить выбросы, сточные воды, отходы и риски аварий при сохранении объемов производства. Для достижения этой цели необходимо интегрировать экологический мониторинг на всех этапах производства.

Воздействие нефтегазовых объектов на окружающую среду обычно проявляется в пяти основных областях: выбросы в атмосферу; воздействие на водные ресурсы; загрязнение почвы и грунта; отходы бурения и добычи; утечки метана и сжигание попутного газа. Нарушение герметичности скважин, сепараторов, резервуаров, компрессоров и трубопроводов может привести к выбросу летучих углеводородов [2].

Таблица.1. Воздействие нефтегазовых объектов на окружающую среду

Источник воздействия	Основной загрязнитель	Экологические риски	Меры по смягчению последствий

Скважины и фонтанные арматуры	CH_4, парниковые газы	Воздействие на воздух и климат	Герметичность, обнаружение и устранение утечек, датчики
Резервуары	Парниковые газы, пары	Загрязнение атмосферы	Понтон, балансировка газа, замкнутая система
Сточные воды	Нефтепродукты, H_2S	Загрязнение воды и почвы	Разделение, очистка, повторное использование
Отходы бурения	Глина, шлам, реагенты	Деградация почвы	Замкнутый цикл, безопасная утилизация
Факельная система	CO_2, CH_4 и др.	Парниковые газы	Оптимизация факела, утилизация газа

Действующее природоохранное законодательство Узбекистана включает отдельные правовые акты об отходах, экологическом контроле, экологической экспертизе, экологическом аудите, недрах и других областях. В 2025 году был принят закон об ограничении выбросов парниковых газов, а в 2026 году были приняты поправки, направленные на усиление экологической ответственности и контроля.

Первое направление – расширение автоматизированного экологического мониторинга. Законодательные поправки 2026 года требуют установки автоматизированных станций мониторинга на источниках загрязнения для предприятий I и II категорий с высоким уровнем воздействия на окружающую среду и передачи данных в единую геоинформационную базу данных государственного мониторинга в режиме реального времени.

Второе направление – сокращение потерь метана. Для этого целесообразно организовывать регулярные проверки скважинного оборудования, клапанов, компрессоров, сепараторов и соединений трубопроводов с помощью ЛДАР (локального мониторинга и анализа), а также использовать портативные и стационарные датчики. По данным МЭА, Узбекистан взял на себя обязательство сократить выбросы метана на 30% к 2030 году.

Третье направление – защита водных и почвенных ресурсов. Нефтегазовые объекты должны использовать закрытые дренажные системы, маслоуловители, физико-химическую очистку сточных вод, повторное использование производственной воды и защитные емкости от случайных разливов. Существующие технические требования к нефтедобывающим объектам также предусматривают такие меры, как предотвращение загрязнения атмосферы и оснащение резервуаров современными системами вентиляции и факела [3].

Укрепление охраны окружающей среды в нефтегазовой отрасли Узбекистана должно осуществляться в сочетании с повышением эффективности производства. К наиболее важным практическим мерам относятся: полная инвентаризация источников выбросов; внедрение системы LDAR (локального мониторинга и анализа); развитие автоматизированного экологического мониторинга; максимально возможное сокращение выбросов попутного газа и его переработка в полезные продукты; очистка и повторное использование сточных вод в замкнутом цикле; безопасное обращение с буровыми отходами; повышение готовности к чрезвычайным ситуациям.

В качестве примера практического контроля в 2026 году в официальном отчете указывается, что на Шуртанском нефтегазодобывающем предприятии в Кашкадарье были выявлены недостатки в области защиты атмосферного воздуха, очистки от пыли и газа, а также очистки сточных вод. Эта ситуация демонстрирует практическую важность мониторинга и технического обслуживания [4].

В заключение следует отметить, что современная модель экологического менеджмента должна основываться на непрерывном цикле «мониторинг — обнаружение — устранение — повторное измерение — анализ». Такой подход, наряду с защитой атмосферного воздуха, воды и почвы, также способствует снижению потерь углеводородов. Последние изменения в экологическом законодательстве Узбекистана укрепляют правовую основу для усиления экологической ответственности и контроля предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Национальный комитет Республики Узбекистан по экологии и изменению климата. Законы и нормативные документы в области экологии.

[2] Международное энергетическое агентство (МЭА). Энергетический профиль Узбекистана — устойчивое развитие.

[3] Олий Мажлис Республики Узбекистан. Материалы по усилению ответственности в области экологии на 2026 год.

[4] Национальный комитет Республики Узбекистан по экологии и изменению климата. Результаты экологического контроля над Шуртанским нефтегазодобывающим департаментом, 2026 год.

ANALYSIS OF LOSSES IN MAIN GAS PIPELINES AND METHODS FOR THEIR REDUCTION

[1]Amirkulov Nuritdin Sayfullayevich, [2]Bozorov Jurabek Turonovich

[1]Associate Professor, PhD, Tashkent State Technical University after by name I.Karimov, Tashkent, Uzbekistan.

[2]Associate Professor, PhD, University of Economics and Pedagogy, Karshi, Uzbekistan.

E-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Abstract. *This article discusses the main methods for determining gas losses in main gas pipelines, providing a comparative analysis of the methods, tables, and graphical illustrations. It also provides recommendations for reducing gas pressure losses in main gas pipelines, including calculation relationships and an analysis of the effect of pipe diameter on losses.*

Keywords: *main gas pipelines, losses, gas, pressure, pipes, diameter, leaks, roughness.*

Main gas pipelines are key elements of the gas transmission system. One of the most important tasks in pipeline operation is the monitoring and minimization of gas losses.

Gas losses can occur due to leaks, operational procedures, measurement errors, and emergency situations. Accurately determining these losses makes it possible to improve the operational efficiency of the gas transmission system, reduce economic losses, and ensure environmental safety [1].

The main sources of gas losses in trunk gas pipelines include:

- leaks through pipeline and valve defects; operational losses during equipment use; measurement instrument errors; emergency gas releases [2].

Figure.1 presents a comparative analysis of the types of gas losses in main gas pipelines.

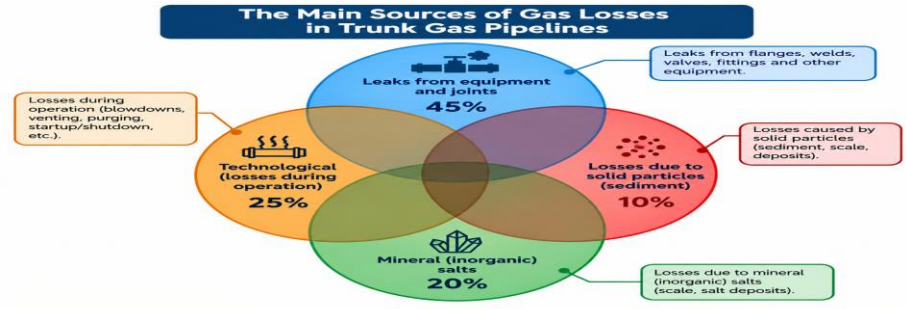


Fig.1. Approximate structure of gas losses in main gas pipelines.

Using the data for trunk gas pipelines from Table 1, we perform a calculation based on the Darcy-Weisbach equation and obtain a pressure loss value of ΔP = 60.99 kPa over a 100 km section. The calculated volumetric gas flow rate is Q = 9.81 m³/s.

Table.1

Main gas pipeline parameters

Diameter, mm	Pressure loss, kPa	Relative losses, %	Calculated ΔP (kPa)
1420	210	1.8	60.99
1220	195	2.1	60.99
1020	170	2.4	60.99
820	155	2.9	60.99

Consequently, as the diameter of main gas pipelines increases, the amount of relative losses decreases accordingly. In this case, the average relative gas loss is 2.4% [3].

Based on the tabular data and carrying out calculations, we have proposed a graph of the dependence of pressure loss on the diameter of main gas pipelines in Fig.2.

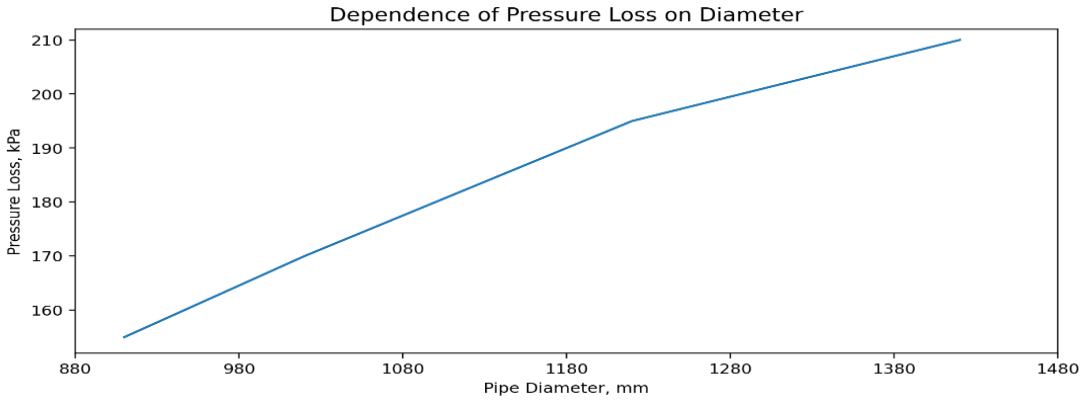


Fig.2. Dependence of pressure loss on pipe diameter.

Thus, determining gas losses in trunk gas pipelines is a crucial task for ensuring the efficient and safe operation of the gas transmission system.

In practice, a combination of methods is employed, including balance analysis, pressure monitoring, acoustic techniques, and the use of gas analyzers.

Furthermore, reducing pressure losses in trunk pipelines is achieved by optimizing pipe diameters, minimizing surface roughness, and improving leak detection systems [4-6].

The integrated application of these methods significantly enhances diagnostic accuracy and enables the timely detection of leaks, thereby helping to mitigate economic and environmental risks.

References:

[1] Ivanov I.I. Hydraulics of Gas Pipelines. — Moscow, 2022.
[2] Smith J. Gas Pipeline Engineering. — Wiley, 2021.
[3] Zhang H. Leak Detection Methods for Gas Pipelines. — 2023.
[4] GOST R 56814-2015. Main gas pipelines.
[5] Menon E. Gas Pipeline Hydraulics. CRC Press, 2022.
[6] Pipeline & Gas Journal, 2023.

ISHLATILGAN ALYUMOOKSIDLI ADSORBENTLAR ASOSIDA γ-Al_2O_3 KATALIZATOR TASHUVCHISINING TEKSTURAVIY XOSSALARINI MODELLASHTIRISH

Sapashov Ikramjan Yaumitbayevich, Zaripbayev Tursinbay Sarsenbay ulı, Ro'zmetov Muzaffar Murod o'g'li
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus, O'zbekiston
e-mail: sapashov85@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishda ishlatilgan alyumooksidli adsorbentlarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash asosida olinadigan γ-Al_2O_3 katalizator tashuvchisining teksturaviy xossalarini modellashtirish masalasi ko'rib chiqildi. Modelni shakllantirishda regeneratsiyalangan γ-Al_2O_3 ning solishtirma sirt yuzasi va g'ovak o'lchamiga oid adabiyot ma'lumotlaridan foydalanildi. N_2 adsorbsiya–desorbsiya izotermasi modellashtirilib, nisbiy bosim o'zgarishining adsorbsiyalangan azot hajmiga ta'siri tahlil qilindi. Model izotermasida adsorbsiya va desorbsiya tarmoqlari orasidagi gisterezis sohasi γ-Al_2O_3 ning mezog'ovak tuzilishi bilan bog'liq holda tahlil qilindi. Olingan natijalar yuqori solishtirma sirt yuzasi va rivojlangan g'ovak struktura γ-Al_2O_3 ni gidrotozalash katalizatorlari uchun istiqbolli tashuvchi sifatida qo'llash imkoniyatini belgilashini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: ishlatilgan adsorbent, γ-Al_2O_3, katalizator tashuvchisi, teksturaviy xossalar, modellashtirish, BET, N_2 adsorbsiya-desorbsiya, mezog'ovak.

Аннотация. В работе рассмотрено моделирование текстурных свойств носителя катализатора γ-Al_2O_3, получаемого путем переработки отработанных алюмооксидных адсорбентов в качестве вторичного сырья. При формировании модели использованы литературные данные об удельной поверхности и размере пор регенерированного γ-Al_2O_3. Смоделирована изотерма адсорбции–десорбции N_2 и проанализировано влияние изменения относительного давления на объем адсорбированного азота. Область гистерезиса между ветвями адсорбции и десорбции модельной изотермы рассмотрена во взаимосвязи с мезопористой структурой γ-Al_2O_3. Полученные результаты показали, что высокая удельная поверхность и развитая пористая структура являются важными характеристиками, определяющими возможность применения γ-Al_2O_3 в качестве перспективного носителя катализаторов гидроочистки.

Ключевые слова: отработанный адсорбент, γ-Al_2O_3, носитель катализатора, текстурные свойства, моделирование, BET, адсорбция–десорбция N_2, мезопоры.

Abstract. This study considers the modeling of the textural properties of a γ-Al_2O_3 catalyst support obtained by recycling spent alumina adsorbents as secondary raw materials. Literature data on the specific surface area and pore size of regenerated γ-Al_2O_3 were used to develop the model. The N_2 adsorption–desorption isotherm was modeled, and the effect of relative pressure on the volume of adsorbed nitrogen was analyzed. The hysteresis region between the adsorption and desorption branches of the model isotherm was analyzed in relation to the mesoporous structure of γ-Al_2O_3. The results indicate that a high specific surface area and a developed porous structure are important characteristics determining the potential application of γ-Al_2O_3 as a promising support for hydrotreating catalysts.

Keywords: spent adsorbent, γ-Al_2O_3, catalyst support, textural properties, modeling, BET, N_2 adsorption–desorption, mesopores.

Neft va gazni qayta ishlash sanoatida alyuminiy oksidi asosidagi materiallar adsorbent va katalizator tashuvchisi sifatida keng qo'llaniladi. Qollanish jarayonida adsorbentlarning sirtida turli birikmalarning to'planishi va g'ovak strukturasining o'zgarishi natijasida ularning sorbsion xususiyatlari pasayadi. Bunday materiallarni chiqindi sifatida utilizatsiya qilish o'rniga, tarkibidagi alyuminiy komponentlarini qayta ajratib olish va yuqori sirt yuzasiga ega γ-Al_2O_3 olish ikkilamchi xomashyodan samarali foydalanishning istiqbolli yo'nalishlaridan biridir.

Yunusov M.P. va hammualliflar sorbsion faolligini yo‘qotgan alyumooksidli adsorbentni qayta ishlash mahsuloti bo‘lgan alyuminiy gidroksididan gidrodesulfurizatsiya katalizatorlari uchun tashuvchi olish mumkinligini ko‘rsatgan. Tadqiqotda ishlatilgan adsorbent tarkibidagi V, Ti va Na aralashmalarining tashuvchi hamda katalizatorlarning fizik-kimyoviy va katalitik xossalariga ta’siri ham baholangan [1]. Ishlatilgan NiO/ Al_2O_3 katalizatoridan alyuminiy oksidini qayta olish jarayonini o‘rganish natiyjalarida, NaOH yordamida Al_2O_3 ning 99 % dan ortiq qismi ajratilgan, hosil bo‘lgan bayerit gidrotermik ishlov bilan bemitga va keyinchalik 500 °C da kuydirish orqali γ- Al_2O_3 ga aylantirilgan. Regeneratsiyalangan γ- Al_2O_3 ning solishtirma sirt yuzasi 213 m²/g, umumiy g‘ovak hajmi esa 0,31 ml/g ni tashkil qilgan [2].

Olimlar [3] ishlatilgan CoMo/ Al_2O_3 gidrodesulfurizatsiya katalizatorini ishqoriy usulda qayta ishlab, Al_2O_3 ning 98,13 % qismini eritmaga o‘tkazgan. Keyinchalik regeneratsiya qilingan γ- Al_2O_3 ning solishtirma sirt yuzasi 278,3 m²/g, o‘rtacha zarracha o‘lchami 2,2 μm va o‘rtacha g‘ovak diametri 3,10 nm ni tashkil etgan. Mualliflar N_2 adsorbsiya–desorbsiya tahlilida g‘ovaklarning nisbatan bir tekis taqsimlanganligini qayd etgan [3].

Katalizator tashuvchisining teksturaviy xususiyatlarini baholashda solishtirma sirt yuzasi, g‘ovaklarning o‘lchami va taqsimlanishi muhim ko‘rsatkichlar hisoblanadi. Ayniqsa, N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermalari g‘ovak materiallarning sirt xususiyatlarini tavsiflash imkonini beradi. Shu sababli eksperimental adabiyot ma’lumotlari asosida adsorbsiya-desorbsiya jarayonini modellashtirish ishlatilgan alyumooksidli materiallardan olinadigan γ-Al_2O_3 ning katalizator tashuvchisi sifatidagi xususiyatlarini dastlabki baholashda qo‘llanishi mumkin.

Tadqiqotning maqsadi – ishlatilgan alyumooksidli adsorbentlar asosida olinadigan γ- Al_2O_3 katalizator tashuvchisining teksturaviy xossalarini N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermasini modellashtirish orqali baholash.

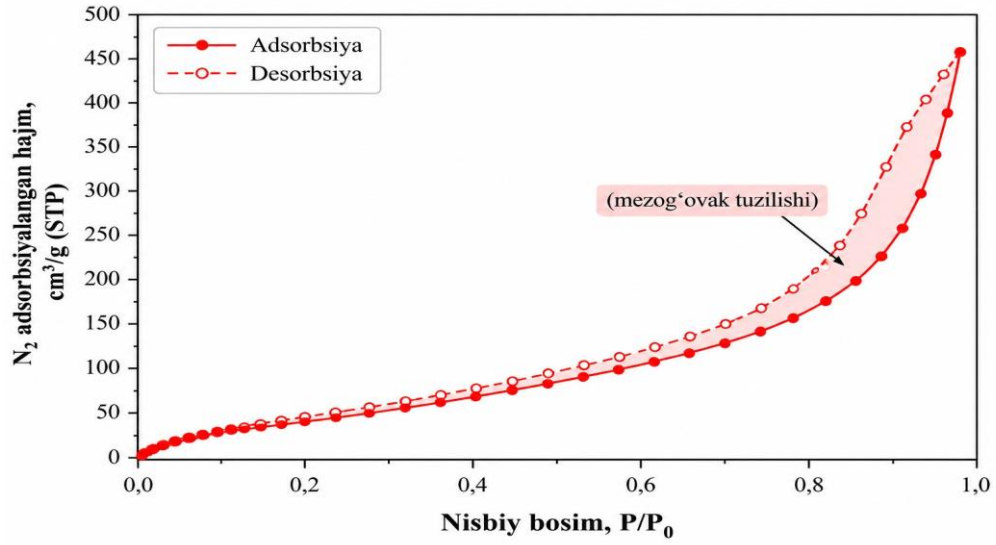
Tadqiqot hisobiy-model yondashuv asosida amalga oshirildi. Model uchun boshlang‘ich teksturaviy parametrlar sifatida ishlatilgan alyuminiy oksidli materiallardan regeneratsiya qilingan γ-Al_2O_3 bo‘yicha e’lon qilingan eksperimental ma’lumotlar qabul qilindi. Asosiy tayanch sifatida [3] tomonidan aniqlangan 278,3 m²/g BET solishtirma sirt yuzasi va 3,10 nm o‘rtacha g‘ovak diametri olindi.

N_2 adsorbsiya-desorbsiya jarayoni $P/P_0 = 0$-1nisbiy bosim oralig‘ida modellashtirildi. Bu yerda P- adsorbatning muvozanat bosimi, P_0- uning to‘yingan bug‘ bosimi. Solishtirma sirt yuzasini tavsiflash uchun BET modelining umumiy tenglamasi asos qilib olindi:

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{C - 1}{V_m C}\frac{P}{P_0},$$

Model izotermasi nisbiy bosim ortishi bilan adsorbsiyalangan N_2 hajmining ortishi hamda yuqori nisbiy bosim sohasida adsorbsiya va desorbsiya tarmoqlarining ajralishini ko‘rsatadigan tarzda shakllantirildi. Mazkur grafik eksperimental o‘lchov natijasi sifatida emas, adabiyotdagi teksturaviy parametrlar asosida tuzilgan model izoterma sifatida tahlil qilindi.

Modellashtirilgan N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermasi 1-rasmda keltirilgan. Nisbiy bosimning dastlabki sohasida adsorbsiyalangan N_2 hajmi bosqichma-bosqich ortadi. P/P_0qiymatining oshishi bilan adsorbsiya intensivligi kuchayib, ayniqsa yuqori nisbiy bosim sohasida adsorbsiya va desorbsiya tarmoqlari orasidagi farq yaqqol namoyon bo‘ladi.



1-rasm. γ-Al_2O_3 katalizator tashuvchisining N_2 adsorbsiya-desorbsiya izotermasining model ko‘rinishi.

Rasmda keltirilgan grafikdagi adsorbsiya va desorbsiya tarmoqlari orasida shakllangan gisterezis sohasi modelda g‘ovak strukturada kapillyar kondensatsiya bilan bog‘liq jarayonlarni ifodalash uchun kiritilgan. γ-Al_2O_3 uchun adabiyotda aniqlangan 3,10 nm o‘rtacha g‘ovak diametri 2-50 nm oralig‘idagi mezog‘ovaklar diapazoniga kiradi. Shu sababli modelda gisterezis sohasining mavjudligi mezog‘ovak γ-Al_2O_3 strukturasining sifat tavsifi sifatida qaraldi. Liu va hammualliflarning haqiqiy eksperimental tahlilida regeneratsiyalangan γ-Al_2O_3 ning o‘rtacha g‘ovak diametri 3,10 nm va BET sirt yuzasi 278,3 m^2/g bo‘lgan.

Modelda nisbiy bosim P/P_0ning 1 ga yaqinlashishi bilan adsorbsiyalangan N_2 hajmining keskin ortishi g‘ovaklarning to‘lishi va kapillyar kondensatsiya jarayonlarining kuchayishini ifodalaydi. Bunday teksturaviy tuzilish katalizator tashuvchisi uchun muhim, chunki rivojlangan ichki sirt katalitik faol komponentlarning joylashishi uchun katta maydon hosil qiladi.

Adabiyot ma’lumotlari ham ishlatilgan alyuminiy oksidli materiallardan yuqori sirt yuzasiga ega tashuvchilar olish mumkinligini tasdiqlaydi. Al-Sheeha va hammualliflar regeneratsiyalangan γ-Al_2O_3 uchun 213 m^2/g, Liu va hammualliflar esa 278,3 m^2/g solishtirma sirt yuzasini aniqlagan [2, 3]. Bu natijalar qayta ishlash usuli va sharoitlari hosil bo‘ladigan γ-Al_2O_3 ning teksturaviy xususiyatlarini boshqarishda muhim ekanligini ko‘rsatadi.

Shunday qilib, N_2 adsorbsiya–desorbsiya jarayonining modellashtirilishi ishlatilgan alyumooksidli adsorbentdan olinadigan γ-Al_2O_3 ning g‘ovak strukturasini nazariy tavsiflashga imkon beradi. Yuqori solishtirma sirt yuzasi va mezog‘ovak tuzilish Ni-Mo hamda Co-Mo tipidagi gidrotozalash katalizatorlarida faol komponentlarni joylashtirish uchun zarur teksturaviy asosni shakllantirishi mumkin.

Ishlatilgan alyumooksidli adsorbentlar asosida olinadigan γ-Al_2O_3 katalizator tashuvchisining teksturaviy xossalari N_2 adsorbsiya-desorbsiya jarayonini modellashtirish orqali baholandi. Modelni shakllantirishda adabiyotda regeneratsiyalangan γ-Al_2O_3 uchun eksperimental aniqlangan 278,3 m^2/g BET solishtirma sirt yuzasi va 3,10 nm o‘rtacha g‘ovak diametri tayanch parametr sifatida qabul qilindi. Model izotermasida adsorbsiya va desorbsiya tarmoqlari orasidagi gisterezis sohasi mezog‘ovak strukturaning shakllanishini tavsiflovchi element sifatida namoyon bo‘ldi. Olingan model natijalari ishlatilgan alyumooksidli materiallardan regeneratsiya qilinadigan γ-Al_2O_3 ni gidrotozalash katalizatorlari uchun istiqbolli tashuvchi sifatida keyingi eksperimental tadqiq etishga asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yunusov M.P., Gulomov Sh., Nasullayev K.A., Turdiyeva D.P.K., Isayeva N.F., Abdurakhmanova I.S.K., Mustafayev B.D., Murzin D.Yu. Hydrodesulfurization Catalysts from Aluminium-Containing Waste // Catalysis Letters. 2024. – Vol. 154(8). P. 4409–4421.

2. Al-Sheeha H., Marafi M., Stanislaus A. Reclamation of alumina as boehmite from an alumina-supported spent catalyst // International Journal of Mineral Processing. 2008. – Vol. 88, No. 3–4. P. 59–64.

3. Liu Q., Wang W.Q., Yang Y., Liu X.G., Xu S.M. Recovery and regeneration of Al_2O_3 with a high specific surface area from spent hydrodesulfurization catalyst $CoMo/Al_2O_3$ // Rare Metals. – 2019. DOI: 10.1007/s12598-018-1164-1.

ANALYSIS OF SOLUTION INDICATORS IN THE PREPARATION OF LIGHTWEIGHT DRILLING SOLUTIONS BASED ON WOOD POWDER

Kholmukhammadiev Abduholiq Mahammadi ugli[1], Toshev Sherzod Orzievich[2], Hakimov Kamol Jo‘rayevich, Sharopov Laziz Anvarovich[3]
[1]Termez State University of Engineering and Agrotechnologies
[2,3]Bukhara State Technical University

Abstract. *This article examines the preparation of lightened drilling fluids based on wood powder and the analysis of the main technological indicators of these fluids. When conducting drilling operations in productive reservoirs under conditions of abnormally low reservoir pressure, the prevention of slurry absorption and reservoir hydraulic design is a pressing issue. Wood powder is described as an environmentally friendly, inexpensive, and effective lightweight and colmatant additive.*

During the research, the influence of wood powder concentration and fractional composition on the density, rheological, and filtration properties of the drilling fluid was studied in detail. The experimental results demonstrated that the introduction of this component significantly reduces the density of the solution while maintaining its ability to lift and hold layer particles. Optimal values of plastic viscosity, dynamic shear stress, and water separation parameters are ensured.

The results obtained confirm that the use of wood powder increases the stability of drilling fluids and ensures the stability of wellbore walls. The proposed composition contributes to reducing the cost of drilling operations, the efficient use of local raw materials, and increasing the drilling efficiency of oil and gas wells.

Keywords. *well, drilling, drilling fluid, reagent, solution stability.*

Аннотация. *В данной статье будут рассмотрены вопросы приготовления облегченных буровых растворов на основе древесного порошка, а также анализа основных технологических показателей этих растворов. При проведении буровых работ в условиях аномально низкого пластового давления в продуктивных пластах актуальной проблемой является поглощение раствора и предотвращение гидроразрыва пласта. Древесная мука характеризуется как экологически безопасное, дешевое и эффективное разжижающее и кольматирующее средство.*

В ходе исследования было подробно изучено влияние концентрации и фракционного состава древесного порошка на плотность, реологические и фильтрационные свойства бурового раствора. Результаты экспериментов показали, что введение этого компонента сохраняет свою способность поднимать и удерживать частицы слоя при значительном снижении плотности раствора. Обеспечиваются оптимальные значения вязкости пластика, динамического напряжения сдвига и водоотделения.

Полученные результаты подтверждают, что использование древесной муки повышает стабильность буровых растворов и обеспечивает прочность стенок скважин. Предлагаемое содержание служит снижению затрат на бурение, более эффективному использованию местного сырья и повышению эффективности бурения нефтегазовых скважин.

Ключевые слова. *скважина, бурение, буровой раствор, реагент, стабильность раствора.*

Annotatsiya. *Ushbu maqolada yog‘och kukuni asosida yengillashtirilgan burg‘ilash eritmalarini tayyorlash hamda ushbu eritmalarning asosiy texnologik ko‘rsatkichlarini tahlil qilish masalalari ko‘rib chiqiladi. Mahsuldor qatlamlarda anomal past qatlam bosimi sharoitida burg‘ilash ishlarini olib borishda eritma yutilishi va qatlamlar gidroloyihasining oldini olish dolzarb muammo hisoblanadi. Yog‘och kukuni ekologik xavfsiz, arzon va samarali yengillashtiruvchi hamda kolmatatsiyalovchi qo‘shimcha sifatida tavsiflanadi.*

Tadqiqot jarayonida yog‘och kukunining konsentratsiyasi va fraksiya tarkibi burg‘ilash eritmasining zichligi, reologik hamda filtratsiya xossalariga ko‘rsatadigan ta’siri batafsil o‘rganildi. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, ushbu komponentning kiritilishi eritma zichligini sezilarli darajada kamaytirish bilan birga, uning qatlam zarralarini ko‘tarish va ushlab turish qobiliyatini saqlab qoladi. Plastik qovushqoqlik, dinamik siljish kuchlanishi va suv ajratuvchanlik ko‘rsatkichlarining maqbul qiymatlari ta’minlanadi.

Olingan natijalar yog‘och kukunidan foydalanish burg‘ilash eritmalarining barqarorligini oshirishini hamda quduq devorlari mustahkamligini ta’minlashini tasdiqlaydi. Taklif etilayotgan tarkib burg‘ilash ishlarining tannarxini kamaytirish, mahalliy xomashyolardan unumli foydalanish va neft-gaz quduqlarini burg‘ilash samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar. *quduq, burg‘ilash, burg‘ilash eritmasi, reagent, eritmani barqarorligi.*

Introduction. Worldwide, work is being conducted on the exploration of oil and gas fields, as well as the development and operation of wells, taking into account their structure and drilling depth. Therefore, the creation of new types of drilling mixtures using local clay minerals, chemical reagents, and stabilizing additives from synthetic and natural materials is of great importance.

To date, there is a need to develop and substantiate a number of scientific solutions for the use of bentonite, palygorskite, hydraulic sludge, and other minerals and chemical reagents as a drilling fluid base for oil and gas well drilling, including the following areas: increasing the stabilization of drilling fluids; creating effective chemical reagents for drilling processes; developing polymineral compositions based on local clays and preparing drilling fluids based on these compositions; studying the physicochemical characteristics of mixtures prepared on the basis of polymineral compositions; studying the patterns of thermal and salt resistance of drilling fluids obtained on the basis of clay compositions and developing their optimal regimes. Of all types of drilling fluids, clay drilling fluids are used most frequently and in large volumes [1].

Currently, in the world, it is necessary to substantiate relevant scientific solutions for the use of bentonite, palygorskite, hydraulic sludge, and other minerals and chemical reagents that form the basis of drilling fluids used in oil and gas well drilling: increasing the stability of drilling fluids; developing effective chemical reagents for the drilling process; creating polymineral compositions based on local clays and preparing effective drilling fluids from the compositions; determining the physicochemical properties of solutions prepared on the basis of polymineral compositions; studying the patterns of high-temperature and salt resistance of drilling fluids based on clay compositions and developing optimal conditions [2].

Materials and methods. The aforementioned situations occurring during the drilling of oil and gas wells create a demand for lightened drilling fluids. The use of lightened drilling fluids during well drilling is a critical period requiring great attention. In this case, great attention is paid to the density of the drilling fluids. If the density of the drilling fluids is increased during well drilling, an accident occurs in the well, i.e., the absorption of the drilling fluid occurs [3].

If the density of the drilling fluids is reduced during well drilling, an accident (a fountain) will occur in the well. Therefore, the use of lightened drilling fluids requires theoretical and practical knowledge and skills, years of experience, special requirements, special rules, and great responsibility.

To increase the volume of oil and gas production, it is necessary to increase the number of oil and gas wells, i.e., to drill wells. To date, the drilling process cannot be carried out without the participation of drilling fluid. The drilling fluid must meet several requirements during well drilling; that is, by managing and controlling the physicochemical properties of the reagents added to the fluid,

it will be possible to conduct the drilling process with high quality and safety [4].

Drilling fluids not only ensure drilling speed and success but also activate them and maximize productivity. The main functions of drilling fluids are rapid and careful deepening and preventing damage to drilling pipes or production layers.

The effectiveness of these functions depends on the connection between solutions and natural rocks. The intensity of the relationship depends on the medium of the solutions. Based on the dispersion medium, drilling fluids are divided into three types: water-based solutions, oil-based solutions, and gaseous agents [5]. Types of drilling fluids are determined based on the geological environment of the mixtures forming this solution: formation types are determined by the physicochemical properties of the fluids contained within them, as well as rock pressure and temperature [6].

It should be noted that in Uzbekistan, despite significant reserves of bentonite, palygorskite, and hydrosilicate clays, they are practically not used as raw materials, the main reason for which is the insufficient study of their composition and physicochemical properties, as well as the lack of scientifically grounded technology and formulas for obtaining high-temperature and salt-resistant drilling fluids.

Results and discussion. The main properties of Navbakhor bentonites and Palygorskites in the Navoi region, as well as hydroslude clays from the Kattakurgan deposit, are presented. The chemical compositions of these clays are given in Table 1.

Table.1. ND bentonites and polyhorchites of chemical compounds, amount in the composition of hydroslude clays of the SHD

Compound formula	Amount of compounds, % calculation for dry substance			
	ND* bentonites		ND carbonate pagorskite	Bentonite clay KD**
	Alkaline	Alkaline earth		
SiO_2	57.91	56.23	46.79	58.75
TiO_2	0.35	0.61	-	0.91
Al_2O_3	13.69	13.56	8.63	18.09
Fe_2O_3	10	6.50	-	-
MgO	1.84	3.76	2.74	5.70
CaO	0.48	0.69	10.08	2.97
No_2O	1.53	0.98	-	0.39
K_2O	1.75	2.20	1.6	2.05
P_2O_3	0.43	0.92	1.99	0.52
SO_3	0.75	0.49	-	0.05
Fe_2O	-	-	3.41	8.95
P.P.P.	16.17	14.06	24.33	15.72
Sum	99.98	99.95	99.75	99.83

Note: *ND - Navbakhor deposit; **KD-Kattakurgan deposit.

As can be seen from Table 1, alkaline and alkaline-earth bentonites differ in their content of TiO_2, MgO, Na_2O, K_2O_2, and others. A significant difference in chemical composition is observed between bentonites and carbonate-containing polygorkites, where polygorkites contain less Al_2O_3, less SiO_2, less MgO, and more CaO.

Carbonate-containing ND-paligorskite contains larger fractions than the alkaline and alkaline-earth bentonites of the same deposit (Table 2).

Table 2. Dispersed composition and specific surface area of alkaline and alkaline-earth bentonites of the ND, carbonate-containing palygorskite, and bentonite clay of the KD.

Names of clays	Fraction content, %			Specific area, 10^3 m^2/kg
	less than 0.01 mm			
Alkaline bentonite of the Navbakhor deposit (AB ND)	80.2	18.9	0.9	305
Alkaline-earth bentonite of the Navbakhor deposit (AEB ND)	81.6	17.7	0.7	310
Carbonate polygorskite of the Navbakhor deposit (CP ND)	76.5	21.4	2.1	286
Bentonite clay of the Kattakurgan deposit (BC KD)	82.7	16.2	1.1	295

As can be seen from Table 2, the largest specific surface area is in ND alkaline-earth bentonite (310·103 m^2/kg), and conversely, the smallest is in ND carbonate polygorskite (286·103 m^2/kg).

The alkaline and alkaline-earth bentonites of ND are more hydrophilic than the carbonate-containing palygorskite, and therefore contain less bound water.

The results of the swelling analysis of the selected ND clays are presented in Table 3.

Table 3. Indicators of swelling of ND bentonites, carbonate-containing pagorskite and KD bentonite clay

Name of swelling indicator	Bentonite		ND carbonate palygorskite	KD bentonite clay
	alkaline	alkaline earth		
Swelling degree (h), cm^3/g	1,398	1,425	1,235	1,321
Swelling time (τ), hours	762	675	776	689
Average swelling rate ($\omega_{avg}.10^{-3}$), $cm^3/g.$ hour	1,720	1,689	1,735	1,578
Boundary shear stress (Pm), $h.s/cm^2$	125	127	121	122

The basis for the creation and study of compositions was the ability to maintain the required rheological properties of the composition depending on the physicochemical properties of the interaction of the dispersed particles of these rocks with the excavated rocks and the aquatic environment.

As seen from the table, the highest water swelling is observed in alkaline-earth bentonite and, conversely, the lowest in carbonate-containing pagorskite (atapulgit). At the same time, moderate swelling is observed in alkaline bentonite ND and bentonite clay KD.

During the drilling process, clay suspensions are formed by mixing the drilled rock with water. Clay suspensions are primarily used in hard-to-drill rock formations. During the drilling process, the

parameters of the clay suspensions are controlled by adding water. This solution is used in predominantly stable sections where it swells and disperses [7].

The properties of drilling fluids must ensure safety during high-speed drilling operations and ensure maximum well productivity during completion operations. The use of drilling fluids with controlled properties entails significant costs, which must be economically justified. To achieve this, the drilling fluid must behave stably during the drilling process and be provided with the properties required by the drilling conditions using available chemical reagents [8].

To increase the volume of oil and gas production, it is necessary to increase the number of oil and gas wells, that is, to drill more wells. To date, the drilling process has not been possible without the use of drilling fluid. During well drilling, the drilling fluid must meet several requirements; that is, by controlling and controlling the physicochemical properties of the reagents added to the fluid, it will be possible to conduct the drilling process with high quality and safety.

Pieces of drilled sandstone or hard shale were considered unsuitable for preparing drilling fluids, as viscous clays yielded better results. To prepare the drilling fluid, it is recommended to add up to 20% clay to the volume of water.

The properties of drilling fluids must ensure safety during high-speed drilling operations and ensure maximum well productivity during completion operations. The use of drilling fluids with controlled properties entails significant costs, which must be economically justified. To achieve this, the drilling fluid must behave during the drilling process and, using available chemical reagents, acquire the properties required by the drilling conditions.

Conclusion. During the drilling of wells, certain vibration forces are created in the rock being broken by the drill, as well as in the set of rotating drill pipes and well walls. If there were no drilling fluid in the well, the drills would have failed due to speed, and the drill pipes would have suffered severe corrosion. Due to the presence of drilling fluid in the well, the vibration coefficient decreases, while the heat generated by the vibration of the drill bit and drill pipe against the rock mass decreases.

LIST OF USED LITERATURE

1.N.Yodgorov “Burg‘ulash eritmalari”. Darslik, Toshkent, TDTU bosmaxonasi, 2002 y.

2.U.D.Nurmatov, A.M.Aminov. Neft va gaz quduqlarini burg‘ulash. O‘quv qo‘llanma. Toshkent, 2003

3.A.M. Aminov, N.Yodgorov, X.T. Tolipov “Burg‘ulash eritmalari” Toshkent – 257. 1996 y.

4.A.K. Raximov, A.M. Aminov, A.A. Raximov Parmalovchi muhandislar uchun ma’lumotnoma (spravochnik). O‘quv qo‘llanma. Toshkent, 2008 y.

5.Арипов Э.А., Мумиков С.З. Физико-химические свойства природных минеральных сорбентов Узбекистана-Ташкент: Фан, 1973-98 с.

6.Андресон Б.А., Маас А. Буровой раствор нового поколения. // Нефть и капитал. М. - 1997. - С. 93-94.

7.Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебник для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 352 с.

8.Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. – Оренбург. Летопись. 2005. – 664

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН В УЗБЕКИСТАНЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ И ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ

Холмухаммадиев Абдухолик Махаммади угли[1], Тошев Шерзод Орзиевич[2], Шаропов Лазиз Анварович[3]
[1]Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий, Сурхандарья [2,3]Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан
e-mail: xolmuxammadiyev1609@gmail.com

Аннотация. *В данной работе рассматриваются перспективы освоения и эффективного использования ресурсов бентонитовых глин Узбекистана в нефтегазовой, химической и экологической отраслях. Особое внимание уделено возможностям применения качественных отечественных бентонитов для приготовления высоковязких, термостойких и ингибированных буровых растворов. Выделены ключевые месторождения республики (в частности, Навоийской и Ферганской областей), обладающие значительным сырьевым потенциалом для импортозамещения зарубежных аналогов. Анализируются химико-минералогический состав бентонитов, их набухаемость и коллоидно-химические свойства. Доказано, что применение технологии модификации (щелочной активации) местной глины позволяет существенно улучшить структурно-механические и реологические характеристики буровых промывочных жидкостей, снизить водоотдачу и повысить устойчивость стенок скважин при бурении в сложных геологических условиях. Кроме того, в статье освещаются альтернативные направления применения узбекских бентонитов: в качестве эффективных сорбентов для очистки сточных вод, связующих материалов в литейном производстве и металлургии, а также гидроизоляционных экранов в экологии. Сделан вывод о том, что комплексная переработка и промышленное освоение бентонитовых глин Республики Узбекистан способствуют снижению себестоимости буровых работ и укреплению экспортного потенциала химической промышленности страны.*

Ключевые слова: *бентонит, палыгорскит, гидрослюда, буровые растворы, почва, адсорбент.*

Abstract. *This paper examines the prospects for the development and efficient use of bentonite clay resources in Uzbekistan in the oil and gas, chemical and environmental industries. Special attention is paid to the possibilities of using high-quality domestic bentonites for the preparation of highly viscous, heat-resistant and inhibited drilling fluids. The key deposits of the republic (in particular, Navoi and Ferghana regions) with significant raw material potential for import substitution of foreign analogues have been identified. The chemical and mineralogical composition of bentonites, their swelling and colloidal chemical properties are analyzed. It is proved that the use of the technology of modification (alkaline activation) of local clay can significantly improve the structural, mechanical and rheological characteristics of drilling fluids, reduce water loss and increase the stability of well walls when drilling in difficult geological conditions. In addition, the article highlights alternative applications of Uzbek bentonites: as effective sorbents for wastewater treatment, binders in foundry and metallurgy, as well as waterproofing screens in ecology. It is concluded that the complex processing and industrial development of bentonite clays of the Republic of Uzbekistan contribute to reducing the cost of drilling operations and strengthening the export potential of the country's chemical industry.*

Keywords: *bentonite, palygorskite, hydroludes, drilling fluids, soil, adsorbent.*

Annotatsiya. *Ushbu maqolada O‘zbekistonning bentonit gillari resurslarini neft-gaz, kimyo va ekologiya tarmoqlarida o‘zlashtirish va samarali foydalanish istiqbollari ko‘rib chiqiladi. Yuqori yopishqoq, issiqqa chidamli va ingibirlangan burg‘ilash eritmalarini tayyorlash uchun sifatli mahalliy bentonitlardan foydalanish imkoniyatlariga alohida e’tibor qaratilgan. Respublikaning asosiy konlari (xususan, Navoiy va Farg‘ona viloyatlari) xorijiy analoglarni import o‘rnini bosish uchun muhim xomashyo salohiyatiga ega ekanligi ta’kidlandi. Bentonitlarning kimyoviy-mineralogik*

tarkibi, ularning shishuvchanligi va kolloid-kimyoviy xususiyatlari tahlil qilinadi. Mahalliy loyni modifikatsiya qilish (ishqoriy faollashtirish) texnologiyasidan foydalanish burg‘ilash yuvish suyuqliklarining struktura-mexanik va reologik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilash, murakkab geologik sharoitlarda burg‘ilashda suv berishni kamaytirish va quduq devorlarining barqarorligini oshirish imkonini berishi isbotlangan. Bundan tashqari, maqolada o‘zbek bentonitlarini qo‘llashning muqobil yo‘nalishlari: oqova suvlarni tozalash uchun samarali sorbentlar, quyish ishlab chiqarishi va metallurgiyada bog‘lovchi materiallar, shuningdek, ekologiyada gidroizolyatsiya ekranlari sifatida yoritilgan. O‘zbekiston Respublikasining bentonit gillarini kompleks qayta ishlash va sanoatda o‘zlashtirish burg‘ilash ishlarining tannarxini pasaytirish va mamlakat kimyo sanoatining eksport salohiyatini mustahkamlashga xizmat qilishi haqida xulosa chiqarildi.

Kalit so‘zlar: *bentonit, palygorskit, gidroslyuda, burg‘ilash eritmalari, tuproq, adsorbent.*

Введение. На сегодняшней день в мире по применению бентонитов, палыгорскитов, гидрослюд и других минералов, а также химических реагентов как основы буровых растворов для бурении нефтяных и газовых скважин необходимо разработать и обосновать ряд научных решений, в том числе по следующим направлениям: повышению стабильности буровых растворов; созданию эффективных химических реагентов для буровых процессов; разработке полиминеральных композиций на основе местных глин и приготовлению эффективных буровых растворов из этих композиций изучению физико-химических характеристик приготовленных растворов на основе полиминеральных композиций; изучению закономерности термо- и солестойкости буровых растворов полученных на основе глинистых композиций и разработке их оптимальных режимов.

На сегодняшний день в Узбекистане достигнуты определенные теоретические и практические результаты по разработке эффективных буровых растворов для бурения нефтегазовых скважин, а также новых импортозамещающих реагентов и материалов [1].

Бентонитовые глины во многих странах издавна использовались в медицине в качестве адсорбентов. Считается, что эти глины обладают способностью адсорбировать яды, бактерии и токсины.

В настоящее время бентонитовые глины применяются более чем в 200 различных областях производства. Большой объем бентонитовых глин используется в нефтеперерабатывающей промышленности и при глубоком бурении скважин. Применяются различные виды бентонитовых глин в косметике для получения кремов и пудры, в бытовой химии при производстве мыла и моющих средств, в пищевой промышленности для осветления вин и очистки хлопкового масла. В растениеводстве при внесении в почву 100-200 кг на гектар порошка бентонитовой глины значительно повышается урожайность, в том числе кормовых культур, улучшается структура почвы.

Одно из хорошо изученных месторождений бентонита в Узбекистане Навбахорское в Навойской области, открытое в 1998 году. Запасы глины здесь составляют порядка 7 млн т. По предположениям геологов, эти бентонитовые глины являются продуктом многовекового океанического осадка и образовались около 25 млн лет назад, в период, когда поверхность месторождения была покрыта водой. По радиационной безопасности этот бентонит относится к первому классу, может использоваться в медицине для производства лекарственных препаратов и в сельском хозяйстве.

На базе Навбахорского месторождения в 2002 году создано предприятие “Bentonite” производительностью 40 тыс.т бентонитовой глины в год, часть ее экспортируется в страны СНГ. Продукция предприятия соответствует техническим условиям, отвечает требованиям ГОСТ 25795-83, ГОСТ 25796.083 и ГОСТ 25796.5-83, применяемым в странах СНГ, и подтверждена соответствующими сертификатами [2].

Материалы и методы. Большинство глинистых минералов состоит из двух структурных элементов: первый элемент-алюмокислородный Al_2 $(OH)_6$ толщиной 0,506 нм, представлен двумя слоями плотноупакованных атомов кислорода или гидроксильных групп,

между которыми на равном расстоянии (от шести кислородов) в октаэдрической сетке размещены атомы алюминия, железа или магния; второй элемент, толщиной 0,493 мм, состоит из кремнекислородных тетраэдров, в которых атом кремния равноудален от четырех атомов кислорода. Тетраэдрические группы кремнезема расположены в форме бесконечно повторяющейся гексагональной сетки, образующей слои Si_4O_6 $(OH)_4$. Существуют глинистые минералы ленточно-слоистого строения. Их основной структурный элемент представляет собой амфиболовую ленту, состоящую из двух пироксеновых цепочек, соединенных между собой атомами алюминия или магния таким образом, что каждый из них окружен шестью атомами кислорода и образует в плане правильные гексагональные кольца. Различают два типа кристаллических глинистых минералов: первый тип состоит из соединения слоев кремнекислородных тетэдров и алюмокислородных октаэдров в соотношении 1:1 (каолинит, галлуазит); второй тип представлен теми же элементам в соотношении 2:1 (гидрослюда, монтмориллонит) [3].

К минералам ленточно-слоистой структуры относится палыгорскит. Одно из определяющих признаков, зависящее от кристаллического типа глинистых минералов-отношение окислов SiO_4: RzO (где R-Al, Fe) [4].

Приведенные кристаллические структуры глинистых минералов являются идеальными. Реальные структуры значительно отличаются от идеальных наличием ряда несовершенств к числу которых относятся нестехиометрические замещения катионов в тетраэдрических положениях. При нестехиометрическом замещении атомов кремния и алюминия, входящих в кристаллическую решетку глинистых минералов, частицы глины для компенсации ненасыщенной валентности адсорбируют из окружающей среды катионы. В водном растворе эти катионы способны к диссоциации и эквивалентному обратимому обмену с другими катионами, находящимися в растворе, поэтому они называются обменными.

Способность глин поглощать ионы из окружающей среды и выделять эквивалентное количество других ионов, находящихся в данном минерале в обменном состоянии, называется обменной способностью глин. Последняя характеризуется емкостью поглощения, которая выражается количеством обменных катионов (в молях), содержащихся в 100 г сухой глины. Физико-химические характеристики некоторых основных глинистых минералов приведены в таблице 2. В глинистых минералах обменными являются Ca^2, Mg^2, Na, K^4, H^4, NH^4. В природных глинах морского происхождения обменные катионы в основном представлены натрием и калием [5]. Такие глины называются натриевыми. Они обладают повышенными коллоидно-химическими свойствами. В глинах речного происхождения в обменном комплексе преобладают ионы кальция и магния. Кальциевые глины имеют худшие коллоидно-химические свойства. Для бурения используются бентонитовые, суббентонитовые, палыгорскитовые и каолинитг гидрослюдистые глины [6].

Бентониты состоят в основном из минералов монтмориллонитовой группы. Кристаллическая решетка-трехслойная (2:1). Пакеты образованы из алюмокислородного слоя октаэдрического (монтмориллонит, нонтролинит, бейделит) или триоктаэдрического (сапонит, гекторит) строения, заключенного между тетраэдрическими кремнекислородными слоями, вершины которых повернуты к внутреннему слою. Верхние и нижние плоскости элементарных пакетов покрыты атомами кислорода, поэтому при их соприкосновении возникают лишь слабые Ван-дер Ваальсовые силы. В связи с этим, при смачивании глины молекулы воды или другой полярной жидкости легко проникают в межпакетное пространство, вызывая его увеличение с 0,96 до 2,14 нм. При этом происходит значительный рост объема глины (набухание) и диспергирование ее до элементарных частиц. Частицы бентонитовой глины имеют чешуйчатое, пластинчатое строение. Линейные размеры находятся в пределах 0,01-0,4 мкм и примерно в 10-100 раз превышают их толщину. Удельная поверхность 1 г бентонита очень, высока. Способность к набуханию обратима. Толщина водных слоев между пакетами зависит от природы обменных катионов. Величина обменного комплекса у монтмориллонита составляет (80^{-4}-150) 10^3 моль на 100 г сухой глины. Состав обменных катионов, адсорбированных на плоскостях и гранях пакетов может быть преимущественно

представлен как Na^+, K^+ так и Ca^2 и Mg^{2+}. Двухвалентные катионы увеличивают силу притяжения между пакетами, поэтому Са - бентонит хуже диспергируется и набухает. Наиболее целесообразно использовать бентониты с высокой емкостью обмена с преимущественным содержанием Na. Такие бентониты образуют суспензии с требуемыми структурно-реолгическими свойствами при относительно низкой концентрации твердой фазы [7].

Каолиниты имеют кристаллическую двухслойную (1:1) решетку без зарядов на поверхности. Элементарные пакеты состоят из слоя кремнекислородных тетраэдров и связанного с ним через общие атомы кислорода алюмокислородного слоя диоктаэдрического строения [8].

В последнее время бентонитовые глины стали использовать в качестве природных минеральных добавок в кормах сельскохозяйственных животных. Так, при добавлении в комбикорм дойным коровам 0,5-2,0% (по массе) порошка бентонитовой глины повышаются удои и жирность молока, а до 2,5% в комбикорм курам-несушкам увеличивается их продуктивность и прочность скорлупы яиц. Установлено, что бентонитовые глины обладают не только лечебными свойствами, но и содержат более 20 видов макро- и микроэлементов. В Узбекистане известны более 40 каолиновых и 180 бентонитовых месторождений. Хорошо изучены физические свойства и химический состав 10 каолиновых и 20 бентонитовых месторождений. Бентонитовые и каолиновые глины содержат кремний, кальций, магний, серу, натрий и другие микро элементы в виде соединений с кислородом.

Результаты и обсуждение. Использование бентонита в качестве макро- и микродобавок в комбикормах животных будет в несколько раз дешевле по сравнению со специальными препаратами, содержащими микроэлементы. В Узбекистане проведены опыты на бычках швицкой породы в возрасте от 12 до 18 месяцев для определения эффективности применения в их кормах каолиновых и бентонитовых глин (в виде порошка), а также влияния такого кормления на рост, развитие и физиологическое состояние, продуктивность животных и качество мясной продукции. Были сформированы три группы животных - контрольная и две опытные. Основной рацион во всех группах был одинаковый и состоял из зеленой массы, силоса, сена, сенажа и комбикормов. Бычкам 1 опытной группы дополнительно вводили в комбикорма каолиновую глину из расчета 2,5% от массы комбикорма, 2 опытной - порошок бентонитовую глину в количестве 2,5%. В день животные опытных групп получали по 120-150 г порошка глины в составе 5,5-6 кг комбикорма. Среднесуточный прирост у животных 1 и 2 опытных групп был больше соответственно на 10,5 и 13,8%, чем контрольной группы. Температура тела, частота дыхания и пульса бычков во время опыта были в пределах нормы. По данным клинических наблюдений все животные были здоровыми. Результаты химического анализа показали, что в мясе бычков опытных групп содержалось больше жира, белка и витаминов группы В. Экономическая эффективность выращивания и откорма бычков при кормлении их комбикормами с природной минеральной добавкой в виде порошка глины каолина или бентонита показала, что высокие приросты живой массы животных опытных групп обеспечили снижение себестоимости прироста в пределах 7-12%.

Заключение. Проводились опыты и по скармливанию порошка глины бентонита телкам 12-16-месячного возраста. Опытные животные получали дополнительно к основному рациону природную глину из расчета 0,6 г на килограмм живой массы, то есть примерно 120-150 г в сутки в составе комбикорма (2,5% от его массы). В начале опыта средняя живая масса животных составляла 180-181кг, в конце опыта 253 кг в опытной группе и 245 кг в контрольной. Таким образом, в условиях Узбекистана при кормлении бычков на откорме и телок при выращивании можно добавлять в комбикорма до 3% порошка глины каолина или бентонита от массы комбикорма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арипов Э.А., Мумиков С.З. Физико химические свойства природных минеральных сорбентов Узбекистана Ташкент: Фан, 1993. 98 с.
2. Булатов А.И. Бурение нефтяных и газовых скважин М.: Недра, 2001. 496 с.

3. Городнов В.Д. Буровые растворы. – М.: Недра, 1985. 206 с.
4. Литяева З.А. Глинопорошки для буровых растворов. М.: Недра, 1992. 192 с.
5. Мирзаев А.У., Черненко Г.В., Глушенкова А.И., Чинникулов Х. Сорбционные свойства бентонитовых глин Навбахорского месторождения. Узбекский химический журнал 1999 №5, с.34-36.
6. Рябченко В.И. Управление свойствами буровых растворов. М.: Недра, 1990. 230 с.
7. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. Оренбург. Летопись. 2005. 664 с.
8. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах, Киев: Наукова Думка, 1975. 351 с.

SOME ASPECTS OF SELECTING ADDITIVES AND OCTANE-LIKE FUEL ADDITIVES

Kholikova Sevara Jasurovna, Narzullayev Bunyod bahrom ug'li
Professor of the Department of "Oil and Gas Chemical Industry Technology"
Tashkent State Technical University, UZ, Sevarazhasurovna123@mail.ru
Master's student of the "Oil and Gas Chemical Industry Technology" Department
Tashkent State Technical University, UZ, Republic of Uzbekistan, Tashkent city

Annotition: The guarantee of long-term efficient, reliable, and economical operation of a carburetor or injector engine is the detonation resistance of gasoline.

Keywords: octane,benzin,temperature,dehydrocyclization,antidetonation,benzins, alkanes,dehydroisomerization of alkylcyclopentanes

Obtaining high-octane gasoline with octane numbers of 92, 93, 95, and 98 from oil is quite difficult and expensive. There are two methods for increasing the octane number of gasoline: chemical processing - these processes of reforming, platforming, isomerization, destructive hydrogenation, etc., which require enormous capital expenditures. Increasing the octane number of gasoline is achieved by chemical processing of petroleum distillates through reforming, platforming, and hydroforming processes.

To obtain high-octane gasoline components from low-octane oil fractions, the latter are subjected to catalytic reforming, straight-run gasoline or cracking gasoline boiling within 80-1800C is used. In addition to dehydrogenation and dehydrocyclization reactions, isomerization, destructive hydrogenation, and compaction reactions also occur during catalytic reforming. As reforming catalysts, mainly aluminum-platinum catalysts with a content of 0.5 to 0.7% or aluminum-molybdenum catalysts with a MoO3 content of 10.0% and Al2O3 content of 90.0% are used, and the process is carried out at temperatures of 450-5300C, a pressure of 1.4 to 7.0 MPa, and a volumetric rate of 1.0 to 6.0

Based on numerous experimental data, it was established that the anti-knock resistance of motor gasolines depends on which groups of hydrocarbons and in what quantities they contain. Alkanes with a normal structure have the lowest detonation resistance. There is an almost linear relationship between the detonation resistance of normal alkanes and their molecular weight: the smaller the molecular weight, the greater the detonation resistance. Branching of alkanes rarely increases their detonation resistance.

The simplest aromatic hydrocarbons of the benzene series have the highest octane numbers.

The following processes contribute to increasing the octane number of gasolines during catalytic reforming:

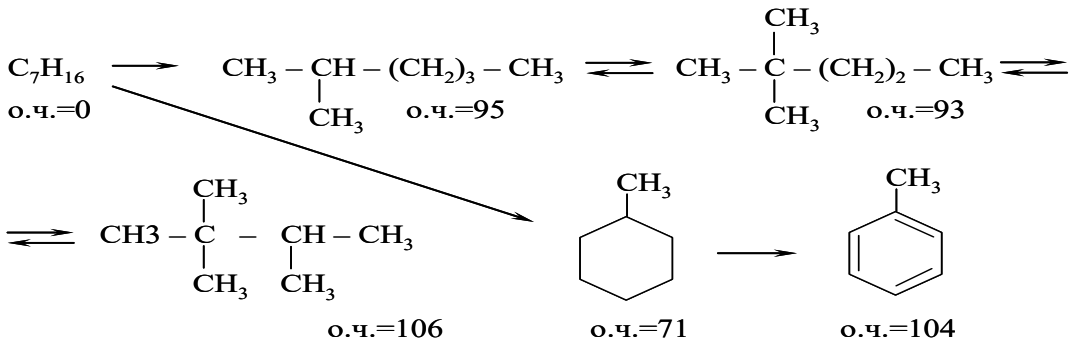
1. Formation of aromatic compounds during dehydrogenation of six-membered cycloparaffins and dehydroisomeration of alkylcyclopentanes.

Of all the hydrocarbon classes included in automobile gasolines, normal alkanes have the lowest detonation resistance. With an increase in the number of carbon atoms in the alkane chain, their detonation resistance decreases. The transition from a normal chain to an isomeric structure is always accompanied by an improvement in the antidetonation properties of alkanes. However, for isomeric alkanes, the above dependence persists as the number of carbon atoms in the straight chain increases and the detonation resistance of the isoalkane hydrocarbon molecule decreases. Increasing the degree of branching of the molecule, compact and symmetrical arrangement of methyl groups, and bringing them closer to the center of the molecule contribute to increasing the detonation resistance of isoalkanic hydrocarbons. The table shows the octane numbers of some hydrocarbons.

Oxane number of hydrocarbons

Hydrocarbons	Octane number (MM).
н– heptane	0
2,2,3 – trimethylbutane	106
2,2– dimethylpentane	93
2,3– dimethylpentane	89
2,4– dimethylpentane	82
3,3– dimethylpentane	84
2,2,4– trimethylbutane	100
2– methylhexane	95
3– methylhexane	65
cyclocexane	77
methylcyclohexane	71
methylcyclohexane	73
ethylcyclopentane	59
benzene	108
toluene	104

The aromatization reaction of paraffins, discovered by scientists B.A. Kazansky and A.F. Plat, B.A. Moldavskiy, G.D. Kolusher, and others simultaneously and independently in three laboratories, is a major event in petrochemistry and oil refining. According to this reaction, based on normal and iso-structured alkanes, various hydrocarbons can be obtained, the octane number of which is sharply different from the initial one, for example:



The process of aromatization of alkanes has now found wide application in oil refining. (reforming, platforming, isomerization, etc.). Ethylene hydrocarbons have higher anti-knock properties than normal alkanes with the same number of hydrocarbon atoms. The influence of the structure of ethylene hydrocarbons on their detonation resistance follows approximately the same patterns as in alkanes. The detonation resistance of ethylene hydrocarbons increases as the chain length decreases, the degree of branching increases, and the compactness of the molecule increases.

The best anti-knock properties are possessed by ethyl hydrocarbons, in which the double bond is located closer to the center of the carbon chain. Among alkadienes, double hydrocarbons with conjugate arrangement have higher detonation resistance.

The detonation resistance of naphthenic hydrocarbons is higher than that of normal hydrocarbons, but lower than that of aromatic hydrocarbons with the same number of carbon atoms in the molecule (table). The decrease in detonation resistance of five- and six-membered naphthenic hydrocarbons does not differ significantly. However, the carbohydrates in the molecule differ significantly.

Aromatic hydrocarbons have high detonation stability. Unlike other classes of hydrocarbons, with an increase in the number of carbon atoms, the molecule does not decrease; a decrease in the length of the side chain and an increase in branching improve the detonation resistance of aromatic hydrocarbons. The appearance of double bonds in the side chains and the symmetrical arrangement of alkyl groups also lead to a similar effect.

Bibliography

1. Fozilov S.F., Saydakhmedov Sh.M., Hamidov B.N., Mavlonov B.A. Oil and Gas. chemistry Tashkent - "Author" - 2013

2. B.V. Belyanin, V.N. Erich, Technical Analysis of Petroleum Products and Gas. 2000. "Chemistry" 217 p.

3. Ivanova L.V., Korneev M.I., Yuzbashev V.N. Oil Refining Technology and gas. - M.: Chemistry, 1999.

4. Tumanyan B.P. Practice of work on oil technology (Maly) Laboratory practicum) Moscow 2006.

5. Ivanova L.V., Korneev M.I., Yuzbashev V.N. Oil Refining Technology and gas. Moscow: Khimiya, 2008.

6.Askarov M., Oyxodjayev B., Alovitdinov A. Polymer Chemistry. Tashkent, "O'qituvchi," 2005.

7. Lebedev N.N. Chemistry and Technology of Basic Organic and Petrochemical Synthesis: 4th ed. - M.: Chemistry, 2010.

GIDROFOB SEMENT ISHLAB CHIQARISH ODDIY SEMENT OLISH TEXNOLOGIYASIDAN FARQI

Raxmanov Jaxongir Jalilovich,
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjaxongir@gmail.com

Аннотация. Ushbu ishda gidrofob sement ishlab chiqarish texnologiyasining oddiy sement ishlab chiqarish texnologiyasidan farqi yoritilgan. Gidrofob sement olishda oddiy sement ishlab chiqarish bosqichlaridan tashqari, sement tarkibiga suvni qaytaruvchi maxsus gidrofob qo‘shimchalar kiritiladi. Bu qo‘shimchalar sementning namlikni yutishini kamaytirib, uni saqlash va tashishda chidamliligini oshiradi. Gidrofob sement nam muhitda o‘z xususiyatlarini uzoqroq saqlaydi va qurilishda samarali qo‘llaniladi. Shuningdek, gidrofob sementning suvga chidamliligi va saqlanish xususiyatlari oddiy sementga nisbatan yuqoriroq bo‘ladi. Uning ishlab chiqarishida qo‘shimchaning miqdori va sement bilan bir xil aralashishi muhim ahamiyatga ega. Ushbu texnologiya sement sifatini oshirish va undan foydalanish samaradorligini yaxshilashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: gidrofob sement, oddiy sement, gidrofob qo‘shimcha, namlik, sement ishlab chiqarish, qurilish, suvga chidamlilik.

Аннотация. В данной работе освещается разница между технологией производства гидрофобного цемента и технологией производства обычного цемента. Помимо этапов производства обычного цемента, в состав цемента добавляются специальные гидрофобные добавки, отталкивающие воду. Эти добавки снижают влагопоглощение цемента и повышают его прочность при хранении и транспортировке. Гидрофобный цемент дольше сохраняет свои свойства во влажной среде и эффективно используется в строительстве. Кроме того,

гидрофобный цемент обладает более высокой водостойкостью и характеристиками хранения, чем обычный цемент. Важными факторами при его производстве являются количество добавки и ее равномерное смешивание с цементом. Данная технология позволяет улучшить качество цемента и повысить эффективность его использования.

Ключевые слова: гидрофобный цемент, обычный цемент, гидрофобная добавка, влага, производство цемента, строительство, водостойкость.

Abstract. This paper examines the differences between the production technologies for hydrophobic cement and ordinary cement. In addition to the standard production steps, special water-repellent (hydrophobic) additives are incorporated into the cement. These additives reduce moisture absorption and enhance the material's durability during storage and transportation. Hydrophobic cement retains its properties longer in humid environments and is effectively used in construction. Furthermore, it offers superior water resistance and storage characteristics compared to ordinary cement. Key factors in its production include the dosage of the additive and ensuring its uniform mixing with the cement. This technology improves cement quality and enhances the efficiency of its application.

Keywords: hydrophobic cement, ordinary cement, hydrophobic additive, moisture, cement production, construction, water resistance.

Kirish. Sement qurilish sanoatida eng muhim bog‘lovchi materiallardan biri bo‘lib, undan turli xil beton va qurilish qorishmalarini tayyorlashda keng foydalaniladi. Sementning sifati va xususiyatlari qurilish konstruksiyalarining mustahkamligi hamda uzoq muddat xizmat qilishiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Oddiy sement ishlab chiqarish texnologiyasi xomashyoni tayyorlash, maydalash, kuydirish, klinker olish va uni maydalash kabi asosiy bosqichlardan iborat. Gidrofob sement ishlab chiqarishda esa ushbu jarayonlarga qo‘shimcha ravishda sementga maxsus gidrofob moddalar kiritiladi. Ushbu moddalar sement zarrachalarini namlikdan himoya qilib, uning suvni yutish xususiyatini kamaytiradi.

Gidrofob sementning asosiy afzalligi — nam sharoitda saqlanganda o‘z xususiyatlarini yaxshi saqlashi va oddiy sementga nisbatan namlik ta’siriga chidamli bo‘lishidir. Shu sababli gidrofob sementni ishlab chiqarish texnologiyasini o‘rganish va uning oddiy sementdan farqlarini aniqlash qurilish materiallari sanoatida muhim ahamiyatga ega.

Ushbu mavzuda gidrofob sement ishlab chiqarish texnologiyasi, uning asosiy bosqichlari va oddiy sement olish texnologiyasidan farqli jihatlari ko‘rib chiqiladi.

Materiallar va usullar. Butun dunyo va vatanimiz betonshunoslari sementning suv ta'siriga munosabatini tug‘rilash zarurligiga e'tibor karatib kelganlar. Tabiatning o‘zi tomonidan sementga berilgan karama-karshi xususiyatlarini yengmoq, masalalaridan kuyidagi ilmiy g‘oya kelib chikadi: sementning xususiyatlarini shunday o‘zgartirish lozimki, uning gidrofilligi kamaysin va xatgo “suvni itarish” xususiyatlari paydo bulsin, shu bilan bir paytda u kerak bo‘lgan suv bilan ta'sirlana olsin. Shunday qilib, yangi masala paydo bo‘ldi - sement tayyorlashning shunday yangi texnologiyasini topish kerakki, sement suvning barcha agregat xolatlariga nisbatan va sementning barcha boskichlarida ya'ni uning zavoddagi maydalashidan boshlab tashishi, saqlanishi, so‘ngra beton yoki qorishma tayyorlash keyin esa jixozlarda sement qilish jarayonini ma'lum darajada boshkarish mumkin bo‘lsin.

Gidrofob sement maxsus gidrofoblashtiruvchi kushimchalarni sementli klinker maydalanishda qo‘shilish yo‘li bilan olinadi fakatgina shu operasiya bilan gidrofob sement ishlab chikarish oddiy sement olshp texnologiyasidan farq kiladi. Jaxon betonshunosligida foydalanib kelinayotgan dastlabki boshlangich nazariy tasavvurlar kayta ko‘rib chiqildi. Tadqiqotlar jarayonida malum bo‘ldiki, gidrofob emas, balki gidrofoblashtiruvchi qo‘shimchalarga etibor qaratish lozim. Masalan, parafin stearin kislota yoki yukori yog kislotalarning kalsiyli tuzlari sement bilan aralashtirilganda reaksiyaga kirishmaydi, balki unda mexanik aralashma ko‘rinishida qoladi. Gidrofoblashtiriluvchi qushimchalar esa, masalan neft yoki smolali kislotalarning sovunlari o‘z - o‘zicha gidrofob emas, ammo sement bilan kimyoviy ta'sir ostida gidrofob moddalar xosil qiladi.

Natijalar va muhokama. Keyingi tajribalar shuni ko‘rsatdiki, gidrofoblashtiriluvchi kushimcha tug‘ri tanlanilganda olinadigan sementning gidrofobligi kam bo‘ladi, u suv bilan

namlanmaydi va kup vakt mobaynida xatgo nam muxitda saqlanilganda xam aktivligini yo‘qotmaydi. Sement donachalari uglerod radikllari bilan o‘ralib qoladi va bu narsa uni suvdan saqdaydi. Gidrofob sement suv va to‘ldiruvchilar normal aralashishi uchun gidrofob qobiq yaxlit bo‘lmasligi va beton qorishma tayyorlash jarayonida osongina bo‘zilishi lozim. Gidrofob sement donachalaridagi gidrofob ximoya qobiq o‘ziga xos bo‘lishi, ya'ni setkasimon tuzilishga ega bo‘lishi lozim. Shundagina gidrofob qobiq salgina bo‘zilishi gidrofil xarakterga ega sirtning ochilishiga va ularning suv bilan xullanilishiga sabab bo‘luvchi sement gidratasiyasi (suvlanishi) boshlanadi.

Gidrofob sement donachasi suv bilan xajmiy reaksiyaga kirishib, kupgina tekisliklari buyicha ochiladi va bunda ximoya kobigi uz moxiyatini yukotadi. Kelib chisadiki, beton tayyorlash jarayonida sementning gidrofobligi xakida gapirmasa xam buladi. Bu yerda sement gidrofil bulib koladi. Laboratoriya tajribalarida tozlab turli moddalar - sementning potensial gidrofobizatorlari urganib chiqildi va nixoyat tadqiqotchilar uch sinfdagi moddalar - naften, yog‘ va smolali kislatalarda tuxtadilar. Bu moddalar u yoki bu darajada ko‘pgina sanoat chikindilari tarkibida mavjud bo‘lib, bu narsa ularni olish oson bo‘lishi va arzon bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Shu narsa malumki, tarkibiga ishkoriy yer metallarining tuzlari qo‘shilishi sovunlarning erish va kupiklanish xususiyatlarini sezilarli darajada o‘zgartiradi. Kattik suvda smolali sovunlar sezilarli darajada mustaxkam kupik xosil kiladi, yog‘ va naften kislotalari sovunlari esa bunday suvda kupik xosil qilishi xususiyatlarini namoyon etmaydi. Shu sabab sovun tayyorlashda asosan yog‘ kislotalaridan iborat sovun tarkibiga malum bir mikdorda smolali kislota qo‘shiladi, bo‘lmasa sovun kattik suvda kupiklanmaydi. Naften kislotasi, kup xududlardagi neft konlaridan olingan neft tarkibida kup. Masalan Ozarbayjon neftida 0,2 dan 1,1% gacha bo‘lsa, Karpat buyi neftida esa 0,1 dan 1,2% naften kislotasi mavjud. G‘arbiy va Sharkiy Sibir konlaridan olinadigan neftning tarkibida xam naften kislota ko‘p. Ruminiya neftida xam naften kislotasi mikdori 0,05 dan 2,4% gachadir. Respublikamiz konlaridan olinadigan neftda 0,1 dan 1,3% gacha mavjud. Naften kislota olishning asosiy manbai neft destillatlarini tozalashda, ayniksa solyarka va boshka yukori darajada qaynaydigan fraksiyalarda xosil bo‘luvchi ishqoriy chiqindilar xisoblanadi.

Naften kislotalarining molekulyar og‘irligi kupincha 155-230 atrofida bo‘ladi. Solishtirma og‘irligi - 0,330 dan 1,09 gacha. Odatdagi bosimda qaynash temperaturasi 215- 300°C tashkil kiladi. Shu sababli xatto juda qaynoq; klinkerni gidrofoblaganda xam qo‘shimchalar ortiqcha bo‘g‘lanib ketmaydi. Naften kislotalarining qotish temperaturasi juda pastdir - 70-80°C ni tashkil etadi.

Ushbu ishning maksadi, sintetik yog‘ kislotalarini parafinli uglevodorodlarni oksidlash yuli bilan olish va ularni, sementni suvga chidamliligini oshirishda qo‘llashdan iborat. Xom-ashyo sifatida Farg‘ona neftni kayta ishlash zavodida ishlab chikariladigan katgak parafinlardan foydalanildi. Uning ashiqs kurinishi ok rangli kristall modda, ba'zida sarg‘ishroq rangda xam bo‘lishi mumkin. Erish temperaturasi 52-54°C. Marganes asetat Mr $(SN_3SOO)_2$ - parafin oksidlanishi katalizatori bo‘lib, oksidlovchi emas, balki kuchli kompleks xosil kiluvchidir. U parafin molekulalari elektronlarini tortib, organik radikallar xosil bo‘lishiga yordam beradi. Kattik parafinning suyuk; fazali katalitik oksidlanishi ikki tomog‘li kolbada o‘tkazildi. Bu kolbaga gaz ulangan va issiklikdan ximoyalangan 30 mm diametrli trubka bilan ta'minlangan, u reaktorga vertikal ravishda ulandi.

Kolbaga 100-150 gr parafin solindi, katalizator qo‘shildi (5 gr mayin qilib tuyulgan kaliy permanganat KMP 04), kolbani past olovda Bunzen isitgichida qizdirildi va parafin erishi bilan xavo yuborildi. Xavoni shunday tezlik bilan yubordikki kolbani ichidagi parafin yaxshi qorishdi, ammo shu bilan birga qattiq kupiklanib ketishini oldi olindi. Biz kizdirish va xavo yuborishni 5 soat davom ettirdik. Bunda xavo berishni va temperaturani 120-140°C da ushlab turish amalga oshirildi. Xosil bulgan kislotalarni reaksiya aralashmasi tarkibidan toza xolda ajratish yuli ishlab chiqildi. Bu kislotalarni natriyli va kalsiyli tuzlari sintez qilinib, sementli klinker maydalanish paytida qo‘shish yo‘li bilan sementni' namga chidamlilik xususiyatlarini oshirishga muvaffak bo‘lindi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, gidrofob sement ishlab chiqarish texnologiyasi oddiy sement olish texnologiyasiga o‘xshash bo‘lib, asosiy farqi sement tarkibiga maxsus gidrofob qo‘shimchalar kiritilishidadir. Ushbu qo‘shimchalar sementning namlikni yutishini kamaytirib, uning saqlanish muddati va nam muhitga chidamliligini oshiradi. Gidrofob sement oddiy sementga nisbatan nam sharoitlarda o‘z xususiyatlarini yaxshiroq saqlaydi va tashish hamda saqlash

jarayonida qulaylik yaratadi. Shu sababli undan nam muhitda ishlatiladigan beton va qurilish qorishmalarini tayyorlashda samarali foydalanish mumkin. Umuman olganda, gidrofob sement ishlab chiqarish texnologiyasidan foydalanish sementning sifatini oshirish, namlik ta'sirini kamaytirish va qurilish materiallarining xizmat muddatini uzaytirishda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Денисов Е.Т.. Лихтенштейн Г.И.. Химическая кинетика М.: Химия. 2000 й.
2. Ataqo'ziyev, T.A., Ataqo'ziyev E.T. Bog'lovchi moddalar kimyoviy texnologiyasi. Toshkent - 2002 y, -183b.
3. Sichev M.M., Svatovskaya L.B. Nekotoriye aspekti ximicheskoy aktivatsii sementov i betonov. – Sement, 1979, №4, s. 8-10.
4. Noviy superplastifikator dlya betona (I.M.Grushko, E.V.Degtyarova, G.I.Sobol i dr.). – Beton i jelezobeton. – 1983, -№8, s.27-28.
5. Tarnarutskiy, G.M.,.Malinin, Yu.S., Gribakova, N.V. Noviye plastifitsiruyushiye dobavki k sementu i betonu - Sement. –1980, -№9, s. 27-28.

SEMENT TOSHINNNG SOVUQQA VA YUQORI TEMPERATURAGA CHIDAMLILIGI

Raxmanov Jaxongir Jalilovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjaxongir@gmail.com

Аннотация. Ушбу мақолада цемент тошининг совуқ ва юқори температура таъсирига чидамлилиги масалалари ёритилган. Цемент тошининг музлаш ва эриш цикларига бардошлилиги, юқори температура таъсирида мустаҳкамлик ва структура ўзгаришлари таҳлил қилинган. Цемент тошининг совуқ ва юқори температурага чидамлилигини оширишда цемент таркиби, сув-цемент нисбати, минерал ва кимёвий қўшимчалар, ғоваклик даражаси ҳамда парваришлаш шароитларининг аҳамияти асосланган. Тадқиқот натижалари қурилиш конструкцияларида узоқ муддат хизмат қиладиган, ташқи муҳит таъсирларига чидамли цемент материалларини танлаш ва ишлаб чиқишда муҳим аҳамият касб этади.

Калит сўзлар: цемент тоши, совуққа чидамлилик, юқори температура, мустаҳкамлик, музлаш ва эриш, ғоваклик, гидратация, цемент, бетон, эксплуатацион хусусиятлар.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы стойкости цементного камня к воздействию низких и высоких температур. Проанализированы устойчивость цементного камня к циклам замораживания и оттаивания, а также изменения прочности и структуры под влиянием высоких температур. Обоснована значимость таких факторов, как состав цемента, водоцементное отношение, введение минеральных и химических добавок, пористость и условия твердения, для повышения стойкости цементного камня к температурным воздействиям. Результаты исследования имеют важное значение для выбора и разработки цементных материалов, устойчивых к воздействиям окружающей среды и обеспечивающих долговечность строительных конструкций.

Ключевые слова: цементный камень, морозостойкость, высокая температура, прочность, замораживание и оттаивание, пористость, гидратация, цемент, бетон, эксплуатационные свойства.

Abstract. This article examines the resistance of cement paste to low and high temperatures. It analyzes the material's resistance to freeze-thaw cycles, as well as changes in strength and structure resulting from exposure to high temperatures. The study highlights the importance of factors such as cement composition, the water-cement ratio, the inclusion of mineral and chemical admixtures, porosity, and curing conditions in enhancing the resistance of cement paste to temperature-related effects. The findings are significant for the selection and development of cement-based materials that are resistant to environmental factors and ensure the durability of construction structures.

Keywords: cement paste, frost resistance, high temperature, strength, freezing and thawing, porosity, hydration, cement, concrete, performance properties.

Kirish. Sement toshi qurilish materiallarining asosiy tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, uning xossalari betonning mustahkamligi va uzoq muddat xizmat qilishiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Zamonaviy qurilishda sement toshining turli tashqi muhit ta’sirlariga, ayniqsa, sovuq va yuqori temperaturaga chidamliligini oshirish muhim ahamiyatga ega. Past temperaturada sement toshi tarkibidagi suvning muzlashi natijasida ichki kuchlanishlar yuzaga keladi. Takroriy muzlash va erish jarayonlari sement toshining strukturasini buzib, uning mustahkamligi va chidamliligini kamaytirishi mumkin. Yuqori temperatura ta’sirida esa sement toshida fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo‘lib, uning tarkibi va mikrostrukturasi o‘zgaradi. Temperatura oshishi bilan sementning gidratatsiya mahsulotlari parchalanishi va materialning mexanik xususiyatlari pasayishi mumkin. Sement toshining sovuqqa va yuqori temperaturaga chidamliligi uning tarkibi, g‘ovakligi, suv-sement nisbati hamda qotish sharoitlariga bog‘liq. Ushbu xususiyatlarni yaxshilash uchun mineral va kimyoviy qo‘shimchalardan foydalanish samarali usullardan biri hisoblanadi. Sement toshining temperatura ta’siriga chidamliligini o‘rganish bino va inshootlarning xavfsizligi hamda xizmat muddatini oshirishga xizmat qiladi. Shu sababli sement toshining sovuqqa va yuqori temperaturaga chidamliligini tadqiq etish qurilish materiallari sohasining dolzarb masalalaridan biridir.

Materiallar va usullar. Suv bilan sovuq birgalikda navbatma-navbat ta’sir qilganda, beton konstruksiyalar ayniqsa kuchli shikastlanadi. Sementtosh kovaklaridagi suv manfiy, temperaturalarda muzga aylanadi. Suv muzlaganda uning hajmi taxminan 10% kengayadi hosil bo‘lgan muz kovakchalar devorlariga kuch bilan ta’sir qiladi va ularni buzadi. Sementtoshning bunday tashqi muhit ta’siriga chidamliligi uning qanchalik mayda tuyilganligi, sement tarkibi, klinkerning mineralogik tarkibi va qorish uchun solingan suv miqdoriga bog‘liq. Bir qator tadqiqotlar natijalariga asoslanib kuyidagi xulosaga kelish mumkin: sement ma’lum darajagacha (500…600 m 2 /kg) mayda qilib tuyilsa, sementtoshning sovuqqa chidamliligi birmuncha ortadi, ammo bu qadar mayda tuyilsa, sovuqqa chidamliligi sezilarli pasaya boshlaydi, chunki juda mayda tuyilgan sement yangi hosilalari g‘ovak strukturali bo‘ladi va ular ko‘p joyidan darz ketadi. Sementtoshda «klinker zaxirasi» ya’ni reaksiyaga kirishmagan sement donalari bor, bu donalar sementtosh yorilib, yoriqlariga suv kira boshlaganda shu yoriqlarni klinker zaxirasi bilan reaksiyaga kirishgan hosilalar bilan to‘ldiradi («o‘z-o‘zini davolash» jarayoni)

Sementda gidravlik qo‘shilmalar miqdori ko‘p bo‘lsa ham u sement sifatiga salbiy ta’sir qiladi, ya’ni qo‘shilmalar xaddan tashqari ko‘payib ketsa sementtoshning sovuqqa chidamliligi kamayib ketadi. Sement klinkeri minerallari orasida uch kalsiy alyuminat sovuqqa eng chidamsiz hisoblanadi. Qorish uchun quyilgan suv miqdori sementgoshning sovuqqa chidamliligiga katta ta’sir qiladi, agar suv ko‘p quyilsa, sementtosh ko‘proq g‘ovaklashadi va u shunchalik sovuqqa chidamsiz bo‘ladi. Sement va klinker tarkibini maqbul tanlash yo‘li bilan betonbop qorishmalarni yaxshilab zichlash, shuningdek, sirt-aktiv qo‘shilmalar qo‘shish yordamida sementtoshni sovuqqa yana ham chidamli qilish mumkin. Sementtosh qotgandan so‘ng unda mayda-mayda kovaklar paydo bo‘ladi. Bular uning suv singdiruvchanligini kamaytirish bilan birga sovuq temperaturaga salbiy ta’sirchanligini susaytiradi.

Bunday mayda kovakchalar muzlab qolgan suv bosimiga bardosh berib, muzning buzuvchi kuchini qirqadi. Bu esa sementtoshning sovuqqa chidamliligini oshirishga sabab bo‘ladi. Gidrofob qo‘shilmalar, masalan, milonaft, sementtosh strukturasining bir jinsliligini oshiradi va kovak hamda kapillyar devorchalarini gidrofoblaydi, shu bilan sementtoshning suv ta’siriga chidamliligini kuchaytiradi. Shunisi ham borki, gidrofillovchi qo‘shilmalar (masalan, sulfit-spirt bardisi—SSB) zarur darajada yoyiluvchanlikni saqlagani holda betonbop qorishmalarning suvga talabini ancha pasaytiradi va shu bilan sementtoshning g‘ovakligini kamaytiradi. Shu tarzda uning sovuqqa chidamliligi va suv o‘tkazmasligi oshadi. Yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan qo‘shilmalar sement umumiy og‘irligining 0,1…0,25 protsentini tashkil qiladi. Shuni ta’qidlash zarurki, sementtosh uchun qotayotgan dastlabki davrda muzlash ayniqsa xavflidir, xali unchalik mustahkam bo‘lmagan, g‘ovak strukturali 200 sementtosh muz bosimiga bardosh berolmaydi. U yetarli darajada qotgan bo‘lsa, ya’ni

marka mustahkamligining 50 protsentiga yetganda u muzlashga yaxshi qarshilik ko‘rsata oladi. Sement tishlasha boshlamasdan oldin muzlasa, mustahkamlikka zarar yetmaydi, chunki u erigandan so‘ng qotish jarayonlari qayta tiklanadi

Natijalar va muhokama. Nol darajagacha temperaturada (qupyq muhit sharoitida) sementtoshda xech qanday fizik-kimyoviy o‘zgarishlar sodir bo‘lmaydi. Biroq, ma’lum vaqtgacha ancha yuqori temperatura ta’sir qilib tursa, mustahkamlik o‘zgara boshlaydi. Masalan 200^0S temperaturada portlandsement asosida ishlangan beton mustahkamligi taxminan 50 % pasayadi va issiqlik manbai olib quyilganidan keyin ham bu mustahkamlik qayta tiklanmaydi. Temperatura ortib borishi bilan beton mustahkamligi yanada pasayadi. Aytaylik, beton 500…550^0C temperaturagacha qizdirib namlansa, sementtosh strukturasi buziladi; bu temperaturada $Sa(ON)^2$ kalsiy oksid (SaO) va suvga ajraladi, sementtosh namlanganda tosh ichidagi ohak qayta so‘nadi va tosh buziladi. Hozirgi vaqtda juda yuqori, masalan 1000…1300^0S temperatura ta’siriga ham yaxshi qarshilik ko‘rsata oladigan sement yaratish usullari ishlab chikilgan, ulardan turli issiqlik apparatlarini qoplashda foydalansa bo‘ladi. Mayda tuyilgan shamot, xromit, magnezit va boshqa mineral moddalar qo‘shish bilan portlandsementtoshning yuqori temperaturalarga chidamliligi oshiriladi. Yuqori temperatura sharoitida qo‘shilmalar $Sa(ON)^2$ ni bog‘laydi va shu bilan sementtosh qizdirilgan hamda sovitilganda earur darajada mustahkam va muayyan strukturada bo‘lishga yordam beradi. Demak, portlandsement juda qimmatli qurilishbop xossalarga ega, ya’ni u nihoyatda mustahkam bo‘lib, mustahkamligi nisbatan tez o‘sadi, shuningdek, turli noqulay muhit ta’siriga chidamli. Uni olish ham nisbatan arzon. Bu esa portlandsement ishlab chiqarishni yuqori darajada mexanizatsiyalashtirishga imkon beradi. Industrial qurilishda yig‘ma beton va temir-beton konstruksiyalar tobora ko‘p ishlatilayotgan davrda portlandsement kabi qimmatli bog‘lovchi materialni ko‘plab ishlab chiqarish va ulardan tejamli foydalanish nihoyatda muhimdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. A. Ataqo‘ziyev, E.T. Ataqo‘ziyev «Bog‘lovchi moddalar kimyoviy texnologiyasi» Toshkent-2002 y, -176b.
2. Sichev M.M., Svatovskaya L.B. Nekotorie aspekti ximicheskoy aktivatsii sementov i betonov. – Sement, 1979, №4, s. 8-10.
3. Fiziko-ximicheskiye osnovi formirovaniya strukturi sementnogo kamnya (pod red. L.G.Shpinovoy). – Lvov: Visha shkola, 1981. – 160 s.
4. Larionova Z.M. Formirovaniye strukturi sementnogo kamnya i betona. M.: Stroyizdat, 1971.

QUDUQLARNI BURG‘ILASH ISHLARINI OLIB BORISHDA ERITMALARNIN SIFATIGA QO‘YILGAN TALABLAR VA ULARNING TARKIBINI ILMIY ASOSLASH

Haydarov I.K. – Qarshi Davlat Texnika Universiteti dotsenti (dotsenti)
Seropov O.G’.– Qarshi Davlat Texnika Universiteti magistri

Annotatsiya. Maqolada quduq tubini samarali tozalash, tog‘ jinsi shlamlarini halqa oralig‘i bo‘ylab ishonchli olib chiqish, quduq devorining barqarorligini ta’minlash hamda burg‘ilash jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan murakkabliklarning oldini olishda burg‘ilash eritmasining fizik-kimyoviy va reologik xossalarining ahamiyati asoslangan. Shuningdek, burg‘ilash eritmasining tarkibini tanlashda qatlamlarning litologik tuzilishi, kollektor xossalari, qatlam bosimi, harorat sharoitlari va quduqning geologik-texnik parametrlarini hisobga olish zarurligi ko‘rsatib berilgan.

Tadqiqot natijalari burg‘ilash eritmasining optimal tarkibi va sifat ko‘rsatkichlarini ilmiy asoslangan holda tanlash orqali quduq tubini tozalash samaradorligini oshirish, burg‘ilash jarayonining barqarorligini ta’minlash hamda quduqni burg‘ilash bilan bog‘liq texnologik xavflarni kamaytirishga xizmat qilishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: *neft va gaz qudug‘i, burg‘ilash, burg‘ilash eritmasi, eritma tarkibi, eritma sifati, quduq tubini tozalash, tog‘ jinsi shlami, reologik xossalar, geologik kesim, kollektor, qatlam bosimi, neftgazlilik, Yarmoq maydoni*.

Аннотация. В статье обоснована важность физико-химических и реологических свойств бурового раствора в эффективной очистке забоя скважины, надежном выносе горных шламов по кольцевому промежутку, обеспечении устойчивости стенки скважины и предотвращении возможных осложнений в процессе бурения. Также показано, что при выборе состава бурового раствора необходимо учитывать литологическое строение пластов, свойства коллектора, пластовое давление, температурные условия и геолого-технические параметры скважины.

Результаты исследований показывают, что научно обоснованный выбор оптимального состава и качественных показателей бурового раствора может способствовать повышению эффективности очистки забоя скважины, обеспечению стабильности бурового процесса и снижению технологических рисков, связанных с бурением скважины.

Ключевые слова*: нефтяная и газовая скважина, бурение, буровой раствор, состав раствора, качество раствора, очистка забоя скважины, горный шлам, реологические свойства, геологический разрез, коллектор, пластовое давление, нефтегазоносность, площадь Ярмака.*

Abstract. The article substantiates the importance of the physicochemical and rheological properties of the drilling fluid in effectively cleaning the wellbore, reliably removing rock sludge through the ring gap, ensuring wellbore wall stability, and preventing potential complications during the drilling process. It is also shown that when selecting the composition of the drilling fluid, it is necessary to consider the lithological structure of the reservoirs, collector properties, reservoir pressure, temperature conditions, and the geological and technical parameters of the well.

The research results demonstrate that the scientifically grounded selection of the optimal composition and quality indicators of the drilling fluid can serve to increase wellbore cleaning efficiency, ensure the stability of the drilling process, and reduce technological risks associated with well drilling.

Keywords**:** *oil and gas well, drilling, drilling fluid, fluid composition, fluid quality, well bottom cleaning, rock sludge, rheological properties, geological section, reservoir, reservoir pressure, oil and gas content, Yarmak area.*

Yarmoq maydon ma’muriy jihatdan Mirishkor tumani Qashqadaryo viloyatida joylashgan.

Qarshi shahridan shimoliy-sharqiy tomonda 120 km masofada, Koson shahridagi NGQE-dan 80 km shimoliy-sharqiy tomonda joylashgan.

Tumanning orografik maydoni kuchsiz tekis tepaliklar qator qumli barxanlar bilan qoplangan. Yuzasining absolyut belgisi 270 metrdan 300 metrgacha o‘zgarib boradi.

Suv manbalari tuman chegarasida mavjud emas. Tuman suvsiz yarim cho‘l zonasiga kiradi. Texnik suv neogen va poleogen yotqiziqlaridan qazib olinadi. Shuning uchun izlov quduqlari uchun kerakli bo‘lgan texnik suv 500-600 metr chuqurlikdagi maxsus quduqlardan olinadi.

Ichimlik uchun IYOD-ni sovutish uchun suv Qarshi yoki Koson shahridan tashib keltiriladi. Tuman iqlimi tez o‘zgaruvchan, quruq va issiq yozi uzoq davom etishi, harorat + 45^0C dan yuqori va qishda harorat – 20^0C gacha o‘zgaradi. Yog‘ingarchilik 100-140 mm, yilda asosan kuz-qish davrlarida bo‘ladi, yoz paytida kuchli shamol, ba’zida chang bo‘ronlariga aylanadi.Maydonning yaqinida aholi yashaydigan punkt yo‘q, bu yerdagi maydonlarda hayvonlar boqiladi.

Maydonni geofizik-geologik o‘rganilganligi. Buxoro – Xiva viloyatining geologik tuzilishi haqidagi ma’lumotlar birinchi marta 1947 yilda nashr qilingan. Mezozoy yotqiziqlarini neft gazliligi va stratigrafik, tektonik va gidro-geologik ma’lumotlar berilgan.

1950 yildan boshlab maydonni geologik tuzilishini o‘rganish uchun chuqur burg‘ilash ishlari va kompleks geofizik qidiruv ishlari boshlab yuborilgan. R.N. Nodirshin tomonidan maydon chegarasida 1:100000 miqiyosida tuzilmali xarita tuzilgan. 1980 yillardan geologik qidiruvni asosiy yo‘nalishi tuzilmani izlash va qidirishga qaratilgan bo‘lib, neft va gazni istiqboliga qaratilgan. Maydonni qo‘shni chegarasida har xil tuzilmali genezislar kompleks tadqiqot ma’lumotlari asosida aniqlangan bo‘lib, izlov va qidiruv burg‘ilash bosqichlarini o‘tgan. Bu ma’lumotlar geologik

tuzilmani o‘rganish mahsuldor bur va yuqori yura yotqiziqlari hamda bir butun o‘tkazuvchan qatlamlarni o‘rganishga imkoniyat tug‘diradi.

Regeonal rejada 80-chi yillardan boshlab Chorju ko‘tarilmasida katta hajmdagi ilmiy va magmatik tadqiqotlar olib borilgan bo‘lib, unda geologik-tektonik tuzilishi, gidrogeologiyasi va geokimyosi qoldiq qoplamalarni, neft gazlilik istiqbolligi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Geofizik o‘rganilganligi. Tumandagi ishlar geofizik usulda katta hajmda o‘rganilgan. Maydonda 1958 yilgacha regional rejada gravimetriya va magnitometriya usullari qo‘llanilib ishlar amalga oshirilgan. Maydon butunlay magniy va gravimetriya bilan qoplangan.

So‘nggi yillarda elektr qidiruv va seysmoqidiruv tadqiqotlar kengroq qo‘llaniladi. Regional, keyin esa maydonli elektr qidiruv ishlari VEV, ZS, ZSM, DEZ va MTZ-larda kaynozoy poydevori ajratilgan va uzilishli uzilmalar trassalangan, bir qator masalalarni o‘rganish uchun usullar va uslublar qayta ishlanib qo‘llanilgan.

Chuqur burg‘ilash ishlari, ko‘p maydonlarda oldingi tuzilma rejalarini karbonat yotqiziqlarida MOV ma’lumotlarida katta farqlangan.

«O‘zbekgeofizika» OAO tomonidan 2000 yilda Yarmoq maydoni tuzilmasi aniqlangan bo‘lib, maydon qaysiki Pukli territoriyasini chegarasida joylashgan. Profil tarmog‘ini chuqur o‘rganish uchun tavsiya qilingan. Yuqori va quyi angidritlar bo‘yicha tuzilma xaritasi qurilgan, rapali xavfli zonalar ajratilgan va neftgazliligiga baho berilgan.

Tuzilmaning yopiq izogipsda o‘lchanadi 3200 m bo‘lib, 8,5x2,4 km, amplitudasi 100 m, maydon 17,5 km^2.

Maydonning geologik tuzilishi. Qo‘shni maydonlar Aqnazar, Shimoliy Aqnazar, Pukli, Qultak va boshqa maydonlar kabi tuzilmasining geologik qirqimi antropogen, neogen, poleogen, bur, yura yotqiziqlari qaysiki mos bo‘lmagan holda dislatsiyali poleozoy poydevorlarida joylashgan.

Tektonikasi to‘g‘risida ma’lumot. Maydondagi izlov quduqlarini tektonik munosabatda Beshkent egilmasining markaziy qismiga mansub bo‘lib, Aqnazar – Pukli – Qamashi Beshkent tektonik zonasining birligiga kiradi. Amudaryo skletining Chorju tektonik pog‘onasiga mansubdir.

Yarmoq ko‘tarilmasining tektonik tuzilishi №1,2–Puklida, Aqnazar maydonida seysmoqidiruv ishlar berilgan.

Tuzilmaning yopiq izogipsi bo‘yicha tuzilma o‘lchamlari chuqurligi 3200 m 8,5x2,4 km maydoni – 17,5 km^2.

Neftgazlilik holati .Maydoni Beshkent neftgazlilik regioni tarkibiga kirib, hozirgi vaqtda gaz va kondensat zaxirasi bo‘yicha ikkinchi o‘rinni Dengizko‘ldan keyin egallaydi.

Bu maydon chegarasida eng katta harbiy O‘zbekistonning gaz kondensat Sho‘rtan koni joylashgan bo‘lib hamda bir qator yirik Girsan, Shimoliy Nishon va o‘rtacha gaz kondensat konlari joylashgan.

Yuqorida keltirilgan hamma konlarda, Chorju pog‘onasining boshqa konlari kabi yuqori yura karbonat yotqiziqlari neftgazlilik bilan bog‘langan, Buxoro – Xiva neftgazlilik viloyati chegarasining mahsuldor qatlami hisoblanadi.

Beshkent burilmasining chegarasida o‘rta va quyi yura terrigen yotqiziqlarining neftgazlilik massivlari hozirgi paytgacha istiqbolligi aniq emas, ko‘pgina quduqlar ochilgan yoki unga katta bo‘lmagan chuqurlikkacha yoritilgan.

Sho‘rtan maydonida №25 maxsus quduq burg‘ilangan bo‘lib 1041 metr chuqurlikgacha ochilgan yura terrigen yotqiziqlari. Qatlamda olib borilgan ma’lumotlarga muvofiq olingan namunalar tekshirilganda alohida qatlamchalar va qalinliklar qumtoshlar va alevrolitlar, quvvati uncha katta emas, uncha katta bo‘lmagan sizilish hajmiy xossalari, tekshiruv natijalariga muvofiq tasdiqlanadi. Yarmoq maydonining sinoat neftgazliligi yuqori yura karbonat yotqiziqlariga mansubdir. Mahsuldor qatlam XV, XV^2 gorizontlarda kutilmoqda. Haqiqiy maydonlarni ma’lumotiga muvofiq qo‘shni maydonda XV^a – gorizontda asosiy kollektorlarni hajmi kutilmoqda. Tutqich XV^a – gorizontda bog‘langan kel oksford (XVa_1 – XVa_2) karbonat yotqiziqlarida optimal shaklda uchraydi.

Yonuvchi (XV – gorizont) va tushalgan (XVI – gorizont) yotqiziqlarida karbonat qalinligi kollektorlari chegaralangan hajmda uchraydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. С.Окражи, Дж. Дж. Азар. Экспериментальные исследования транспортировки шлама в направленных скважинах. Журнал общества инженеров нефтяников. 1986г.

2. Р.Харвей. Растворные программы для очистки скважин и предупреждения ухудшения коллекторов. Статья в сборнике «Бурение и заканчивание горизонтальных скважин». Сборник серии переводных статей, опубликованных ведущими специалистами в 1990г в американском журнале «Ойл энд Гэс». М. ВНИИОЭНГ. 1992г.

3. А.П.Предеин, Н.И.Крысин. Основные направления совершенствования технологии бурения и исследования пологих скважин с горизонтальными участками стволов в пределах верхнекамского месторождения калийных солей. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». №6, 2006г.

4. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Особенности технологии промывки горизонтальных скважин. НТЖ «Нефтяное хозяйство». 2001г, №6.

ПРОФИЛИ НАКЛОННО - НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

Хайдаров И.К., А. Б. Жураев

[1]и.о. доцент Каршинского государственного технического университета

[2]магистр Каршинский государственный технический университет

Аннотация. *На примере известно, что при цементировании продуктивных горизонтов с низкими пластовыми давлениями часто наблюдается поглощение тампонажного раствора, для предупреждения которых широко используются тампонажные растворы с малым удельным весом.*

Ключевые слова: *Бурение горизонтальных скважин, разработка, тампонажных растворов, наклонно-направленного бурения, винтовой забойный двигатель, аппарата MWД, обсадная колонна.*

Annotatsiya*. Misolda ma'lumki, qatlam bosimi past bo'lgan mahsuldor gorizontlarni sementlashda ko'pincha tamponaj eritmasining yutilishi kuzatiladi, buning oldini olish uchun solishtirma og'irligi kichik bo'lgan tamponaj eritmalaridan keng foydalaniladi.*

Tayanch iboralar*: Gorizontal quduqlarni burg'ilash, qazib olish, tamponaj eritmalari, qiya yo'naltirilgan burg'ilash, vintli quduq tubi dvigateli, MWD apparati, mustahkamlash kolonnasi.*

Abstract. It is well known that the loss of cement slurry frequently occurs during the cementing of productive zones with low reservoir pressures; low-density slurries are widely used to prevent this.

Keywords: horizontal well drilling, development, cementing slurries, directional drilling, positive displacement downhole motor, MWD tool, casing string.

Профиль скважины изображается как проекция траектории ствола скважины на вертикальную плоскость.

Профили наклонно направленных скважин обусловливается многими причинами:

- одиночная скважина или куст скважин в данном месте;
- наличие препятствий для бурения вертикальной скважины;
- расположения фильтра (наклонно или горизонтально);
- расстояние конечного забоя от вертикальной оси проходящей через устье скважины;
- геологические условий определяющие конструкции скважин.

Профиль наклонно – направленной скважина должен обеспечить:

- высокое качество скважины как объект последующей эксплуатации;
- бурение и крепление скважины с применением существующих технологий и технических средств;
- минимальные затраты на строительство скважины;

- безаварийного бурения и крепления скважины;
- надёжную работу внутрь скважинного оборудования;
- свободного прохождения по стволу скважины приборов и устройств;
- минимальную нагрузку на буровое оборудование при спуско-подъемных операциях;
- при кустовом бурении заданную сетку разработки месторождения.

*Проектирование профиля скважин***.** Проектирование профиля скважин заключатсяв выборе вида профиля, а также в определении необходимого для расчета комплекса параметров: проектные глубины; отклонения конечного забоя от вертикальной линии проходящей через устье скважины; длину вертикального участка ствола; значения придельных радиусовкривизны и углов наклона ствола скважны.

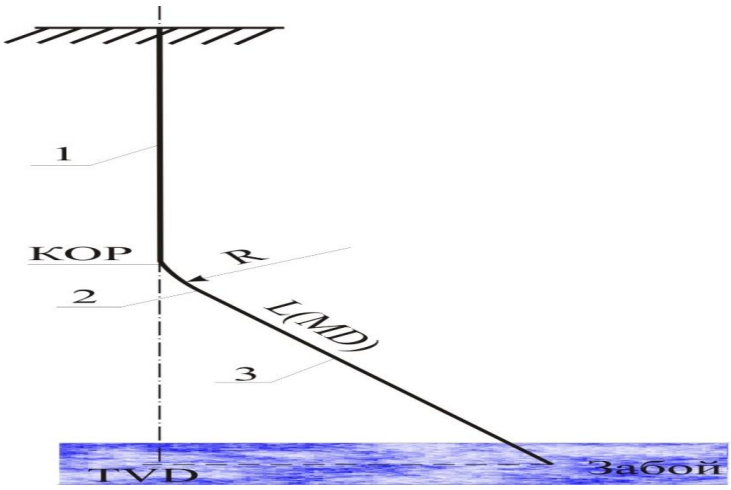


Рис.1-а. Тангенциальный прфиль из трех участков

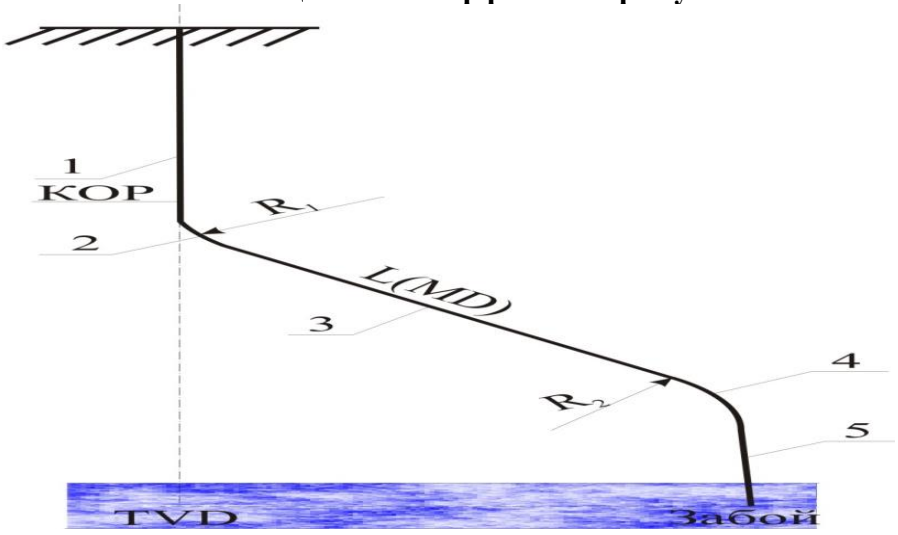


Рис.1-б. S-Образный профиль из пяти участков

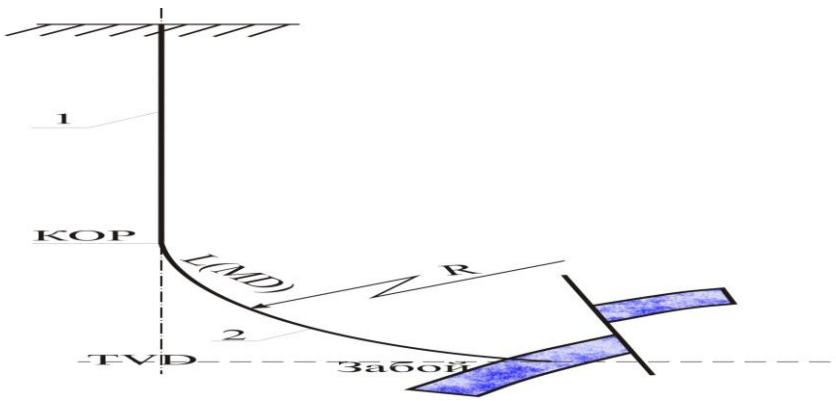


Рис.1-в. J-Образный или дугообразный прфиль из двух участков

Необходимо иметь ввиду, что чем больше угол искривления и наклонного участка,тем хуже для работы бурильной и обсадной калонны в скважине.

При больших углах наклонаствола скважины возраетает силы трения бурильных труб об стенки и как следетвие образовавается желоба в стволе, увиличивается износ труб. Поэтому целесобразно, по возможности, снижать угол наклона ствола скважины. Желательно, интенсивность искревления скважин не превышал 0,5 градуса на 10 м проходки по вертикали. При этом стабилизируется азимутальный угол. В зависимости от геологических условий нефтяных и газовых месторождений, и цели, и задачи возложенной на скважину профиль ее может быть различной.

При бурении наклонных скважин применяют в основном три типа профилей (рис 1):

А.Тангенциальный, состоящий из трех участков – вертикального, криволинейного и наклонно – прямолинейного. Бурение верхного участка такого профиляскважны не отличается от бурения обычных вертикальных скважин. При бурении криволинейного участка применяют специальную компановку низа бурильной колонны, обоспечивающую наратание (набора) кривизны в процессе бурения. Третий – прямогинейно накленный участок бурится лечче, чем второй участок, характеризуется лишь поддержанием уже полученного угла наклена. Для сахронения набранного занитного угла в процессе бурения применяют стабилизаторы.

Б. S-образный, состоящий из пяти участков вертикального, криволинейного, наклонно – прямолинейного, криволинейного и вертикального.

В. J-образной, состоящий из двух участков вертикального и криволинейного.

Бурение скважин по такому профилю осуществляется в тех случаях, когда необходимо выдержит определенный угол входа ствола скважины в пласт.

Из комбинации указанных типов профилей можно построит и других профилей наклонных скважин. По радиусу кривизны ствола различают, в основном, три типа профиля наклонных и горизонтальных скважин: с большим, средним, малым радиусом кривизны. Если кривизна искривленного участка имеет радиус более 200 м, то кривизна считается с большим радиусом.Профиль наклонных и горизонтальных скважин с большим радиусом кривизныявляется более предпочтительным, так как здесь можно обходится обычными техническими средствами, которые применяются при бурении вертикальных скважин (бурильные трубы, забойные двигатели, долот и др.).

Из-за того интенсивность искривления ствола не превышает 2 градуса на 10м проходки бурильная колонна не испытывает больших дополнительных усилий при спуско-подъемных операциях и вращения. Поэтому такой профиль скважины применяют при большой протяженности горизонтального участка ствола (1500 м и более).

Наклонные или горизонтальные скважины со средним радиусом кривизны (60-200м) могут иметь интенсивность искривленияствола 3-10 градусов на 10м проходки.

Значительная интенсивность кривизны скважин со средним радиусом вызывает повышенное сопротивление при движении бурильной колонны. Для бурения таких скважин применяют специальные, более гибкие, компоновки низа бурильной колонны. Однако

наклонные или горизонтальные скважины со средним радиусом кривизны позволяют точнее попадать в глубинную цель, что особенно важно для вскрытия продуктивных пластов малой мощности.

Наклонные или горизонтальные скважиныс малым радиусом кривизны (10-60м) имеет интенсивность искривления до 25 градусов на 10м проходки иобеспечивают наибольшую точность попаданияв глубинную цель.

Бурение скважин с малым радиусом кривизны требует применения специальных забойных двигателей, имеющих шарниры между отдельными секциями, гибких бурильных труб.

Кроме вышеназванных типов радиусов кривизны искривленного участка ствола скважины на практике, очень редко, применяют профиль с коротким радиусом – менее 10м. Бурение скважин с коротким радиусом кривизны осуществляется с гибкими трубами с не большим отходомзабоя по горизонтали.

В настоящее время такого вида бурения называют радиальным бурением. С уменьшением радиуса кривизны ухудшаются условия работы бурильных труб, затрудняется прохождение по стволу забойных двигателей, геофизических приборов и обсадных труб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.Окражи, Дж. Дж. Азар. Экспериментальные исследования транспортировки шлама в направленных скважинах. Журнал общества инженеров нефтяников. 1986г.

2. Р.Харвей. Растворные программы для очистки скважин и предупреждения ухудшения коллекторов. Статья в сборнике «Бурение и заканчивание горизонтальных скважин». Сборник серии переводных статей, опубликованных ведущими специалистами в 1990г в американском журнале «Ойл энд Гэс». М. ВНИИОЭНГ. 1992г.

3. А.П.Предеин, Н.И.Крысин. Основные направления совершенствования технологии бурения и исследования пологих скважин с горизонтальными участками стволов в пределах верхнекамского месторождения калийных солей. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». №6, 2006г.

4. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Особенности технологии промывки горизонтальных скважин. НТЖ «Нефтяное хозяйство». 2001г, №6.

5. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Технологические особенности бурения скважин с большим отходом забоя от вертикали. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». 2005г, №10.

QIYA YO‘NALTIRILGAN VA GORIZONTAL QUDUQLARNI BURG‘ILASH SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

Murtazayev Abdijabbor Mustafayevich- Toshkent davlat texnika unversiteti professor
Haydarov Islom Qosimovich - *Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti*
Jurayev Anvar Bo‘riqul o‘g‘li- *Qarshi davlat texnika universiteti magistri*

Annotatsiya: Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash jarayonida barcha turdagi ko‘rsatgichlar muhim hisoblanadi. Aniqlanishi lozim bo‘lgan parametrini o‘tkazib yuborish, biror bir jarayonni izdan chiqishiga olib keladi, bu esa tuzatib bo‘lmaydigan mushkulot, avariya yoki falokatlarni yuzaga chiqishi mumkin. Shuning uchun burg‘ilash ishlarida geologik omillar emas balki, quduqning burg‘ilashning texnik-texnologik ko‘rsatgichlari ham asosiy o‘rin egallaydi. Bularning barchasini anglagan holda, har qanday ishdan oldin maksimal darajada loyihaga e’tibor qaratish kerak. Loyiha tuzuvchidan yuqori bilim, saviya va malaka talab etiladi.

Kalit so‘zlar: *Gaz quduqlarini burg‘ilash, Geofizik tadqiqot, quduqlarni mustahkamlash, , qorishma qotishi, Ustyurt regioni , qiya va gorizontal quduqlar, suyuqlik sarfi, avariya asoratlar, reologik tavsif, dinamik siljish kuchlanishi*

Аннотация: В процессе бурения нефтяных и газовых скважин важны все виды показателей. Пропуск параметра, который необходимо определить, приводит к сбою какого-

либо процесса, что может привести к непоправимым трудностям, авариям или катастрофам. Поэтому в буровых работах основное место занимают не только геологические факторы, но и технико-технологические показатели бурения скважины. Осознавая все это, перед любой работой нужно максимально сосредоточиться на проекте. От составителя проекта требуются высокие знания, уровень и квалификация.

Ключевые слова: бурение газовых скважин, геофизические исследования, укрепление скважин, износ от трения, Устюрцкий регион, вертикальные и горизонтальные скважины, расход жидкости, осложнения аварий, реологическое описание, касательное напряжение

Abstract: All types of indicators are considered important during the drilling of oil and gas wells. Missing a parameter that must be determined leads to a process failure, which can lead to irreparable difficulties, accidents, or catastrophes. Therefore, the primary role in drilling operations is played not only by geological factors but also by the technical and technological performance indicators of the well. Realizing all this, it is necessary to focus on the project as much as possible before any work. A high level of knowledge, skill, and competence is required from the project developer.

Key words: *Drilling of gas wells, Geophysical research, strengthening of wells, friction wear, Ustyurtsky region, vertical and horizontal wells, fluid consumption, accident complications, rheological description, orator Shear Stress*

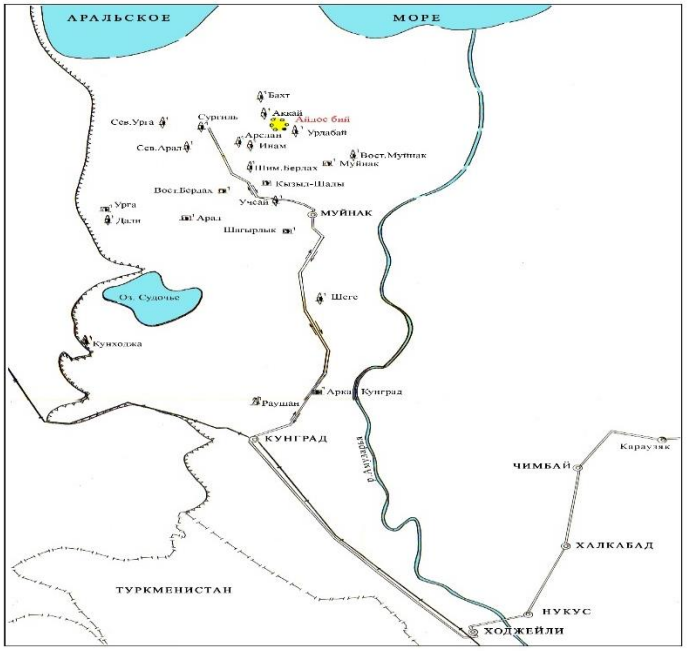
Kirish. Murakkab geologik tuzilishiga va kam filtratsiyaga ega gaz uyumlari sonining ko‘payishi bilan qiya yo‘naltirilgan yoki gorizontal burg‘ilash ishlari jadal rivojlana boshlanadi. Gaz quduqlarini burg‘ilash texnologiyasi bir quduqda turli qatlam va qalamchalarni eng yaxshi maqbul joylaridan parmalab o‘tish yoki quduq o‘qini bir qatlamning eng yaxshi oralig‘i bo‘ylab olib borish imkoniyatini hosil qiladi. Bunday murakkab geologik gaz konlari uchun bu jarayonni tashkil etish rejasini tanlashda hal qiluvchi omil bo‘lishi mumkinligi kuzatiladi. Gaz quduqlarini burg‘ilash jarayonlarini olib borish tajribasi va burg‘ilash vaqtida qo‘llanilgan murakkab texnologiyalardan biri hisoblanadi. Gaz quduqlarini burg‘ilash xizmatlari ko‘rsatuvchi kompaniyasi muhandislar mahsuldor qatlamning samarali gazga to‘yinganlik darajasini geofizik yo‘llar orqali oraliqlarni aniqlash kerak bo‘ladi. Ayrim murakkab va turli geologik tuzilishlarga ega bo‘lgan quduq, maydon yoki konlarni geologik va geofizik parametrlarga ega bo‘lgan burg‘ilash davrida geofizik tadqiqotlar orqali samarali o‘rganish lozim bo‘ladi [1,2].

Neft va gaz mutaxassislari olimlarini [1,5] ta’kidlashicha, mahsuldor qatlamning qalinligi katta bo‘lmaganda, quduq qiya yo‘naltirilgan va gorizontal burg‘ilash natijasida quduq o‘qi yuqori gaz bera oladigan kollektor bo‘ylab o‘tkazilishiga katta ahamiyat berish lozim. Bunday hollarda quduq o‘qini gazga to‘yingan oraliqlar (qatlam va qatlamchalar) bo‘ylab burg‘ilash bionavigatsiyani qo‘llash bilan birgalikda burg‘ilash vaqtida geofizik tadqiqotlar majmuasidan to‘liq foydalanish orqali amalga oshirilishi kerak, bunda oldindan loyihadagi trayektoriya bo‘ylab modellashtirish amalga oshiriladi. Burg‘ilash vaqtida egri chiziqlar real vaqt rejimida burg‘ilash paytida geofizik tadqiqotlar natijasida olingan egri chiziqlar bilan doimiy ravishda (interpretatatsiya) taqqoslash ishlari amlaga oshirish lozim bo‘ladi. Burg‘ilash paytida olingan haqiqiy ma’lumotlar bilan loyihadagi ma’lumotlar maksimal yaqinlikka erishish mumkin bo‘ladi, bu taxminan 90-99 %ga yetkazish lozim bo‘ladi.

Tadqiqot. Ustyurt regionidagi geofizik tadqiqotlarni tanlashda, konning o‘rganilganlik darajasi va ehtimoliy geologik risk (xavf-xatarlar)ka qarab belgilanadi. Geofizik tadqiqotlarning minimal to‘plami qarshilikni o‘z ichiga olishi mumkin, murakkab yoki minimal o‘rganilgan hollarda esa chegaralarni xaritalashning yangi texnologiyasi qo‘llanilishi talab etadi. Misol uchun Berdak koni shu vaqtgacha alohida hisoblangan, o‘rganishlar natijasida hozirda Berdaktaxtakairning chegaralarni xaritalashni yangi texnologiyani qo‘llash (3D, 4D) orqali chegaraning yangi oralig‘i ma’lum bo‘ldi. Yuqori qarshiliklar (geofizik tadqiqotlar) oralig‘ini ko‘rish va quduq o‘qini gazga to‘yingan qatlam bo‘ylab muvaffaqiyatli o‘tkazish imkonini berdi. Mahsuldor qatlamga yetib borilgandan so‘ng, olingan ma’lumotlarni cho‘qur o‘rganish, qabul qilingan qarorlar natijasida barcha qo‘yilgan maqsadlarga erishish, ishning eng samarali natijasi deb hisoblash mumkin.

Ushbu xaritada maydonalarni chuqurroq o‘rganish orqali chegara ko‘rinishlari aniqroq tuziladi va ushbu xaritada keltirilgan oralig‘larda quduqlarni burg‘ilash ishlari uchun loyihalar tayyorlanadi. Burg‘ilash ishlari davomida qazilgan tog‘ jinslari atrofga chiqindi sitfatida tashib chiqariladi va uning o‘ziga xos tashqi omillarga ta’sirchanligi salbiy oqibatlarga olib kelishi kuzatiladi. Bu esa xozirda ekologik vaziyat tarang bo‘lgan Ustyurt regioni uchun yanada muammolar xosil qilishi mumkin. Burg‘ilash uchun ajratiladigan uchastkalarni juda puxta ishlab chiqib, keyin loyihalashtirish lozim. Yer ostidan chiqayotgan tog‘ jinslari yuqoridagi muhit uchun qay darajada moslashuvi borasida ilmiy ishlar davom ettirilmoqda.

Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash vaqtida biror bir ko‘rsatgichning muhim parametrini o‘tkazib yuborishni mutlaqo mumkin emas, bu esa tuzatib bo‘lmaydigan mushkulot, avariya yoki falokatlarga olib kelishi mumkin. Bu nafaqat geologik maqsadga erishmaslik, balki quduqning noto‘g‘ri tashlanishiga ham olib kelishi mumkin, buning natijasida insonlar, atrof muhit va ekologiya katta zarar ko‘rishi mumkin. Bularning barchasini anglagan holda, har qanday ishdan oldin maksimal darajada loyihaga e’tibor qaratish kerak. Loyiha tuzuvchidan yuqori bilim, saviya va malaka talab etiladi.



Shartli belgilar:

-davlat chegarasi

-temir yo‘l

-chink

-shahar

-chuqur quduqlar: a) izlov; b) parametrik; v) tayanch

-struktura konturi

-asfalt yo‘l

-yo‘l emas

-dengiz qirg‘oq chegarsi

-Amidaryo daryosi

Xulosa. Maqola yakunida shuni ta’kidlash lozimki, burg‘ilash jarayonlarida geologik, geofizik va eng so‘ngi (geonavigatsiya) texnikani samarali qo‘llash orqali qiya yo‘naltirilgan yoki gorizontal burg‘ilash texnologiyasi quduqning mahsuldor qatlam qismini optimallashtirish imkonini beradi, shuningdek, quduq qurish muddatlarini qisqartiradi, bu haqda maqolaning keiyngi bosqichlarida so‘z yuritiladi. Undan tashqari atrof muhitni zararsizlantirishga olib borilayotgan burg‘ilash ishlarini sonini kamaytirib, sifatini oshirish kerak. Maydon va konlarda quduqlarni sonini kamayib, sifat ko‘rsatgichini oshirganda iqtisodiy, ijtimoy va boshqa ko‘rsatgichlarga ham ijobiy ta’sir etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. A.M. Murtazayev, T.P. Eshpo‘latov, D.X. Xikmatova. Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash. T.: Zamon poligraf. 2025. 358 b.

2. A.M. Murtazayev, T.P. Eshpo‘latov. Neft va gaz quduqlarini tugallash. II qism. T.: Dimal. 2026. 392 b.

3. A.M. Murtazayev. Neft va gaz konlarini mashina va jihozlari montaji va ta’miri. T.: Innovatsiya-Ziyo. 2024. 269 b.

4. A.M. Murtazayev. Burg‘ilash mashina va mexanizmlari. T.: Universitet. 2022. 184 b.

5. J.A. Akilov [A.M. Murtazayev. va boshq.]; A.M. Aminov tahriri ostida. Mahsuldor qatlamlarni ochish va quduqlarni o‘zlashtirish. T.: Faylasuflar. 2014. 204 b.

6. Романов В.Г. Исследование и разработка модифицированных тампонажных композиций для изоляции водопроницаемых пластов с низким градиентом давления в нефтяных и газовых скважинах: диссертация кандидата технических наук. – Краснодар, 2002. – 125 с.

7. Сторчак А.В. Обоснование и разработка тампонажных составов пониженной плотности для цементирования скважин в условиях аномально низких пластовых давлений: диссертация кандидата технических наук. – С. -Петерб, 2011. – 120 с.

8. Детков В.П. Аэрированные суспензии для цементирования скважины. – М.: Недра, 1991. – 175 с.

9. Детков В.П. Физико-химическая механика – основа для разработки технологии цементирования в условиях Крайнего Севера / В.П. Детков, А.Р. Хисматулин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. –2003. – № 7. – С. 31 – 37.

10. Григулецкий В.Г. Опытно-промышленные работы при цементировании обсадных колонн газовых скважин Песцовой площади Уренгойского месторождения // Нефтегазовые технологии. – 2007. – № 11. – С. 2 – 14.

НЕФТЬ ВА ГАЗ ҚУДУҚЛАРИНИ БУРҒИЛАШДА ЭКОЛОГИК МУАММОЛАР

Муртазаев Абдижаббор Мустафаевич-Тошкент давлат техника унверситети профессор
Хайдаров И.К. – Қарши давлат техника университети доценти
Мейлиев А.И. – Қарши давлат техника университети магистри

Аннотация. Инсоният нефть ва газ саноати ишлари бошидаёқ экологияга қандай таъсир кўрсатишини, айниқса, нефть ва газ қудуқларини бурғилаш ва қудуқларни ўзлаштиришда хавф туғдиришини ўйламаган эди. Ер қаърини ўзлаштириш, бу ҳаво, сув, тупроқ ифлосланишининг, ўсимлик ва ҳайвонот дунёсининг нобуд бўлишининг сабабларидан бири бўлиб қолмоқда.

Калит сўзлар: атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, Нефть ва газ қазиб олиш, нефть-газ саноати, экологик хавфсизлик, қудуқ чуқурлиги, Экологик хавфсизлик, қудуқларини бурғилаш.

Аннотация. С начала работи в нефтегазовой промишленности человечество не предусматривало воздействия на экологии, особенно в протсессе бурения и освоения нефтегазових скважин. Освоение недр остается одной из причин загрязнения воздуха, води, почви, погибки растителного и животного мира.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, добыча нефти и газа, нефтегазовая промышленность, экологическая безопасность, глубина скважины, экологическая безопасность, бурение скважин.

Abstract. Since humanity began working in the oil and gas industry, it has not considered the impact on the environment, especially during the drilling and development of oil and gas wells. Subsoil development remains one of the causes of air, water, and soil pollution, as well as the destruction of flora and fauna.

Keywords: environmental protection, oil and gas production, oil and gas industry, environmental safety, well depth, Environmental safety, well drilling.

Кириш. Нефт ва газ қудуқларини бурғилашнинг атроф-муҳитга таъсири Экологияга салбий таъсир, биринчи навбатда, қудуқларни бурғилашда фойдаланадиган ювувчи суюқликни тайёрлаш, ишлатиш ва уларни ёд (тоғ жинси бўлаклари) унсурлардан тозалашда йўл қўйиладиган хатолар ва технологик жараёни устидан тегишли назоратнинг сустлиги билан боғлиқ. Қудуқларни бурғилашдаги оддий, авариялар ва ҳоказолар натижасида ювувчи суюқликнинг бир қисми ер юзасига чиқади ва тўкилади.

Бундан ташқари ювувчи суюқликларни тозалаш ва қайта фойдаланиш мақсадида атмосферага жуда кўп миқдорда чиқинди реагент ва компонентларнинг газлари ажралиб чиқишини ҳамма билади, улар эса ўз навбатида қудуқ чуқурлиги ортишини натижасида тупроқ ифлосланишининг, ўсимлик ва ҳайвонот дунёсига таъсириш ошиб бораверади.

Юқорида айтилганларга бурғилаш асбоб-ускуналарини ўрнатиш учун ҳудудни тозалаш: гектарлаб чўл ва чала чўлларда йўллар тайёрланмоқда, шу сабабли экотизим тубдан ўзгармоқда. Қудуқ, майдон ёки кон “ахлат-чиқинди” билан тўлади: қурилиш материаллари, майдаланган тоғ жинслари, нефтгаз ёки мойловчи маҳсулотлар, махсус техника, бу ҳам атроф-муҳитга салбий таъсир кўрсатади. Шу билан бирга, ер қаъридан нефт ва газни сўриб олиш грунт қатламларининг силжишига олиб келади.

Нефть ва газ қудуқларини бурғилашда кўпгина кимёвий реагент ёки компонентлардан фойдаланиш натижасида зарарли кимёвий бирикмалар аралашма сифатида чиқаради. Юзага келиши мумкин бўлган муаммоларнинг олдини олиш учун нафақат нефт ва газ қудуқларини бурғилашни қисқартириш, балки энг сўнги техника ва технологиялардан самарали фойдаланиш ҳамда уларни такомиллаштириш зарур.

Нефть ва газ қудуқларини бурғилашда атроф-муҳитни муҳофаза қилиш тадбирлари.

Тегишли бурғилаш бригадалар салбий оқибатларни камайтиришга ёрдам берадиган маълум иш тамойилларига риоя қилишлари керак. Уларнинг асосийлари қуйидагилардир:

- нефт ва газ қудуқларини бурғилаш жаарёнидаги худудни текислаш даврида бута ва ўт ўланларни авлодини ўрганиш ва ўша авлодни қайта экиш шарти билан рухсат берилади;
- гидродинамик, геофизик тадқиқотлар ва ўлчовларни ўтказиш мажбурий ҳисобланади;
- қудуқларнинг бурғилаш даврида йўлдош газ, нефть ва газнинг отилиб чиқиши ҳамда фаввора содир бўлишига йўл қўймайдиган тарзда (ПВО) фавворага қарши ускуналар билан жиҳозланиши талаб этилади;
- нуқсонли (герметиклиги, бириктириш тармоқлари бузилган ва ҳоказо) қудуқларни бурғилаш жараёнлари давом эттириш тақиқланади;
- ювувчи суюқликларни солиштирма оғирлиги кескин ўзгартиришга йўл қўймаслик зарур;
- қудуқдаги босимнинг аномаллик даражасини доимий назорат қилиш зарур;
- атроф-муҳитни муҳофаза қилиш тадбирлари кўп жиҳатдан сувлар (ер усти ва ер ости), ҳаво ифлосланишининг олдини олишга қаратилган профилактик хусусиятга эга бўлиши керак. Бунинг учун ер ости сувларини ютувчи қатламларни доимий равишда беркитиб бориш талаб этилади.

Нефть-газ соҳасида экологик хавфсизлик

Экологик хавфсизлик - атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва нефть-газ саноати томонидан унга салбий таъсирни камайтиришга қаратилган чора-тадбирлар (ҳуқуқий, сиёсий, технологик ва бошқа) тизимидир. Бу чора-тадбирлар фавқулодда ва авария ҳолатларининг олдини олиш ҳамда инсон манфаатларини ҳимоя қилишни таъминлашни ҳам ўз ичига олади.

Нефть ва газ қазиб олиш давлат томонидан қаттиқ назорат қилинади. Худудлардан нефть ва газ қазиб олинаётган майдонларнинг муаммолари жуда кескин ошиб боради, чиқиндиларни утилизация қилиш билан боғлиқ юзага келадиган масалаларни доимий равишда назорат қилиш лозим. Барча худудларда яшаш муҳитини талаб даражасида сақлаш, флора ва фаунанинг қисқариши муаммолари “юқори ўрин” га қўйилишини инобатга олиниши лозим.

Бутун худудлардаги олиб борилаётган нефть-газ саноати корхоналари экологик хавфсизлик ҳақидаги маълумотларни қонун ва қонун ости хужжатларига ҳамда қоидаларга асосланган холда амалга ошириш кеарк:

- бурғилаш бригадаси ва ундан юқори турувчи ташкилот бурғилаш олиб борилаётган жараёнлар атроф-муҳитга салбий таъсирини ҳисобга олиши керак. Биринчи навбатда, экологик хавфларни тўғри бошқариш зарур. Улар, ўз навбатида, экотизимга, инсон саломатлиги ва ҳаётига етказилган зарар учун жавобгарликни (маъмурий ва ҳатто жиноий) инобатга олиниши лозим;

- қудуқ чуқурлиги ортиришга интилишда табиий ресурслардан нотўғри фойдаланмаслик керак. Бу тамойил табиатга техноген таъсирни камайтириш ва сифат жиҳатидан энг сўнги асбоб-ускуналардан фойдаланишни назарда тутади;

- экологик хавфсизлик талабларига риоя этилишини назорат қилиш тизимли равишда, атроф-муҳит ҳолати мониторинги эса доимий равишда амалга оширилиши лозим.

Энг муҳимларидан бири - бу авариясиз ишлаб чиқариш тамойилидир. Албатта, замонавий техник, технологик ривожланиш имконини беради, шу билан бирга, у чиқиндиларнинг заҳарлилигини ва чиқинди ҳажмини оширмаслиги инобатга олиш лозим.

Экологик хавфсизликка нисбатан саводли сиёсат олиб бораётган нефть-газ корхоналари жамоатчилик учун очиқ бўлиб, улар билан табиатни муҳофаза қилишга қаратилган тадбирлар ҳақида бажонидил маълумот алмашадилар. Улар ижтимоий йўналишда ҳам иш олиб бориб, ўз ишчи-ходимларининг ва қудуқларни бурғилаш ишлари олиб борилаётган жойларда яшовчи бошқа одамларнинг фаровонлиги учун тўлиқ хизмат қилиниши керак.

Экологик хавфсизлик - бу корхонанинг ўзига хос экологик масъулияти бўлиб, унинг мутахассислари атроф-муҳитни муҳофаза қилиш бўйича маҳаллий ва глобал дастурларни ишлаб чиқадилар.

Хулоса. Атроф мухитни мухофаза қилишда барча бирдек масъуллигини инобатга олиниши ҳамда келажак ёшларини экологик саводларини янада ошириш ҳамда суний интелектдан фойдаланилга холда уларни тезлик билан чора тадбирлар ишлаб чиқиш ва ижросини таъминлашни амалга оширишлари лозим. Бошқа сохалар каби нефть ва газ қудуқларни бурғилаш жараёнлари хам бевосита ва билвосида экологик муаммолар келтириб чиариши мумкинлигини инобатга олиш керак. Экологик хавфсизликка нисбатан саводли сиёсат олиб бораётган нефт ва газ қудуқларини бурғилаш корхоналари жамоатчилик учун очиқ бўлиб, улар билан табиатни муҳофаза қилишга қаратилган тадбирлар ҳақида бажонидил маълумот алмашадилар. Улар ижтимоий йўналишда ҳам иш олиб бориб, ўз ишчи-ходимларининг ва қудуқларни бурғилаш ишлари олиб борилаётган жойларда яшовчи бошқа одамларнинг фаровонлиги учун тўлиқ хизмат қилиниши керак.

Фойдаланилган адабиётлар

1. С.Окражи, Дж. Дж. Азар. Экспериментальные исследования транспортировки шлама в направленных скважинах. Журнал общества инженеров нефтяников. 1986г.

2. Р.Харвей. Растворные программы для очистки скважин и предупреждения ухудшения коллекторов. Статья в сборнике «Бурение и заканчивание горизонтальных скважин». Сборник серии переводных статей, опубликованных ведущими специалистами в 1990г в американском журнале «Ойл энд Гэс». М. ВНИИОЭНГ. 1992г.

3. А.П.Предеин, Н.И.Крысин. Основные направления совершенствования технологии бурения и исследования пологих скважин с горизонтальными участками стволов в пределах верхнекамского месторождения калийных солей. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». №6, 2006г.

4. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Особенности технологии промывки горизонтальных скважин. НТЖ «Нефтяное хозяйство». 2001г, №6.

5. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Технологические особенности бурения скважин с большим отходом забоя от вертикали. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». 2005г, №10.

6. М.А.Мыслюк, Ю.М.Салыжин. Оценка влияния термобариметрических условий на реологические свойства буровых растворов. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». 2007г. №4.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТ ПО НАКЛОННОМУ И ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ БУРЕНИЮ СКВАЖИН В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Хайдарова Ислама Касимовича– и.о. доцент Каршинского государственного технического университета
Жураев Анвар- магистр Каршинский государственный технический университет

Аннотация: Мировой опыт показывает, что изучение гидродинамического движения многофазного бурового раствора, особенно в процессе бурения горизонтальных скважин и вращения буровой колонны, а также проблемы эффективной промывки скважин изучены недостаточно. По этой причине возникает необходимость изучения вышеуказанных проблем с помощью научных и экспериментальных экспериментов. Исходя из этого, приоритетным является изучение проблем, возникающих в процессе промывки горизонтальных скважин и транспортировки измельченных горных пород. Поэтому особое внимание уделяется более глубокому теоретическому и экспериментальному изучению процесса транспортировки частиц измельченной горной породы при бурении горизонтальных скважин.

Ключевые слова: *Бурение горизонтальных скважин, разработка, тампонажных растворов, наклонно-направленного бурения, винтовой забойный двигатель, аппарата МWД, обсадная колонна.*

AnnotatsiyaJahon tajribasi shuni ko‘rsatadiki, ayniqsa gorizontal quduqlarni burg‘ilash va burg‘ilash kolonnasini aylanish jarayonida ko‘pfazali burg‘ilash eritmasining gidrodinamik harakatini o‘rganish hamda quduqni samarali yuvish muammolari yetarlicha o‘rganilmagan. Shu sababdan yuqoridagi muommalarni ilmiy va eksperimental tajribalar orqali o‘rganish zarurati tug‘iladi. Shundan kelib chiqib, gorizontal quduqlarni yuvish va maydalangan tog‘ jinslarini transportirovka qilish jarayonida yuzaga keladigan muammolarni o‘rganish ustuvor masala hisoblanadi. Shuning uchun gorizontal quduqlarni burg‘ilashda maydalangan tog‘ jinsi zarrachalarini transportirovka qilish jarayonini chuqurroq nazariy va eksperimental o‘rganishga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Kalit so'zlar: *Gorizontal quduq burg'ulash, ishlab chiqish, tsement shlamlari, yo'nalishli burg'ulash, quduq osti dvigateli, MWD apparati, korpus qatori.*

Abstract: World experience shows that the problems of studying the hydrodynamic behavior of multiphase drilling fluid, especially during the drilling of horizontal wells and the rotation of the drill string, as well as effective well flushing, have not been sufficiently studied. For this reason, it is necessary to study the aforementioned problems through scientific and experimental experiments. Based on this, the study of problems arising during the flushing of horizontal wells and the transportation of crushed rock is a priority task. Therefore, special attention is paid to the in-depth theoretical and experimental study of the transportation of crushed rock particles during the drilling of horizontal wells.

Key words: *Burenie horizontal well, development, tamponaznykh rastrovov, inclined-directed bureniya, screw hopper engine, apparatus MWD, obsadnaya column.*

Горизонтальные скважины является частным случаем наклонно-направленных скважин. Бурение горизонтальных скважин является, по сути, дальнейшим развитием наклонно-направленного бурения. Это значит, что основные принципы наклонно-направленного бурения применимы при бурении горизонтальных скважин.

Горизонтальное бурение началось в 20-х годах прошлого столетия с целью добычи нефти из залежейнедоступных вертикальным скважинам.

В настоящее время горизонтальнымбурением занимаются с выше-100 фирми компании в 20 странах.

В Узбекистане начали заниматься бурением горизонтальных скважин с 2002 года.

Первая горизонтальная скважина №1Гпробурена на Кокдумалакском месторождении в августе 2002 г. Китайской компанией. Цель бурения скважины № 1Г-обход рапаносной зоны в солевых отложениях. Она была заложена в 150м от границы рапаносной зоны. Длина горизонтальной части скважины составила 500м и отход забоя от вертикальной от скважины-831м.

Искривление начата в средние пачки ангидритов с глубины 2768м долотом диаметра 0,311м. Компоновка низа бурильной колонны состояла из: долота Ø 0,311м- винтовой забойный двигатель Ø0,203м длиной 8м с шпинделем-отклонителем ($1^{o}15^{1}$)- диамагнитная труба Ø0,203м с монтированным навигационным аппаратом MWД-УБТ Ø 0,203м длиной 28м –УБТ Ø 0,178м длиной 140м-бурильные трубы Ø 0,127м и Ø 0,140м. «Хвостовик» Ø 0,245м спущен до глубины 2937м и зацементирован. После этого продолжали бурение по наклонной линии длиной 38м и приступили к набору кривизны до угла наклона 88^{0} с применением новой компоновки низа состоящей из: долота Ø 0,2127м –винтовой забойный двигатель(ВЗД). с отклонителемØ 0,165м –диамагнитная труба Ø 0,165м длиной 9,16 м с забойной аппаратурой – короткая диамагнитная труба с MWД-УБТ Ø 0,165м длиной 57 м –бурильная труба Ø0,127м. С 3174м (по стволу) изменили КНБК, а с 3260м (по стволу) до 3319м бурили ротором, с 3319м до окончательного забоя (по стволу до 3674м) бурили винтовым двигателем.

Эксплуатационная колонна диаметра 0,140м спущена на глубину по вертикали 3046м, а по длине на 3672м. На глубине 3030м по вертикали (3112м по длине) установлен пакер с муфтой ступенчатого цементирования. Ниже пакера в горизонтальной части ствола установленыперфорированные трубы общей длиной 500м.

Пробурена наклонная скважина с горизонтальным окончанием на Кокдумалакском месторождении №355. Искривление ствола скважины начато в отложениях верхней пачки солей с глубины 2760м после спуска первой промежуточной колонны диаметра 0,245м. Дойдя наклонным стволом до глубины 2884м (по вертикали) начали искривлять ствол для получения горизонтального положения ствола и по пласту продолжили бурение горизонтального ствола длиной 310м. Общая длина ствола составила 3670м.

Бурение производилось винтовым двигателем с применением навигационного аппарата MWД. В скважину спущена эксплуатационная колонна диаметра 0,140м с фильтром.Цементирование колонны производилось выше продуктивного пласта с помощью пакера. Затем пробурены скважины на Кокдумалакском месторождений №354, 356 с длиной горизонтального ствола по 500м. Отклонение конечного забоя составляет 730-800 м от вертикальной оси скважины.

Пробурены горизонтальные скважины на нефтегазовом месторождении ЮжныйКемачи.

Скважина №50 горизонтальная имеет горизонтальный ствол длиной 500м на глубине 2333м (по вертикалу). Горизонтальный отход конечного забоя от вертикальной от составил 666м.

И скривление ствола начата в верхнихангидритах на глубине 2167м радиусом кривизны 166м. При этом интенсивность искривления составила 3^{0}/10м. Общая длина ствола составила 2928м. Скважина обсажена эксплуатационной колонной и зацементирована в интервале выше уровня продуктивных отложений с помощью пакера. Ствол в продуктивной части пласта оставлен без обсадки, открыто.

Также успешно пробурена скважина №59 на этом же месторождении. Искривление ствола начата с глубины 2050м до входа в продуктивный пласт находящиеся на отметке 2330м с интенсивностью кривизны 2-3^{0} на 10м проходки. Радиус кривизны составил 290м: Общая длина ствола 2900 м в том числе горизонтальная часть -570м. Скважины так называемые горизонтальными в начале буриться как наклонно-направленная, а затем ствол скважины приобретает горизонтальное положение. Поэтому эту скважину можно назвать наклонной с

горизонтальным. скважин на месторождении, добыча нефти трудно извлекаемых из коллекторов.

Горизонтальные скважины наряду с наклонно-направленной скважиной эффективны прибурении в обход осложненных зон горных пород; бурении под недоступные участки земной поверхности; глушении открытых нефтегазовых фонтанов; вскрытии крутопадающих пластов; бурении с морских платформ; кустовом бурении.

При одинаковой депрессии на пласт из горизонтальных скважин можно добывать нефть или газ 3-10 раз больше, чем из вертикальных скважин, за счет увеличения фильтрационной поверхности.Тем самым возникает возможность сокращения числа эксплуатационных скважин.

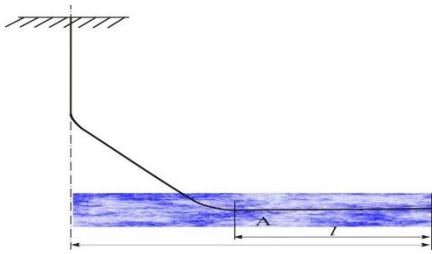


Рис.1. Горизонтальная скважина

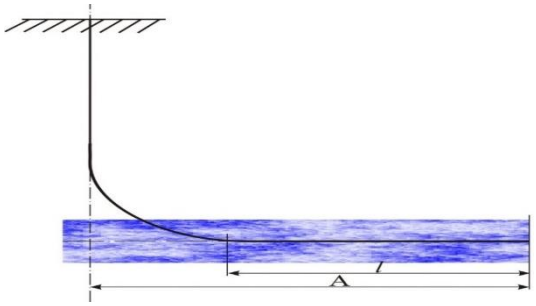


Рис.2. Тип горизонтальной скважины

Целью бурения горизонтальных скважин является, помимо достижения цели недоступные вертикальным скважинам, повышения продуктивности скважин за счет увеличения поверхности фильтрации, сокращение число

В настоящее время для бурения горизонтальных скважин:

- разработаны забойные инструменты для измеренная зенитного и азимутального углов скважины непосредственно в процессе бурения;

- созданы специальные забойные двигатели, позволяющие изменять траекторию ствола и характеризующиеся большим сроком службы;

- разработаны буровые промывочные растворы, обеспечивающие требований по очистке ствола и стабилизациираз буриваемых пород;

- разработаны методы проведения геофизических исследований.

Применение вышеприведенных мер при бурении горизонтальных скважин приводят к удешевлению стоимости горизонтального бурения.

Проектирование профиля горизонтальных скважин. Проектирование профиля горизонтальных скважин проводится аналогично проектированию профиля наклонно-направленных скважин. На первом этапе решается задача выбора варианта профиля (τ,S и J-образная), а на втором – задача выбора технологии бурения, обеспечивающая заданный профиль скважины.

Профили горизонтальных скважин отличается от наклонных скважин тем, что в конце наклонного или искривленногоучастка ствол продолжается горизонтально.

В проекте на бурение скважины задается длина горизонтального участка и его направление (азимут).

Длину горизонтального участка скважины выбирают исходя из экономической целесообразности. Чрезмерное увеличение горизонтального участка приводит к увеличению сроковбурениями связанных с этимзатрат, зависящих от времени и расхода материалов.

Может оказаться, что дополнительно добитая нефть при увеличении длины скважины окажется дороже нежели стоимости нефти, добываемой из вертикальных скважин.

Определение оптимальной длины горизонтального ствола скважины. Оптимальная длина горизонтального ствола скважины определяется путем сопоставленная дебитов вертикальной и горизонтальной скважин. Для этого определяем дебиты приходящегося на единицу длину коллектора в вертикальной и горизонтальной скважине

$$q_в = \frac{2\pi K \Delta P}{\mu} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{2R}{r}\right)}, \quad (1.1)$$

$$q_г = \frac{2\pi K \Delta P}{\mu} \cdot \frac{1}{\frac{2\pi R}{h} + \ln\frac{h}{2\pi R}}, \quad (1.2)$$

где $q_в$ и $q_г$ дебиты вертикальной и горизонтальной скважин приходящегося на единицу длину коллектора;К- коэффициент проницаемости пласта;ΔР- депрессия на пласт;μ- вязкость нефти;R- радиус контура питания;h-мощность пласта;r- радиус скважины.

С другой стороны $q_г = \frac{Q_г}{l}$ и $q_в = \frac{Q_в}{h}$,

где $q_г$, $Q_в$ – дебиты горизонтальной и вертикальной скважин;l- длина горизонтального ствола; h- мощность пласта.

Из соотношении $\frac{q_г}{q_в}$ определяем длину горизонтального ствола

$$l = \frac{nh}{ln\frac{2R}{r}}\left[\frac{2\pi R}{h} + ln\left(\frac{h}{2\pi r}\right)\right], \quad (1.3)$$

где:$n = \frac{Q_г}{Q_в}$показывает, что одна горизонтальная скважина может заменит nколичество вертикальных скважин по дебиту.

Примеры решения задачи:

Требуется определить эффективную протяженность горизонтального ствола на одном из месторождений Узбекистана. Горизонтальный ствол будет буриться винтовым двигателем с долотом диаметра 0,1957м (принимаем 0,2м).Мощность продуктивного пласта h=50м. Радиус контура питания или дренажный радиус R=100м. Стоимость горизонтальной скважины 3 раза дороже чем вертикальной скважины на этом месторождении $n = \frac{C_Г}{C_в} = 3$

Эффективная длина горизонтального ствола определяется формулой

$$l = \frac{nh}{\ln\frac{2R}{r}}\left[\frac{2\pi R}{h} + \ln\left(\frac{h}{2\pi r}\right)\right],$$

подставит в значения обозначений в формулу получим:

$$l = \frac{3 \cdot 50}{\ln\frac{2 \cdot 100}{0{,}2}}\left[\frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 100}{50} + \ln\left(\frac{50}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}2}\right)\right] = 353{,}05 \text{ м}$$

Если длина горизонтального ствола будетбольше или меньше 353м экономически не выгодно.

Список литературы

1. С.Окражи, Дж. Дж. Азар. Экспериментальные исследования транспортировки шлама в направленных скважинах. Журнал общества инженеров нефтяников. 1986г.

2. Р.Харвей. Растворные программы для очистки скважин и предупреждения ухудшения коллекторов. Статья в сборнике «Бурение и заканчивание горизонтальных скважин». Сборник серии переводных статей, опубликованных ведущими специалистами в 1990г в американском журнале «Ойл энд Гэс». М. ВНИИОЭНГ. 1992г.

3. А.П.Предеин, Н.И.Крысин. Основные направления совершенствования технологии бурения и исследования пологих скважин с горизонтальными участками стволов в пределах верхнекамского месторождения калийных солей. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». №6, 2006г.

4. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Особенности технологии промывки горизонтальных скважин. НТЖ «Нефтяное хозяйство». 2001г, №6.

5. В.И.Крылов, В.В.Крецул. Технологические особенности бурения скважин с большим отходом забоя от вертикали. НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». 2005г, №10.

GORIZONTAL QUDUQLARNI BURG‘ILASHDA YUVISH ERITMALARINING SIRKULYATSIYA HARAKATI VA AYLANMA HARAKATINI TA’MINLASH ISHLARI

Haydarov Islom Qosimovich – Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti
Nizomov E. - Qarshi davlat texnika universiteti magistri

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения состояния решения проблемы очистки наклонных и горизонтальных скважин в процессе бурения и опробования поисково-разведочных и эксплуатационных скважин, получения достоверной технологии информации. Даётся основная характеристика наклонных и горизонтальных скважин а также изучение состояние наклонно-направленное и горизонтальное скважин в Республике Узбекистан.

Ключевые слова: *скважин, очистки наклонных и горизонтальных скважин, расход жидкости, горизонтальное скважин, реологическая характеристика, динамическое напряжение сдвига*

Annotatsiya. Maqolada qidiruv va qazib olish quduqlarini burgilash va sinovdan o'tkazish gorizontal quduqlarni tozalash muammosini hal qilish holatini o'rganish natijalari keltirilgan. Yo'nalishli va gorizontal quduqlarning asosiy tavsiflari, shuningdek, O'zbekiston Respublikasidagi yo'nalishli va gorizontal quduqlarning holatini o'rganish berilgan.

Kalit so‘zlar: *quduqlar, qiya va gorizontal quduqlarni tozalash, suyuqlik sarfi, gorizontal quduqlar, reologik tavsif, dinamik siljish kuchlanishi*

Abstract. The article presents the results of studying the state of solving the problem of cleaning inclined and horizontal wells in the process of drilling and testing exploration and production wells, obtaining reliable information technology. The main characteristics of directional and horizontal wells are given, as well as the study of the state of directional and horizontal wells in the Republic of Uzbekistan.

***Keywords*:** *wells, cleaning of inclined and horizontal wells, fluid flow rate, horizontal wells, rheological characteristics, dynamic displacement stress*

Kirish. Aylantirib burg‘ilashda quduq tubidagi parchalangan jinslarni yer ustiga olib chiqish uchun yuvish eritmalarining aylanma harakatidan foydalaniladi.

Yuvish eritmalarining sirkulyatsiya harakati neft va gaz quduqlarini burg‘ilashda birinchi marta 1901 yilda qo‘llanilgan. Birinchi yuvish suyuqligi bu suv bo‘lgan. Burg‘ilash jarayonida keyinchalik yuvish eritmalari sifatida suv va boshqa aralashmalar tayyorlanib yuvishda qo‘llanilgan.

Aylantirib burg‘ilash tarixida yuvish eritmalariga og‘ir holdagi aralashmalarni qo‘shib, yuqori bosimli qatlamlarda ishlatish katta yutuq bera boshladi.

1. Neft-gazli va suvli qatlamlardagi qatlam bosimlarining tenglashishi. Eritma ustuninginggidrostatik bosimidan qatlam bosimi yuqori bo‘lganda, o‘zidan aralashmani siqib chiqaradi va qatlamdan quduqqa eritmalar kirib keladi.
2. Burg‘ilash quvurlari, quduq devorini, mustahkamlash quvurini, burg‘ilash nasoslarning qismlarini, tub dvigateli tayanchini va burg‘ilarni moylaydi. Aralashmaning sifati talab darajasida bo‘lsa, silliq holda sirtlarni qoplaydi va ishlash sifatini oshiradi.
3. Parchalangan jins bo‘laklarini muallaq holatda ushlab turish va ularni quduq tubiga cho‘kib tushishini oldini olish.
4. Burg‘ilangan jinslarning zarrachalarini va qumlarni cho‘ktirgichlarda o‘tirishini ta’minlash. Shunday qilib yuvish aralashmalari bir-biriga teskari ikkita xususiyatga ega bo‘ladi. Burg‘ilangan zarrachalarni uzoq vaqt muallaq holatda ushlab turish.
5. Harorati baland bo‘lgan quduqlarni burg‘ilashda yuqori haroratga chidamli bo‘lishi, past haroratda muzlash qobiliyatiga ega bo‘lmasligi, ko‘p yillik muz qatlamli joylarni burg‘ilashda kam issiqlik o‘tkazuvchan xususiyatiga ega bo‘lishi.
6. Parchalanganjinslargata’siriinertholatdabo‘lishi, kimyoviy qayta ishlovda boshqarish oson bo‘lishi.
7. Burg‘ibilanquduqtubidagruntlarningparchalashniyengillashtirish.

8. Burg‘ilash jihozlariga ta’sir etuvchi obrazivlik xususiyatiga ega bo‘lmasligi hamda o‘z tarkibida shunday komponentlar bo‘lmasligi.
9. Burg‘ilash asboblarini korroziyadan himoya qilishlik.
10. Burg‘ilash nasoslariyordamida qiyinchiliksiz haydaluvchanlik.
11. Arzon va yetarli darajada topiladigan materiallardan tayyorlanishi kerak.
12. Zarrachalarni tindirgichda tez qotishiga va cho‘kishiga yo‘l berishi.
13. Turboburli burg‘ilashda energiyani turboburga o’zatuvchanligi.

Aralashtiriladigan zarrachalarning kattaligiga bog‘liq holda, yuvish eritmasi uch guruhga bo‘linadi: haqiqiy, kolloidli va suspenziya (biror moddaning boshqa suyuq modda ichida mayda zarra yoki tomchi xolida suzib yuradigan eritmasi).

Haqiqiy aralashmada–aralashtiriladigan moddaning zarrachasi alohida molekuladan iborat bo‘ladi. Bunday aralashma tiniq va chegaralangan uzoq vaqt o‘z xossasini o‘zgartirmaydi. Haqiqiy aralashmaga tuz, kislota va ishqorli suvlar kiradi.

Kolloidli aralashma–juda ko‘p molekulalardan tuzilgan va ularning o‘lchami mikronning bir bo‘lagi (1 mk=0.001 mm). Bunday aralashma loyqasimon ko‘rinishda bo‘ladi.

Uzoq vaqt saqlanganda boshlang‘ich xossasini yo‘qotadi, aralashtirilgan modda cho‘kadi yoki hamma aralashma ilvira holatga kelib qoladi. Kolloidli aralashmaga *suyuq oyna, sovun, ekelatin kiradi*.

Suspenziya – kolloidli eritmaga nisbatan zarrachalari kattaroq, ular 1 dan 0.0001 mm bo‘lib, bu aralashma katta turg‘un bo‘lmagan holatga ega. Suspenziyali aralashmaga – bur yoki garvitningsuvdagi eritmasi kiradi

Agar modda aralashmasi suvda yomon namlanganda suvga uchinchi turdagi aralashma qo‘shiladi – bu stabilazator deyiladi.

Gilli zarraning kattalashuv jarayoni, sistemaning turg‘unligini buzilishiga olib keladagan kolloidli zarrachaning cho‘kishi – *koagulyatsiya,* kattalashgan zarrachalarning cho‘kmaga tushishi – *sedimentatsiya* deyiladi.

Kolloidli cho‘kmani muallaq holatga o‘tish jarayoniga – *peptizatsiya* (sta**bilizatsiya) deyiladi.**

Bu jarayonni chaqiruvchi jarayonga – peptizatorlar deyiladi.

Burg‘ilash qorishmalarining xossalarini yaxshilash uchun ularni kimyoviy reagentlar bilan bog‘laydi. Kimyoviy reagentlarningturi 2000 xildan ko‘proq. Bularning ko‘plari bir-biriga yaqin, bir-birining o‘rninialmashtiradi. Shunga qaramasdan, reagentlar guruhlarga bo‘lingan:

Bu reagentlarning vazifalari qat’iy chegaralanmagan. Bir guruhda ko‘rsatilgan reagent boshqa guruhga ham o‘tishimumkin. Bu quduqlarning geologik sharoitlariga, reagentlarning bor yo‘qligiga bog‘liq.

Kimyoviy reagentlar: Parmalash qorishmalarining xossalarini yaxshilash uchun ularga kimyoviy reagentlar qo`shiladi. Kimyoviy reagentlarning turi 2000 xildan oshiqroq. Bularning ko‘plari bir-biriga yaqin, bir-birining o‘rnini bosadi. Shunga qaramasdan, reagentlar guruhlarga bo‘lingan (misol tariqasida keltirilgan):

Bu reagentlarning vazifalari qat’iy chegaralanmagan. Bir guruhda ko‘rsatilgan reagent boshqa guruhga ham o‘tishi mumkin. Bu skvajinalarning geologik sharoitlariga, reagentlarning bor-yo‘qligiga bog‘liq. Shuni ham aytib o‘tish kerakki, ba’zi bir reagentlar bir qancha nom bilan aytilmoqda. Bunday tushunmovchiliklar reagent mualliflari tomonidan tug‘dirilmoqda.

Xulosa. Tuzli qatlamlarni quduqlarni xususiy ko‘rinishi hisoblanadi. So‘nggi yillarda jahonda juda ko‘p sonli gorizontal quduqlar burg‘ilangan. Gorizontal quduqlarni asosiy masalasi – kollektor bilan kontakt yuzasini oshirish hamda uni mahsulot beruvchanligini kuchaytirishdir. Xuddi shunga o‘xshash masalalar haydovchi quduqlar uchun ham qo‘llaniladi

Qiya quduqning burg‘ilashning samaraligini aniqlovchi omillardan biri ochiladigan maydon kattaligini vertikal quduqqa nisbatan kattaligi va neftberaoluvchanlikni gorizontal uchastkaning hisobiga oshishi hisoblanadi. GQ (gorizontal quduq) yoki TQ (tik quduq) larni burg‘ilash orqali neft konlarini ekspluatatsiya qilishning nisbatan samaradorlik ko‘rsatgichi ikkita ko‘rsatgich bo‘yicha baholanadi

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Aminov A.M., Elmurodov E.B., Nazarbekova D.Q. “ Neft va gaz quduqlarni burg`ilash jarayonida qo`llaniladigan namunaviy masala va hisoblashlarning uslubiy ma`lumotnomasi” Toshkent 2014 yil.
2. Yuldashev.T.R., “Qiya yo`naltirilgan va gorizontal quduqlarni burg`ilash” Toshkent, 2015
3. Yuldashev.T.R., Eshev.S.S., “Neft va gaz quduqlarini burg`ilash”.- Qarshi. 2018 yil.
4. Ergashev Y., Xolismatov I. “Neft va gaz konlari gidrogeologiyasi". Darslik. Toshkent. Fan va texnologiyalar. 2017
5. RH 39.0-010:2011. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждениипроектно-сметной документации на строительство скважин на нефть и газ на территории Узбекистана.
6.. Справочник инженера — нефтяника (перевод с английского) Инжиниринг резервуаров. Газпром. Москва. 2018.

СИНТЕЗ ВИНИЛОВЫХ ЭФИРОВ АРОМАТИЧЕСКИХ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СПИРТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ С УЧАСТИЕМ КАТАЛИЗАТОРА $Ti(O^iPr)_4$

А.А. Абдураимов, С.Б. Саматов
Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан
e-mail: sanat10011990@mail.ru

Аннотация. В статье исследованы реакции гетерогенно-каталитического винилирования ароматических ацетиленовых спиртов с различными заместителями в присутствии каталитической системы $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$. Проанализированы закономерности синтеза виниловых эфиров на основе замещенных пропин-2-олов. Установлено, что применение гетерогенного катализатора $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$ позволяет повысить селективность и выход целевых продуктов до 70-90%. Полученные виниловые эфиры представляют значительный интерес в качестве мономеров и полупродуктов для тонкого органического синтеза и фармацевтической химии.

Ключевые слова: ацетиленовые спирты, винилирование, катализатор $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$, виниловые эфиры, гетерогенный катализ, органический синтез.

Annotatsiya. Ushbu maqolada turli o‘rinbosarlarga ega bo‘lgan aromatik atsetilen spirtlarining $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$ katalitik tizimi ishtirokidagi geterogen-katalitik vinillanish reaksiyalari tadqiq etilgan. O‘rinbosarli propin-2-ollar asosida vinil efirlarini sintez qilish qonuniyatlari tahlil qilindi. Aniqlanishicha, geterogen $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$ katalizatoridan foydalanish maqsadli mahsulotlarning selektivligi va chiqishini 70–90% gacha oshirish imkonini beradi. Olingan vinil efirlari nozik organik sintez va farmatsevtika kimyosi uchun monomerlar hamda oraliq mahsulotlar sifatida katta qiziqish uyg‘otadi.

Kalit so‘zlar: atsetilen spirtlari, vinillanish, $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$ katalizatori, vinil efirlari, geterogen kataliz, organik sintez.

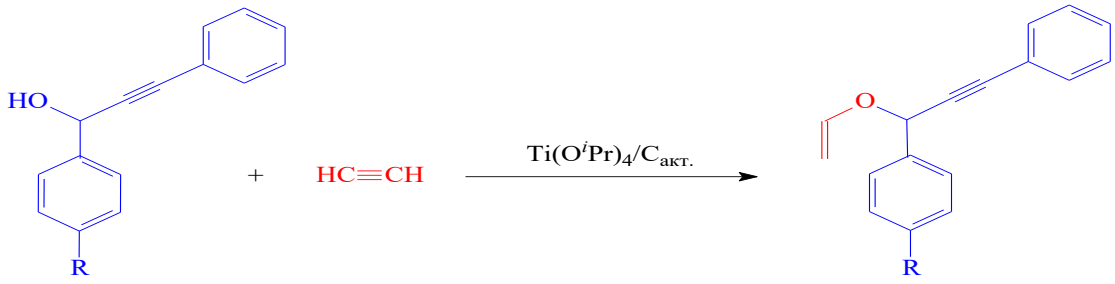
Abstract. This article investigates the reactions of heterogeneous-catalytic vinylation of aromatic acetylenic alcohols with various substituents in the presence of the $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$ catalytic system. The regularities of the synthesis of vinyl ethers based on substituted propyn-2-ols are analyzed. It was established that the use of the heterogeneous $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$ catalyst makes it possible to increase the selectivity and yield of target products up to 70–90%. The obtained vinyl ethers are of significant interest as monomers and intermediates for fine organic synthesis and pharmaceutical chemistry.

Keywords: acetylenic alcohols, vinylation, $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$ catalyst, vinyl ethers, heterogeneous catalysis, organic synthesis.

Введение. Эфиры различного строения занимают важнейшее место в химии природных соединений, углеводов и синтетических материалов. В связи с этим разработка новых, высокоэффективных и селективных методов их синтеза остается одной из наиболее актуальных задач современной органической химии. Особое внимание исследователей привлекают реакции образования связей C–O и C–N, лежащие в основе конструирования сложных биоактивных молекул и фармацевтических препаратов.

Ароматические ацетиленовые спирты и их производные обладают высокой реакционной способностью, что обусловлено наличием подвижного атома водорода в гидроксильной группе, тройной связи и ароматических заместителей различной природы. Реакции винилирования таких спиртов открывают широкие возможности для получения ценных виниловых эфиров, находящих применение в производстве полимерных материалов, поверхностно-активных веществ и биологически активных соединений.

Методы исследования. В настоящей работе экспериментальные исследования проводились с использованием современных методов гетерогенного катализа и органического синтеза. В качестве объектов исследования были выбраны следующие ароматические ацетиленовые спирты: 1-(4-фторфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1, 3-фенил-1-(4-(трифторметил)фенил)пропин-2-ол-1, 1-(4-нитрофенил)-3-фенилпропин-2-ол-1, 1-(2-метоксифенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 и 1-(3-метоксифенил)-3-фенилпропин-2-ол-1. Синтез осуществлялся в гетерогенно-каталитических условиях с применением высокоэффективной каталитической системы $Ti(O^iPr)_4/C_{акт.}$ в присутствии газообразного ацетилена. Процессы протеканиія реакций контролировались методами газожидкостной хроматографии (ГЖХ) и спектроскопии (ИК, ЯМР 1H), что позволяло фиксировать конверсию исходных спиртов и чистоту целевых продуктов.



R = 4-F, 4-F_3, 4-NO_2, 2-OMe, 3-OMe **1 - 5**

Результаты и обсуждение. В ходе проведенных исследований впервые осуществлено винилирование ряда ароматических ацетиленовых спиртов с участием каталитической системы $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$. Установлено, что природа и расположение заместителей в ароматическом кольце исходного ацетиленового спирта существенно влияют на скорость протекания реакции и общий выход целевых продуктов. Электроноакцепторные группы (например, $–CF_3$, $–NO_2$, –F) и электронодонорные группы ($–OCH_3$) по-разному сказываются на электронную плотность реакционного центра.

В результате оптимизации технологических параметров были синтезированы соответствующие виниловые эфиры со следующими выходами: виниловый эфир 1-(4-фторфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 – с выходом 88%, виниловый эфир 3-фенил-1-(4-(трифторметил)фенил)пропин-2-ол-1 – с выходом 90%, виниловый эфир 1-(4-нитрофенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 – с выходом 70%, виниловый эфир 1-(2-метоксифенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 — с выходом 78%, виниловый эфир 1-(3-метоксифенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 – с выходом 81%.

Полученные высокие выходы свидетельствуют об эффективности выбранной гетерогенно-каталитической системы $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$, которая обеспечивает высокую селективность процесса и предотвращает побочные смолообразования.

Заключение. Таким образом, изучены особенности реакций винилирования ароматических ацетиленовых спиртов в присутствии катализатора $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$. Впервые синтезирована серия новых виниловых эфиров с выходами от 70% до 90%. Показано, что гетерогенная каталитическая система $Ti(O^iPr)_4/C_{акт}$. обладает высокой активностью и стабильностью, что открывает перспективы для её практического применения в тонком органическом синтезе.

Литература

1. Suzuki T., Hirama M. // Tetrahedron Lett. – 1990. – Vol. 31. – P. 4747-4750.
2. Suzuki T., Sato O., Hirama M. et al. // Tetrahedron Lett. – 1991. – Vol. 32. – P. 4505-4508.
3. Jiang L., Burke S.D. // Org. Lett. – 2002. – Vol. 4. – P. 3411-3414.
4. Mitsunobu O. // Comprehensive Organic Synthesis. – 1991. – Vol. 6. – P. 22-28.
5. Bohlmann F., Burkhardt H., Zdero C. // Academic Press. – 1973.
6. Kawai H., Kitayama T., Tokunaga E. et al. // Eur. J. Org. Chem. – 2011. – P. 5959-5961.

СИНТЕЗ АЦЕТИЛЕНОВОГО СПИРТА АЛКИНИЛИРОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗАЛЬДЕГИДА В КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$

А.А. Абдураимов, С.Б. Саматов
Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан
e-mail: sanat10011990@mail.ru

Аннотация. В работе исследованы реакции нуклеофильного присоединения производных бензальдегида (2,4-дихлорбензальдегид, 4-трифторметилбензальдегид и 4-третбутилбензальдегид) с фенилацетиленом в каталитической системе $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$. Определены оптимальные технологические параметры процесса: продолжительность реакции 180 минут, температура -10 °C, мольное соотношение реагентов FA: RCHO 3:1. Синтезированы соответствующие ацетиленовые спирты с высокими выходами (74–89%).

Ключевые слова: ацетиленовые спирты, алкинилирование, бензальдегид, каталитическая система $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$, нуклеофильное присоединение.

Annotatsiya. Ishda benzaldegid hosilalari (2,4-dixlorbenzaldegid, 4-triflormetilbenzaldegid va 4-tert-butilbenzaldegid) ning fenilatsetilen bilan $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$ katalitik tizimidagi nukleofil birikish reaksiyalari tadqiq etilgan. Jarayonning optimal texnologik parametrlari aniqlandi: reaksiya davomiyligi 180 daqiqa, harorat, reagentlarning mol nisbati FA: RCHO = 3:1. Yuqori chiqishlarda (74–89\%) tegishli atsetilen spirtlari sintez qilindi.

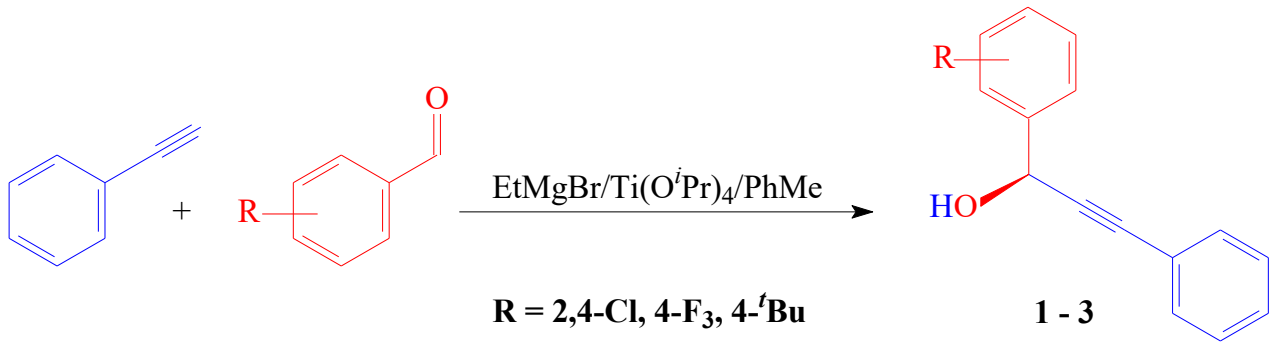
Kalit so‘zlar: atsetilen spirtlari, alkinilash, benzaldegid, $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$ katalitik tizimi, nukleofil birikish.

Abstract. The paper investigates the nucleophilic addition reactions of benzaldehyde derivatives (2,4-dichlorobenzaldehyde, 4-trifluoromethylbenzaldehyde, and 4-tert-butylbenzaldehyde) with phenylacetylene in the $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$ catalytic system. The optimal technological parameters of the process were determined: reaction duration of 180 minutes, temperature of -10, and a molar ratio of reactants FA: RCHO of 3:1. The corresponding acetylenic alcohols were synthesized with high yields (74–89%).

Keywords: acetylenic alcohols, alkynylation, benzaldehyde, $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$ catalytic system, nucleophilic addition.

Введение. Ацетиленовые спирты благодаря своей уникальной химической активности и биологически активным свойствам играют роль важнейших полупродуктов в тонком органическом синтезе. В частности, они служат ключевыми предшественниками при синтезе витамина А, каротиноидов, а также таких ценных соединений, как зеаксантин, кантаксантин и астаксантин, которые играют критическую роль в регуляции физиологических процессов организма человека и животных (зрение, иммунная защита, клеточная дифференцировка). Поиск новых каталитических систем и путей селективного алкинилирования карбонильных соединений является актуальной задачей современной химии ацетилена.

Методы исследования. Для проведения реакций нуклеофильного присоединения были выбраны 2,4-хлорбензальдегид, 4-трифторметилбензальдегид и 4-третбутилбензальдегид в качестве карбонильных компонентов, а также фенилацетилен. Процессы алкинилирования проводились в специально подобранной металлокомплексной каталитической системе EtMgBr/Ti(O^iPr)$_4$ в среде толуола (PhMe). В ходе экспериментов варьировались температура реакции, время выдержки и мольные соотношения исходных компонентов с целью нахождения кинетически оптимальных и безопасных режимов.



R = 2,4-Cl, 4-F_3, 4-^{t}Bu **1 - 3**

Результаты и обсуждение. На основе проведенных многофакторных экспериментов были определены оптимальные параметры протекания реакций алкинилирования производных бензальдегида: продолжительность процесса 180 минут, температурный режим -10 °C, оптимальное мольное соотношение фенилацетилена и альдегида (FA: RCHO) 3:1.

В найденных оптимальных условиях были успешно синтезированы следующие новые ацетиленовые спирты: 1-(2,4-дихлорфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 – с выходом 80%, 3-фенил-1-[4-(трифторметил)фенил]пропин-2-ол-1 – с выходом 74%, 3. 1-(4-третбутилфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 – с выходом 89%.

Высокие значения выходов целевых продуктов подтверждают высокую эффективность и синергетический эффект каталитической системы EtMgBr/Ti(O^iPr)$_4$/PhMe.

Заключение. Таким образом, изучены закономерности реакции алкинилирования производных бензальдегида фенилацетиленом в присутствии каталитической системы EtMgBr/Ti(O^iPr)$_4$/PhMe. Установлены оптимальные параметры реакции, обеспечивающие максимальный выход целевых ацетиленовых спиртов до 89%. Синтезированные соединения открывают широкие возможности для дальнейшего получения ценных биологически активных веществ и каротиноидов.

Литература

1. Werne B., Thomas N., Patent WO2012175398, 2012.
2. Preedy V.R. Chemistry, Analysis, Function and Effects, RSC Publishing: Cambridge, 2012.
3. Eggersdorfer M., Laudert D., Létinois U. et al. // Angew. Chem. Int. Ed. 2012, 51, 12960.
4. Rosenberger M., McDougal P., Bahr J. // J. Org. Chem. 1982, 47, 2130.
5. Hansgeorg E., Walter D., US Patent 5455362, 1995.

СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ НЕКОТОРЫХ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СПИРТОВ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ

А.А. Абдураимов, С.Б. Саматов
Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан, e-mail: sanat10011990@mail.ru

Аннотация. В статье изучены реакции этерификации замещенных ацетиленовых спиртов карбоновыми кислотами в присутствии концентрированной серной кислоты в бензольном растворе. Впервые синтезированы сложные эфиры 1-(2-хлорфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1, 1-(3-хлорфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 и 1-(3-метоксифенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 с бензойной и капроновой кислотами с выходами 70–86%. Полученные соединения представляют интерес в качестве фармакологически активных веществ.

Ключевые слова: ацетиленовые спирты, этерификация, сложные эфиры, бензойная кислота, капроновая кислота, биологическая активность.

Annotatsiya. Maqolada o‘rinbosarga ega bo‘lgan atsetilen spirtlarining benzolli eritmada konsentrlangan sulfat kislota ishtirokidagi esterlanish (efir hosil qilish) reaksiyalari o‘rganilgan. 1-(2-xlorfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1, 1-(3-xlorfenil)-3-fenilpropin-2-ol-1 va 1-(3-metoksifenil)-3-fenilpropin-2-ol-1 ning benzoy va kapron kislotalari bilan murakkab efirlari ilk bor 70–86% chiqishlar bilan sintez qilindi. Olingan birikmalar farmakologik faol moddalar sifatida qiziqish uyg‘otadi.

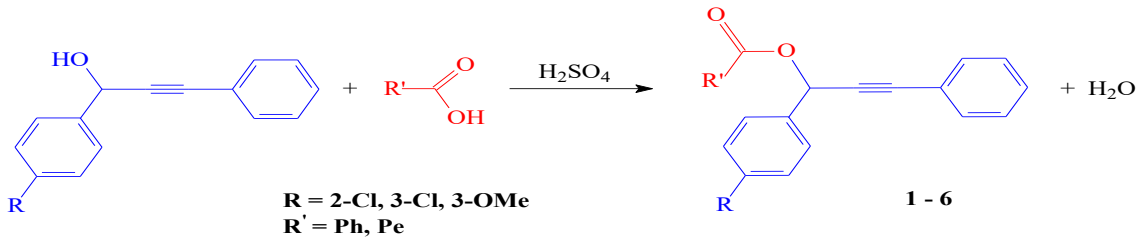
Kalit so‘zlar: atsetilen spirtlari, esterlanish, murakkab efirlar, benzoy kislotasi, kapron kislotasi, biologik faollik.

Abstract. The article studies the esterification reactions of substituted acetylenic alcohols with carboxylic acids in the presence of concentrated sulfuric acid in a benzene solution. Complex esters of 1-(2-chlorophenyl)-3-phenylpropyn-2-ol-1, 1-(3-chlorophenyl)-3-phenylpropyn-2-ol-1, and 1-(3-methoxyphenyl)-3-phenylpropyn-2-ol-1 with benzoic and caproic acids were synthesized for the first time with yields of 70–86%. The obtained compounds are of interest as pharmacologically active substances.

Keywords: acetylenic alcohols, esterification, complex esters (esters), benzoic acid, caproic acid, biological activity.

Введение. Наличие заместителей различной природы и подвижного атома водорода в гидроксильной группе молекул ацетиленовых спиртов обуславливает их высокую реакционную способность в реакциях сопряжения и этерификации. Производные ацетиленовых спиртов служат важнейшими структурными блоками для синтеза разнообразных природных соединений и биологически активных веществ. Многочисленные литературные данные показывают, что препараты на их основе находят широкое применение в создании лекарственных средств нового поколения, включая противовирусные препараты и средства против нейродегенеративных заболеваний (болезнь Альцгеймера, болезнь Хантингтона, инфаркт миокарда). Разработка новых методов синтеза сложных эфиров ацетиленовых спиртов является крайне актуальной задачей.

Методы исследования. В настоящей работе исследованы реакции этерификации ароматических ацетиленовых спиртов, синтезированных предварительно в различных каталитических системах, с карбоновыми кислотами различной природы (бензойной и капроновой). В качестве исходных субстратов использованы 1-(2-хлорфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1, 1-(3-хлорфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 и 1-(3-метоксифенил)-3-фенилпропин-2-ол-1. Синтез проводился в среде бензола в присутствии каталитического количества концентрированной H_2SO_4 при кипячении реакционной смеси с водоотделителем (насадка Дина-Старка).



Результаты и обсуждение. В результате проведенных экспериментов впервые осуществлен синтез сложных эфиров выбранных ацетиленовых спиртов с карбоновыми кислотами. Установлено, что кислотный катализ эффективно ускоряет процесс этерификации при мягких условиях. Выходы синтезированных сложных эфиров составили: сложный эфир на основе 1-(2-хлорфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 с бензойной кислотой – 77%, сложный эфир с капроновой кислотой – 70%, сложный эфир на основе 1-(3-хлорфенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 – 86%, сложный эфир с капроновой кислотой – 72%, сложный эфир на основе 1-(3-метоксифенил)-3-фенилпропин-2-ол-1 – 74%, сложный эфир с капроновой кислотой – 81%.

Строение и чистота полученных новых сложных эфиров доказаны методами физико-химического анализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучены закономерности реакции этерификации ароматических ацетиленовых спиртов бензойной и капроновой кислотами. Впервые синтезирована серия сложных эфиров с выходами от 70% до 86%. Показана перспективность полученных соединений для целенаправленного синтеза биологически активных веществ и лекарственных препаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boytemirov O.E., Ziyadullaev O.E., Abdurakhmanova S.S. et al. // VI North Caucasus organic chemistry symposium. – 2022. – P. 154.

2. Ryabukhin D.S., Vasilyev A.V. // Russ. Chem. Rev. – 2016. – Vol. 85. – P. 637-665.

3. Yang Q., Zhou L.H., Wu W.X. et al. // RSC Adv. – 2015. – Vol. 5. – P. 78927.

4. Moreau J., Hubert C., Batany J. et al. // J. Org. Chem. – 2009. – Vol. 74. – P. 8963.

5. Garcia A., Borchardt D., Chang A., Marsella M.J. // J. Am. Chem. Soc. – 2009. – Vol. 131. – P. 16640.

YUQORI SULFURLI GAZKONDENSAT MAZUTINI CHUQUR QAYTA ISHLASH VA SEROVODOROD MIQDORINI KAMAYTIRISHNING INTEGRATSIYALASHGAN TEXNOLOGIK YONDASHUVI

Abdullayev Otabek Xusenovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada yuqori oltingugurtli gazkondensatni atmosfera haydashidan hosil bo‘ladigan mazutni chuqur qayta ishlash va uning tarkibidagi serovodorod hamda boshqa oltingugurtli komponentlar bilan bog‘liq muammolarni birgalikda hal etishga qaratilgan texnologik yondashuv ishlab chiqilgan. Tadqiqotning maqsadi qoldiq oqimning qayta ishlash chuqurligini oshirish bilan bir vaqtda olinadigan mahsulotlarning ekologik, ekspluatatsion va sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilashga imkon beradigan texnologik ketma-ketlikni shakllantirishdan iborat. Ishda gazkondensat mazutining tarkibi va xossalari, vakuumli fraksiyalash, termik parchalanish, gidrovishbreking, katalitik gidrovishbreking, vakuum gazoylini gidroobesserlash hamda serovodorodni fizik va kimyoviy usullar bilan chiqarish jarayonlari umumlashtirildi. Texnologik yondashuvda avval og‘ir xomashyoni fraksiyalarga ajratish, keyin maqsadli oqimlarni gidrotozalash va serovodoroddan xalos qilish, og‘ir qismni esa termik yoki gidrogenizatsion konversiyaga yo‘naltirish taklif etiladi. Bunday integratsiya yuqori qaynaydigan oltingugurtli mahsulotlar miqdorini kamaytirish, suyuq distillyatlarni ko‘paytirish, qoldiqning kokslanish va qovushqoqlik

xususiyatlarini boshqarish hamda saqlash va tashish jarayonlarida xavfsizlikni oshirish imkonini beradi. Natijada chuqur qayta ishlash va mahsulotni oltingugurtdan tozalash vazifalarini yagona texnologik tizimda uyg‘unlashtirish maqsadga muvofiq ekanligi asoslandi.

Kalit so‘zlar: gazkondensat, mazut, og‘ir qoldiq, chuqur qayta ishlash, vakuumli haydash, gidrovishbreking, gidroobesserlash, serovodorod, oltingugurt, gidrotozalash, desorbsiya, neytrallash, gazoyl, ekologik xavfsizlik.

Аннотация. В статье сформирован интегрированный технологический подход к глубокой переработке мазута, образующегося при атмосферной перегонке высокосернистого газового конденсата, с одновременным снижением содержания сероводорода и других нежелательных сернистых компонентов. Цель исследования заключается в выборе последовательности процессов, позволяющей повысить глубину переработки остаточного сырья и одновременно улучшить качество, экологические характеристики и безопасность получаемых продуктов. Обобщены свойства газоконденсатного мазута, возможности вакуумного фракционирования, термической деструкции, гидровисбрекинга, каталитического гидровисбрекинга, гидрообессеривания вакуумного газойля, а также физические и химические способы удаления сероводорода. Предлагаемый подход предусматривает предварительное разделение тяжелого сырья, последующее облагораживание целевых фракций и направление тяжелой части на термическую или гидрогенизационную конверсию. Такая интеграция способствует сокращению количества высококипящих сернистых потоков, увеличению выхода дистиллятных продуктов, контролю коксообразования и вязкости остатка, а также повышению безопасности хранения и транспортирования топлива. Показано, что задачи углубления переработки и удаления сероводорода целесообразно рассматривать как взаимосвязанные стадии единой технологической системы. Особое значение имеет удаление сероводорода после термических процессов, поскольку термолиз сернистых соединений может приводить к его повторному образованию.

Ключевые слова: газовый конденсат, мазут, тяжелый остаток, глубокая переработка, вакуумная перегонка, гидровисбрекинг, гидрообессеривание, сероводород, сера, гидроочистка, десорбция, нейтрализация, газойль, экологическая безопасность.

Abstract. The paper develops an integrated technological approach to the deep processing of fuel oil obtained from atmospheric distillation of high-sulfur gas condensate, with simultaneous reduction of hydrogen sulfide and other undesirable sulfur-containing components. The aim is to establish a process sequence that increases the depth of residue conversion while improving the quality, environmental performance and operational safety of the products. The properties of gas-condensate fuel oil, vacuum fractionation, thermal destruction, hydrovisbreaking, catalytic hydrovisbreaking, vacuum gas oil hydrodesulfurization, and physical and chemical methods for hydrogen sulfide removal are considered as interconnected operations. The proposed approach includes preliminary fractionation of the heavy feed, hydrotreating and hydrogen sulfide removal from target streams, and thermal or hydrogen-assisted conversion of the heavy fraction. This integration can reduce the amount of high-boiling sulfur-rich streams, increase distillate yields, control coke formation and residue viscosity, and improve the safety of fuel storage and transportation. The results indicate that deep conversion and hydrogen sulfide removal should be incorporated into one technological system rather than treated as isolated operations. Particular attention is required after thermal processing because thermolysis of unstable sulfur compounds may cause secondary hydrogen sulfide formation. The proposed sequence creates conditions for more efficient utilization of heavy gas-condensate residues and production of marketable low-sulfur fuel and hydrocarbon fractions.

Keywords: gas condensate, fuel oil, heavy residue, deep processing, vacuum distillation, hydrovisbreaking, hydrodesulfurization, hydrogen sulfide, sulfur, hydrotreating, desorption, neutralization, gas oil, environmental safety.

Kirish. Gazkondensatni qayta ishlashda atmosfera haydashining yuqori qaynaydigan qoldig‘i alohida texnologik muammo sifatida namoyon bo‘ladi. Yuqori oltingugurtli gazkondensatdan olinadigan mazut tarkibida parafino-naftenli va aromatik uglevodorodlar bilan bir

qatorda smola-asfalten komponentlari hamda oltingugurtli birikmalar mavjud. Tadqiqot manbasida Astrakhan gazkondensatini atmosfera haydashida yiliga yuz minglab tonna, qaynash harorati taxminan 320–350 °C dan yuqori bo‘lgan mazut hosil bo‘lishi qayd etilgan. Bunday qoldiqning yuqori oltingugurtliligi uni oddiy yoqilg‘i sifatida ishlatishda ham, chuqur qayta ishlashda ham qo‘shimcha tayyorlash bosqichlarini talab qiladi.

Gazkondensat mazutining muhim xususiyatlaridan biri uning yuqori parafinlilik va aromatiklik bilan birga nisbatan kam smola-asfalten saqlashidir. Ko‘rib chiqilgan xomashyo namunasida parafino-naftenli uglevodorodlar 38,1 %, monoaromatiklar 20,0 %, biaromatiklar 15,0 %, poliaromatiklar 2,5 %, turli smolalar 22,4 % va asfaltenlar 2,0 % atrofida bo‘lgan. Mazutning umumiy oltingugurt miqdori esa 2,8 % darajasida qayd etilgan. Ushbu ko‘rsatkichlar qoldiqni chuqur qayta ishlashda oltingugurtni kamaytirish va maqsadli distillyatlarni sifatli tayyorlash masalasini birinchi o‘ringa olib chiqadi.

Yuqori oltingugurtli qoldiqlar bilan bog‘liq ikkinchi muhim masala serovodorodning mavjudligidir. Serovodorod nafaqat mahsulot sifatiga, balki saqlash, tashish va texnologik qurilmalarni ekspluatatsiya qilish xavfsizligiga ham ta’sir qiladi. Atmosfera haydash vaqtida ayrim oltingugurtli birikmalarning termik parchalanishi natijasida hosil bo‘lgan serovodorodning bir qismi qoldiq fazada qolishi mumkin. Bundan tashqari, ishqoriy neytrallash jarayonlarida hosil bo‘ladigan sulfid va gidrosulfidlar keyinchalik gidroliz yoki qizdirish natijasida yana serovodorod hosil qilishi ehtimolini yuzaga keltiradi.

Shu sababli og‘ir gazkondensat qoldig‘ini qayta ishlashni faqat konversiya darajasini oshirish bilan cheklash yetarli emas. Chuqur qayta ishlash natijasida olinadigan benzin, dizel va vakuum gazoyli fraksiyalarini gidrotozalash, og‘ir qoldiqdagi serovodorodni chiqarish va termik jarayonlardan keyin ikkilamchi serovodorod hosil bo‘lishining oldini olish yagona texnologik tizimning tarkibiy qismlari sifatida qaralishi kerak.

Maqolaning maqsadi yuqori oltingugurtli gazkondensat mazutini chuqur qayta ishlash, distillyat mahsulotlarini ko‘paytirish va serovodorod bilan bog‘liq xavflarni kamaytirishga yo‘naltirilgan integratsiyalashgan texnologik ketma-ketlikni ishlab chiqishdan iborat.

Materiallar va usullar. Tadqiqot uchun gazkondensat mazutini chuqur qayta ishlashga va qoldiq yoqilg‘ilarda serovodorodni kamaytirishga bag‘ishlangan ikki ilmiy manbada keltirilgan tajriba, texnologik va ekspluatatsion ma’lumotlar asos qilib olindi. Mazkur ma’lumotlar alohida maqolalarni o‘zaro baholash uchun emas, balki og‘ir qoldiqni qayta ishlash va oltingugurtli komponentlarni boshqarishning yagona texnologik tizimini shakllantirish uchun umumlashtirildi.

Xomashyoning asosiy ko‘rsatkichlari sifatida zichlik, qovushqoqlik, qotish harorati, umumiy oltingugurt, serovodorod, smola-asfalten moddalar, koks hosil bo‘lishga moyillik va fraksion tarkib qabul qilindi. Texnologik jarayonlarni tanlashda vakuumli haydash bosimi va harorati, termik konversiya harorati, bosimi, vodorod yoki vodorod saqlovchi gaz sarfi, xomashyoning hajmiy uzatish tezligi, gidrotozalash sharoitlari hamda serovodorodni chiqarish uchun desorbsiya yoki neytrallash rejimlari hisobga olindi.

Jarayon samaradorligi quyidagi mezonlar bo‘yicha baholandi: qayta ishlash chuqurligining ortishi, distillyat mahsulotlari chiqishining ko‘payishi, umumiy oltingugurtning kamayishi, serovodorod miqdorining pasayishi, qoldiq kokslanishining nazorat qilinishi, katalizatorning barqaror ishlashi va tayyor mahsulotning saqlash hamda tashish xavfsizligi. Shu mezonlar asosida vakuumli fraksiyalash, termik-gidrogenizatsion konversiya va serovodorodni fizik yoki kimyoviy usulda chiqarish bosqichlari birlashtirildi.

Natijalar va muhokama. Xomashyoni dastlabki tayyorlash. Yuqori oltingugurtli gazkondensat mazutini to‘g‘ridan-to‘g‘ri yuqori intensivlikdagi katalitik jarayonga yuborish texnologik jihatdan maqsadga muvofiq emas. Qoldiqning og‘ir va yuqori qaynaydigan qismi avval vakuumli haydash yordamida gazoyl va gudron oqimlariga ajratilganda keyingi jarayonlarning yuklamasi kamayadi. Ko‘rib chiqilgan texnologik sxemalarda vakuumli ajratish natijasida taxminan 300 ming t/yil vakuum gazoyli va 99 ming t/yil atrofida gudron olish mumkin bo‘lgan holat keltirilgan. Vakuum gazoylining oltingugurt miqdori taxminan 3 % bo‘lgani uchun uni keyingi gidroobesserlash bosqichiga yo‘naltirish zarur.

Termik konversiya. Mazutni visbreking qilish qoldiqning bir qismini distillyat fraksiyalariga aylantirish imkonini beradi. Manba ma’lumotlariga ko‘ra, 430–490 °C harorat va 1,0–5,0 MPa bosim oralig‘idagi rejimlarda mazutdan qo‘shimcha 20–25 % gacha distillyat fraksiyalari olish mumkin. Biroq termik parchalanish natijasida olinadigan distillyatlarda oltingugurt va to‘yinmagan uglevodorodlar miqdori yuqori bo‘lishi mumkin. Shuning uchun visbrekingni alohida yakuniy jarayon sifatida emas, balki undan keyingi gidrotozalash bilan bog‘langan bosqich sifatida tashkil etish lozim.

Vodorod ishtirokidagi visbreking termik parchalanish mahsulotlarining sifatini yaxshilash uchun qo‘shimcha imkoniyat beradi. Laboratoriya tajribalarida 460 °C va 4,0 MPa sharoitida vodorod saqlovchi gaz bilan ishlov berish distillyatlarning to‘yinmagan uglevodorodlari va koks chiqishi bo‘yicha ma’lum yaxshilanish bergan, biroq qoldiqdagi oltingugurt miqdori yuqori darajada saqlangan. Bu holat gazkondensat mazutining ayrim metallorganik komponentlarga kambag‘alligi sababli gidrogenoliz reaksiyalarining yetarlicha faol kechmasligi bilan bog‘langan. Demak, vodorodning o‘zi og‘ir gazkondensat qoldig‘ini to‘liq oltingugurtdan tozalash uchun yetarli emas; katalitik gidrotozalash yoki alohida gidroobesserlash bosqichi talab etiladi.

Katalitik gidrovishbreking. Faol katalizator ishtirokida olib borilgan tajribada 390 °C, 3,0 MPa, xomashyoning hajmiy uzatish tezligi 0,56 soat−1 va vodorod sarfi 246 nm^3/m^3 atrofidagi sharoitda qoldiqdagi oltingugurt miqdori 0,8 % gacha kamaygan. Shu bilan birga, benzin va dizel fraksiyalarining sifat ko‘rsatkichlari ham yaxshilangan. Ushbu natija og‘ir qoldiq uchun termik konversiya va katalitik gidrogenizatsiyani birgalikda qo‘llash imkoniyatini ko‘rsatadi. Bunda katalizatorning metall, azot va smola-asfalten komponentlari bilan zaharlanishini cheklash uchun xomashyoni oldindan fraksiyalash va zarur hollarda gidrotozalash muhim ahamiyatga ega.

Vakuum gazoylini chuqur qayta ishlash. Mazutni vakuumli haydashdan olingan gazoylni alohida gidroobesserlash chuqur qayta ishlash sxemasining muhim elementi hisoblanadi. 450 ming tonna mazutni qayta ishlashga asoslangan sxemada taxminan 300 ming tonna vakuum gazoyli hosil bo‘lishi va uning oltingugurt miqdori 3 % atrofida bo‘lishi ko‘rsatilgan. Mazkur oqimni gidroobesserlashdan keyin past oltingugurtli kema yoqilg‘isi yoki boshqa talab yuqori bo‘lgan mahsulot komponentlariga aylantirish mumkin. Shu bilan birga, gudronning alohida visbreking yoki boshqa konversiya jarayoniga yuborilishi kokslanishni kamaytirish va qayta ishlash chuqurligini oshirishga yordam beradi.

Serovodorodning hosil bo‘lishi va xavfi. Og‘ir yoqilg‘ida serovodorodning bo‘lishi uning umumiy oltingugurt miqdoridan alohida nazorat qilinishi kerak. Qizdirish vaqtida ayrim beqaror oltingugurtli birikmalar parchalanib, serovodorod hosil qilishi mumkin. Shu sababli termik jarayondan chiqqan mahsulot tarkibida serovodorodning ikkilamchi paydo bo‘lish ehtimoli mavjud. Mazut tarkibidagi oz miqdordagi serovodorod ham saqlash va tashish paytida gaz fazasida ancha yuqori konsentratsiyaga olib kelishi mumkin. Bu korroziya, zaharlanish va portlash xavfini oshiradi. Shuning uchun chuqur qayta ishlash sxemasida serovodorodni chiqarish alohida xavfsizlik bosqichi sifatida ko‘rilishi kerak.

Fizik chiqarish usullari. Serovodorod va yengil merkaptanlarni mazutdan chiqarishning fizik usullariga inert gaz yoki uglevodorod bug‘lari bilan puflash, shuningdek, desorbsiya kiradi. Qarshi oqimda gaz bilan kontaktlashtirishda serovodorod suyuq fazadan gaz fazasiga o‘tadi va yuqoridan chiqariladi. Bunday usul mahsulotning asosiy uglevodorod tarkibiga kuchli kimyoviy ta’sir ko‘rsatmaydi. Ayrim texnologiyalarda azot, vodorod yoki birlamchi haydash gazlari ishlatiladi; jarayon bosimi taxminan 0,1–0,3 MPa va harorat 80 °C dan yuqori, biroq oltingugurtli komponentlarning faol termik parchalanish haroratidan past qilib tanlanishi mumkin.

Vakuumli desorbsiya. Og‘ir qoldiqdan serovodorodni chiqarishda mazutni dastlab sovitib, so‘ngra past bosimli desorberga yuborish samarali texnologik yechim sifatida qaraladi. Manba ma’lumotlarida desorber bosimi 7,8–25,5 kPa oralig‘ida bo‘lib, o‘rtacha qaynaydigan uglevodorodlarning bug‘ fazasi desorbsiya agenti sifatida ishlatilishi mumkinligi ko‘rsatilgan. Mazkur yondashuvda qimmat kimyoviy reagentlardan foydalanmasdan serovodorodni chiqarish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish imkoniyati mavjud.

Kimyoviy neytrallash. Serovodorodni tez kamaytirish uchun turli kimyoviy yutuvchilar va oksidlovchi reagentlardan foydalanish mumkin. Formaldegid, aminlar, triazin hosilalari va boshqa reagentlar serovodorod bilan reaksiyaga kirishadi. Biroq kimyoviy usulda umumiy oltingugurt miqdori kamaymasligi, reaksiya mahsulotlari yoqilg‘i tarkibida qolishi, suvda eruvchan kislota va ishqorlar yoki mexanik aralashmalar miqdori ortishi mumkin. Ayrim metall tuzlari asosidagi oksidlovchilar serovodorodni uchuvchan bo‘lmagan shaklga o‘tkazsa-da, hosil bo‘lgan cho‘kindi issiqlik almashinish yuzalarida va rezervuarlarda to‘planishi mumkin. Shuning uchun reagent tanlashda nafaqat neytrallash tezligi, balki sarf, narx, xavfsizlik va tayyor mahsulotga ta’siri ham hisobga olinishi kerak.

Termik jarayondan keyingi serovodorod nazorati. Chuqur qayta ishlashning termik bosqichlarida qoldiqdagi oltingugurtli birikmalarning parchalanishi natijasida ikkilamchi serovodorod hosil bo‘lishi mumkin. Shu sababli mahsulotni termik konversiyadan keyin bevosita saqlashga yuborishdan oldin gaz fazasini ajratish yoki desorbsiya qilish zarur. Bu bosqichda fizik desorbsiya afzal bo‘lishi mumkin, chunki u mahsulotning umumiy oltingugurt tarkibini oshirmaydi va qo‘shimcha kimyoviy birikmalar kiritmaydi. Zarur hollarda esa qoldiq serovodorodni kimyoviy yutuvchi bilan yakuniy neytrallash orqali talab etilgan darajaga tushirish mumkin.

Integratsiyalashgan texnologik sxema. Yuqoridagi jarayonlarning funksional bog‘lanishi quyidagi ketma-ketlikda ifodalanadi: yuqori oltingugurtli gazkondensat mazuti → vakuumli fraksiyalash → vakuum gazoyli va gudronni alohida qayta ishlash → vakuum gazoylini gidroobesserlash → gudronni visbreking yoki katalitik gidrovishbreking qilish → hosil bo‘lgan distillyatlarni gidrotozalash → termik jarayonlardan keyingi serovodorodni desorbsiya qilish → zarur hollarda kimyoviy neytrallash → tayyor yoqilg‘i va uglevodorod mahsulotlari. Bunday sxemada yuqori oltingugurtli oqimlarni bir joyga jamlamasdan, har bir fraksiyaning xususiyatiga mos texnologik ishlov berish amalga oshiriladi.

Texnologik samaradorlikni oshirish uchun vakuumli haydash va gidrotozalash bloklari o‘rtasidagi issiqlik almashinuvi, vodorod saqlovchi gazni qayta aylantirish va serovodorodli gaz oqimini markazlashgan holda utilizatsiya qilish muhimdir. Vodorodli jarayonlarda gazning qayta aylantirilishi yangi vodorod sarfini kamaytirishga xizmat qilishi mumkin. Desorbsiya natijasida ajralgan serovodorodli gaz esa ochiq muhitga chiqarilmasdan tegishli gazni tozalash va oltingugurtni qayta olish tizimiga yuborilishi kerak.

Qayta ishlash chuqurligi va mahsulot sifati o‘rtasidagi muvozanat. Og‘ir qoldiqni maksimal parchalanishga majburlash har doim ham iqtisodiy va texnologik jihatdan eng yaxshi natijani bermaydi. Termik konversiyaning kuchayishi gaz va koks hosil bo‘lishini oshirishi, distillyatlarning qo‘shimcha gidrotozalashga bo‘lgan ehtiyojini kuchaytirishi mumkin. Shu sababli texnologik rejim maqsadli distillyat chiqishini, qoldiqning barqarorligini va oltingugurtni chiqarish xarajatlarini birgalikda hisobga olgan holda tanlanishi kerak. Ko‘rib chiqilgan texnologik yechimlarda qayta ishlash chuqurligini 97 % va undan yuqori darajaga yetkazish imkoniyatlari mavjudligi ko‘rsatilgan, biroq bunday natijaga erishishda gazoylni gidroobesserlash va hosil bo‘lgan distillyatlarni gidrotozalash muhim rol o‘ynaydi.

Ekologik va sanoat xavfsizligi. Integratsiyalashgan yondashuv nafaqat mahsulot miqdorini oshirish, balki xavfli oltingugurtli komponentlarni boshqarish imkonini ham beradi. Serovodorodni rezervuar, quvur va temiryo‘l sisternalarida to‘planishiga yo‘l qo‘ymaslik xodimlar xavfsizligi uchun muhim. Termik jarayonlardan keyingi desorbsiya va gazlarni yopiq tizimda qayta ishlash atmosferaga chiqariladigan zararli komponentlarni kamaytiradi. Kimyoviy neytrallash tanlanganda esa reagentning xavflilik darajasi, reaksiya mahsulotlarining cho‘kma hosil qilishi va tayyor yoqilg‘ining boshqa sifat ko‘rsatkichlariga ta’siri oldindan baholanishi kerak.

Xulosa. Yuqori oltingugurtli gazkondensat mazutini chuqur qayta ishlash va serovodorod miqdorini kamaytirish masalalarini yagona texnologik tizim doirasida hal etish maqsadga muvofiqdir. Vakuumli fraksiyalash orqali mazutni gazoyl va gudron oqimlariga ajratish, ularning har biriga tarkib va xossalariga mos konversiya hamda gidrotozalash jarayonlarini qo‘llash qayta ishlash chuqurligini oshirish imkonini beradi.

Termik visbreking distillyat chiqishini ko‘paytirishi mumkin, biroq uning mahsulotlari oltingugurtli va to‘yinmagan komponentlarga boy bo‘lishi sababli keyingi gidrotozalashni talab qiladi. Vodorod ishtirokidagi termik konversiya mahsulot sifatini yaxshilashi mumkin, ammo gazkondensat mazutida ayrim katalitik faol metallorganik komponentlarning kamligi sababli to‘liq gidroobesserlash uchun katalitik bosqich zarur. Faol katalizator ishtirokidagi gidrovishbreking esa qoldiqdagi oltingugurt miqdorini sezilarli kamaytirish va sifatli distillyat olish imkoniyatini beradi.

Serovodorodni boshqarishda fizik desorbsiya va inert yoki uglevodorod gazi bilan puflash mahsulotning uglevodorod tarkibiga kamroq ta’sir qiluvchi usullar sifatida muhimdir. Kimyoviy neytrallash esa tezkor yakuniy tozalash uchun qo‘llanishi mumkin, biroq reagent sarfi, narxi, xavfsizligi va reaksiya mahsulotlarining yoqilg‘i sifatiga ta’siri hisobga olinishi kerak. Ayniqsa, termik qayta ishlashdan keyin ikkilamchi serovodorod hosil bo‘lishi ehtimoli sababli tayyor mahsulotni saqlashdan oldin serovodorod nazoratini tashkil etish zarur.

Shunday qilib, taklif etilgan texnologik yondashuvning asosiy mazmuni og‘ir gazkondensat qoldig‘ini bosqichma-bosqich fraksiyalash, maqsadli oqimlarni gidroobesserlash va gidrotozalash, og‘ir qismini termik yoki katalitik-gidrogenizatsion konversiyaga yo‘naltirish hamda barcha termik bosqichlardan keyin serovodorodni yopiq tizimda chiqarishdan iborat. Mazkur ketma-ketlik qayta ishlash chuqurligini oshirish, yuqori qiymatli suyuq mahsulotlar chiqishini ko‘paytirish, oltingugurtli yuqori qaynaydigan oqimlarni kamaytirish va sanoat xavfsizligini yaxshilash uchun ilmiy-texnologik asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tarakanov G. V., Nurakhmedova A. F., Popadin N. V. O vybore ratsionalnoy tekhnologii glubokoy pererabotki sernistogo gazokondensatnogo mazuta. Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. № 1 (49). S. 37–42.

2. Popadin N. V., Nurakhmedova A. F., Prokhorov E. M., Tarakanov G. V. Nekotorye aspekty neytralizatsii serovodoroda v ostatochnykh uglevodorodnykh toplivakh. Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2014. № 2 (58). S. 31–41.

3. Akhmetov S. A., Serikov T. P., Kuzeev I. R., Bayazitov M. I. Tekhnologiya i oborudovanie protsessov pererabotki nefti i gaza. Sankt-Peterburg: Nedra, 2006. 868 s.

4. Manapov E. M., Ishkildin A. F., Akhmetov A. F. Gidrovishbreking neftyanykh ostatkov. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. 1997. № 5. S. 9–10.

5. Nurakhmedova A. F. Razrabotka tekhnologii glubokoy pererabotki gazokondensatnykh ostatkov. Avtoreferat dissertatsii kandidata tekhnicheskikh nauk. Moskva: VNIIGAZ, 2002. 23 s.

6. Abdulnazarova M. A., Chelnokova T. S. Unit cleaning oil from hydrogen sulfide. Patent RF № 141374, 2014.

7. Kniazkov A. L., Nikitin A. A., Lagutenko N. M., Karasev E. N. va boshqalar. Sposob ochistki ot serovodoroda mazuta i neftyanykh fraktsiy – komponentov mazuta. Patent RF № 2417248, 2011.

8. Morozov V. A., Rozenberg L. S., Stepannikov S. V. va boshqalar. Sposob udaleniya vtorichnogo serovodoroda, obrazuyushchegosya v tyazhelykh nefteproduktakh pri ikh proizvodstve. Patent RF № 2451713, 2012.

QIYA VA GORIZONTAL QUDUQLARNI BURG‘ILASHDA BURG‘ILASH REJIMIGA ERITMALARNING XOSSALARINI TA’SIR ETISH HOLATI

Kurbanov Aziz Teshavoyevich
Dotsent, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Gorizontal va tik quduqlarni burg‘ilash jarayonini samarali olib borishda burg‘ilash eritmalarining tarkibini qatlamning joylashuv xususiyatiga asoslangan holda tanlanganda quduqni optimal burg‘ilashni ko‘rsatgichi oshadi. **Kalitli so‘zlar:** Gidravlik programallashtirish, reagentlar, kimyoviy usullar, reologik xossalarini, momentlar.

Аннотация. При эффективном проведении процесса бурения горизонтальных и вертикальных скважин показательоптимального бурения скважины увеличивается при выборе состава буровых растворов исходя из характера расположения пласта.

Ключевые слова: Гидравлическое Программирование, реагенты, химические методы, реологические свойства, моменты.

Abstract. When the drilling process for horizontal and vertical wells is carried out efficiently, the optimal well drilling rateincreases when the composition of drilling fluids is selected based on the nature of the reservoir's location.

Keywords: Hydraulic software complex, reagent, chemical complex, rheological complex, instantaneous.

Gorizontal quduqlarda burg‘ilash rejimini optimal ko‘rsatgichini ta’minlash uchun eritmalarni tanlashda, bir qator omillarni ilmiy texnologik yangiliklar asosida tanlash va uning tarkibiga chuqur ishlov berish talab qilinadi.

Bunday omillarga quyidagilar kiradi:

Gidravlik programallashtirish.

Eritmalarni moylash xossalari.

Reologik xossalarini to‘g‘ri o‘rnatish.

Differensial bosim ta’sirida filtratsiya qobiqlarini qalinligi va qisib qolishlarni paydo bo‘lish xavfini oldini olish choralarini ishlab chiqish.

Burg‘ilash eritmalaridagi qattiq fazolarni tarkibini boshqarish.

Mahsuldor qatlamni ifloslanishiga yo‘l qo‘ymaslik.

Quduq devorini mustahkamligini ta’minlash.

Quyqumlarni olib chiqish ta’minlash.

Gorizontal quduqlar uchun burg‘ilash eritmalarini eng asosli tanlash usullaridan biri, qo‘shni tik yoki gorizontal quduqlarni burg‘ilashda samarali ishlatilgan aralashmalardan foydalanishdir. Bunda gorizontal quduqlar uchun aralashmaning modifikatsiyasi ishlab chiqiladi.

“Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi”ga qarashli Ko‘kdumaloq, Shimoliy O‘rtabuloq, Kruk va Janubiy Kemachi konlarida gorizontal quduqlarni burg‘ilash jarayonini olib borishda qatlam bosimining anomollik xususiyatidan kelib chiqib, burg‘ilash eritmasining modifikatsiyalari to‘g‘ri tanlanganligi sababli bir nechta gorizontal quduqlar samarali tugallangan va ishga tushirilgan. Shimoliy O‘rtabuloq konida №118G quduqni burg‘ilash jarayonida mahsuldor qatlam ochilgandan so‘ng bir necha marta oqimni chaqirish bo‘yicha har xil texnologiyalar qo‘llanilishiga qaramasdan oqim olinmagan. Bunday holat amaliy va ilmiy ma’lumotlar asosida tahlil qilinganda qatlamlar so‘nggi bosqichda ishlatilayotgan davrda tabiiy bosimning pasayib ketishi natijasida qatlamning anomollik xossalarini o‘zgarishi natijasida, depression bosim o‘zgarganda va qatlamdagi tabiiy kollektorlarga burg‘ilash eritmasining filtratlari o‘tirib qoladi hamda ularni berkitib qo‘yadi. Bundan tashqari quduqlarni gorizontal uchastkasidan quyqumlarni yer ustiga chiqishini ta’minlash talab qilinadi. Zenit burchagi $45 \div 60^0$ li quduqning uchastkasidan va stvolining diametri katta bo‘lganda quyqumlarni yer ustiga olib chiqishni ta’minlashda murakkabliklarni kelib chiqqanligi dunyo amaliyotida gorizontal quduqlarni burg‘ilashda sodir bo‘lgan. Bunda quduqlarning har xil oraliqlarida burg‘ilash aralashmalarini turbulent oqim rejimini ta’minlash juda qiyin bo‘lganligi uchun kuchaytirilgan reologik xossaga ega bo‘lgan burg‘ilash aralashmalarini qo‘llash kerak bo‘ladi.

Gorizontal quduqlarni burg‘ilash jarayonida bo‘rovchi momentni va tortuvchi kuchni hisoblash uchun kompyuter programmasidan keng foydalanish mumkin bo‘ladi. Bu programmadan quduqni stvolini quyqumlardan tozalanish darajasi baholash uchun foydalaniladi. Bo‘rovchi moment va o‘qli kuchlarni qarshiligini kamaytirish uchun yaxshi moylovchi xossasiga ega bo‘lgan burg‘ilash eritmalarini qo‘llash hamda bir vaqtda suv beruvchanligini va po‘st paydo bo‘lishni boshqarish kerak bo‘ladi. Quduq stvolidagi quyqumlar yaxshi tozalansa, bo‘rovchi momentni va o‘qli qarshilik kuchini kamaytirishga muvofiq bo‘linadi va optimal burg‘ilash rejimiga erishiladi.

Asboblar ko‘tarilganda burg‘ilash tizmasini aylantirish va uni davriy yuvishdagi qarshilik kuchini kamaytiradi.

Gorizontal quduqlarda mahsuldor qatlamni burg‘ilash davrida mahsuldor qatlamni kollektor xossalarini saqlab qolish uchun burg‘ilash eritmalarini tarkibidagi qattiq fazalarni va tarkibini hamda aralashmaning suv beruvchanligini boshqarish doimo ravishda nazorat qilib boriladi.

Yuqorida keltirilgan omillar o‘zaro bog‘langan bo‘lib, aralashmani sifatiga kompleks yondoshishni talab qiladi. Sifatli burg‘ilash aralashmalarini qo‘llash, quduqni quyqumlardan tozalashni samarali usullaridan foydalanish, jiddiy loyihalashtirish, gorizontal quduqlarni samarali burg‘ilashni ta’minlaydi.

Burg‘ilash eritmalarini reologiyasi uchta eng muhim vazifani bajaradi:

Quduqni stvolini parchalangan tog‘ jinslaridan tozalaydi.

Og‘irlashtirgich qattiq zarrachalarn muallaq holda ushlab turadi.

Burg‘iga gidravlik quvvatni uzatadi.

Yuvuvchi suyuqliklarni reologik xossalari bunday vazifalarni bajarishga ta’sir etadi va burg‘ilashda mexanik tezlikni oshiradi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Булатов А.И. «Технология бурения» Москва, Недра – 2003 г, 1003 ст.

2. Копирайт 1992, 1993. фирми «Сперрй – Сун Дриллинг Сервисэс», 1992.

3. Сучков Б.М. «Повишение производителности молодебитних скважин» Ижевск, Удмурт НИПИ нефть, 1999.

4. Курбанов, А. Т., Самадов, А. Х., & Эшкабилов, О. Х. (2016). БИПЛАНЕТАРНЫЙ МЕХАНИЗМ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БУРИЛНЫХ РАСТВОРОВ И СМЕСЕЙ. In АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, УПРОЧНЕНИЯ И СБОРКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ (pp. 182-185).

5. Курбанов, А. Т. (2023). БОСИМ ТАЪСИРИДА БУРҒИЛАШ АРАЛАШМАСИ ФИЛЬРАТЛАРИНИ ҚАТЛАМГА ФИЛЬТРАЦИЯЛАНИШ ҲОЛАТЛАРИ. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH, 6(1), 413-417.

6. Курбанов, А. Т. (2023). НЕФТ ВА ГАЗ ҚУДУҚЛАРИНИ БУРҒИЛАШДА ЮВУВЧИ СУЮҚЛИКНИНГ РОЛИ. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH, 6(2), 353-356.

7. Буронов, Ф. Э., & Курбанов, А. Т. (2017). Математическая модель процесса перемешивания буровых растворов и смесей. In Новые технологии-нефтегазовому региону (pp. 246-248).

8. Курбанов, А. Т., & Эшкабилов, О. Х. (2016). КОМПОНОВКА НИЗА БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ. In АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, УПРОЧНЕНИЯ И СБОРКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ (pp. 341-344).

9.Буронов, Ф. Э., & Курбонов, А. Т. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ БУРИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ И СМЕСЕЙ. In КОНФЕРЕНЦИЯ-СИМПОЗИУМ (p. 98).

10.Бердиев, Ш. А., Курбанов, А. Т., & Эшкабилов, О. Х. (2016). МОНТАЖ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ. ББК 34.4+ 34.5 А92, 40.

11.Курбанов, А. Т. (2021). НЕФТ КОМПОНЕНТЛАРИ АСОСИДА ФТАЛЛ КИСЛОТА ЭФИРЛАРИНИ СИНТЕЗИ. Интернаука, (19-6), 40-42.

12.Бердиев, Ш. А., Султанов, Н. Н., Курбанов, А. Т., & Буронов, Ф. Э. (2016). Применение автоматического регулятора в скважинах. In автоматизация технологических процессов механической обработки, упрочнения и сборки в машиностроении (pp. 44-46).

13.Абдирахимов, И. Э., Оглы, Т. Ш. К., & Курбанов, А. Т. (2020). ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ПОДОГРЕВА СЕТЕВОЙ ВОДЫ. Science Time, (3 (75)), 55-58.

14. Samadova, M. X., Nurmatov, J. T., Samadov, A. X., Abdiraximov, I. E., Tog'ayev, A. I., & Kurbanov, A. T. (2022). Neft va gaz konlari asoslari.

OG‘IR UGLEVODOROD QOLDIQLARINI CHUQUR QAYTA ISHLASHDA NANOKATALITIK TEXNOLOGIYALARNING IMKONIYATLARI

Abdullayev Otabek Xusenovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston,
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz kondensatini qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan og‘ir uglevodorod qoldiqlarini chuqur qayta ishlashning zamonaviy texnologik yondashuvlari yoritilgan. Og‘ir qoldiqlar tarkibiga atmosfera va vakuum haydash qoldiqlari, og‘ir gazoyllar, parafin-moy ishlab chiqarish qoldiqlari, og‘ir va bitumli neftlar hamda turli termik va termokatalitik jarayonlardan hosil bo‘ladigan yuqori qaynash haroratli mahsulotlar kiradi. Bunday xomashyoni faqat energetik yoqilg‘i sifatida ishlatish o‘rniga motor yoqilg‘ilari va boshqa yuqori qiymatli neft mahsulotlariga aylantirish qayta ishlash chuqurligini oshirish imkonini beradi. Maqolada og‘ir xomashyoni qayta ishlashda to‘g‘ri jarayonlar, kombinatsiyalangan sxemalar, slurry-reaktorlar va suspenziyalangan katalizator qatlamiga asoslangan nanogeterogen kataliz hamda noan’anaviy faollashtirish usullarining texnologik xususiyatlari yagona texnologik tizim sifatida bayon etilgan. Nanokatalizatorlarning katta faol sirt maydoni, og‘ir molekulalarga kirish imkoniyati va reaksiya zonasida in situ shakllanishi gidrokonversiya jarayonlarida muhim afzalliklarni yaratadi. Shuningdek, gidrogenizatsiya sharoitlari, katalizator zarralarining o‘lchami, xomashyo tarkibining jarayon samaradorligiga ta’siri, metallarni chiqarib olish va mahsulotlarni keyingi gidrotozalash, katalitik kreking yoki gidrokrekingga yo‘naltirish masalalari yoritilgan. Taklif etilayotgan texnologik yondashuv og‘ir qoldiqlarni yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlarga aylantirish, motor yoqilg‘ilari chiqishini ko‘paytirish va an’anaviy qayta ishlash jarayonlarining ayrim cheklovlarini kamaytirishga xizmat qilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: og‘ir uglevodorod qoldiqlari, chuqur qayta ishlash, gidrokonversiya, gidrogenizatsiya, nanokatalizator, nanogeterogen kataliz, slurry-reaktor, katalitik kreking, gidrokreking, vakuum haydash, neftni qayta ishlash.

Аннотация. В статье рассматриваются современные технологические подходы к глубокой переработке тяжелых углеводородных остатков, образующихся при переработке нефти и газового конденсата. К таким тяжелым остаткам относятся кубовые продукты атмосферной и вакуумной перегонки, тяжелые газойли, остатки производства парафиновых масел, тяжелые и битуминозные нефти, а также высококипящие продукты различных термических и термокаталитических процессов. Переработка такого сырья в моторные топлива и другие ценные нефтепродукты — вместо его использования исключительно в качестве котельного топлива для получения энергии — позволяет повысить глубину переработки. В статье описываются технологические характеристики соответствующих методов переработки, комбинированных схем, суспензионных реакторов, наногетерогенного катализа с использованием взвешенных слоев катализатора и нетрадиционных методов активации как единой технологической системы. Большая активная поверхность нанокатализаторов, их доступность для тяжелых молекул и образование *in situ* непосредственно в реакционной зоне обеспечивают значительные преимущества в процессах гидроконверсии. Кроме того, в работе анализируется влияние условий гидрирования, размера частиц катализатора и состава сырья на эффективность процесса, а также рассматриваются вопросы удаления металлов и направления продуктов на последующие стадии гидроочистки, каталитического крекинга или гидрокрекинга. Предлагаемый технологический подход может способствовать переработке тяжелых остатков в продукты с высокой добавленной стоимостью, увеличению выхода моторных топлив и преодолению ряда ограничений, свойственных традиционным процессам нефтепереработки.

Ключевые слова: тяжелые углеводородные остатки, глубокая переработка, гидроконверсия, гидрирование, нанокатализатор, наногетерогенный катализ, суспензионный реактор, каталитический крекинг, гидрокрекинг, вакуумная перегонка, нефтепереработка.

Abstract. This article outlines modern technological approaches to the deep processing of heavy hydrocarbon residues generated during oil and gas condensate refining. These heavy residues encompass atmospheric and vacuum distillation residues, heavy gas oils, paraffin-oil production residues, heavy and bituminous crudes, and high-boiling products derived from various thermal and thermocatalytic processes. Converting such feedstocks into motor fuels and other high-value petroleum products—rather than merely using them as fuel for energy generation—enables an increase in processing depth. The article describes the technological characteristics of appropriate processing methods, combined schemes, slurry reactors, nano-heterogeneous catalysis based on suspended catalyst beds, and unconventional activation techniques as an integrated technological system. The large active surface area of nanocatalysts, their accessibility to heavy molecules, and their *in situ* formation within the reaction zone offer significant advantages in hydroconversion processes. Additionally, the study addresses the impact of hydrogenation conditions, catalyst particle size, and feedstock composition on process efficiency, as well as issues regarding metal removal and the routing of products to subsequent hydrotreating, catalytic cracking, or hydrocracking stages. The proposed technological approach could facilitate the conversion of heavy residues into high-value-added products, increase motor fuel yields, and mitigate certain limitations associated with conventional refining processes.

Keywords: heavy hydrocarbon residues, deep processing, hydroconversion, hydrogenation, nanocatalyst, nano-heterogeneous catalysis, slurry reactor, catalytic cracking, hydrocracking, vacuum distillation, oil refining.

Kirish. Zamonaviy neftni qayta ishlash sanoatida xomashyo tarkibining murakkablashuvi va og‘ir fraksiyalar ulushining ortishi qayta ishlash chuqurligini oshirish masalasini dolzarb qilib qo‘ymoqda. Atmosfera haydashdan keyin olinadigan mazut hamda vakuum haydash natijasida hosil bo‘ladigan gudron, yarim gudron va yuqori qaynaydigan boshqa qoldiqlar tarkibida yuqori molekulyar massali uglevodorodlar, smolasimon va asfaltenli birikmalar, shuningdek metallorganik komponentlar to‘planadi. Ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari oddiy distillatsiya yoki ayrim an’anaviy katalitik jarayonlarda to‘liq foydalanishni qiyinlashtiradi. [1; 2]

Qayta ishlash samaradorligini oshirishning muhim yo‘li og‘ir qoldiqlarni ikkilamchi jarayonlar orqali motor yoqilg‘ilari, gazoyl fraksiyalari, bazaviy moylar, neft-kimyo xomashyosi va boshqa talab yuqori bo‘lgan mahsulotlarga aylantirishdir. Bunday yondashuvda qozon yoqilg‘isi sifatida ishlatiladigan qoldiq miqdorini kamaytirish bilan birga, xomashyodan olinadigan foydali komponentlarning ulushi ortadi. [2]

Og‘ir qoldiqlarni chuqur qayta ishlashda texnologik jarayonni faqat bitta usul bilan cheklash har doim ham maqsadga muvofiq emas. Xomashyoning kokslanish qobiliyati, asfalten va metallorganik birikmalar miqdori, oltingugurt miqdori hamda yuqori qaynash xususiyatlariga qarab dastlabki tayyorlash, vakuumli ajratish, gidrogenizatsiya, katalitik kreking, gidrokreking yoki koksni gazlashtirish kabi bosqichlar o‘zaro bog‘lanishi mumkin. [2]

Nanotexnologiyalarning rivojlanishi esa ushbu muammoning katalitik tomoniga yangi yondashuv beradi. Katalizator zarrachalarini nanometr o‘lchamiga kamaytirish faol komponentning reaksiyaga kirishuvchi molekulalar bilan kontakt yuzasini sezilarli oshiradi. Ayniqsa, og‘ir va yirik molekulalar bilan ishlaydigan gidrokonversiya jarayonlarida bunday xususiyat muhim ahamiyat kasb etadi. [1]

Tadqiqot materiallari va usullari. Maqolani tayyorlashda og‘ir uglevodorod qoldiqlarini chuqur qayta ishlashga bag‘ishlangan ikki ilmiy manbada keltirilgan texnologik tavsiflar, jarayon sharoitlari, katalizatorlarning xususiyatlari va qayta ishlash sxemalari asos qilib olindi. Mazkur ma’lumotlar alohida maqolalarni taqqoslash yoki tanqidiy tahlil qilish maqsadida emas, balki og‘ir xomashyoni qayta ishlashning yagona texnologik konsepsiyasini shakllantirish uchun qayta bayon qilindi. [1; 2]

Yondashuvning asosini og‘ir qoldiqning tarkibi va xossalariga mos jarayonni tanlash, katalitik faol markazlarning mavjudligini oshirish, vodorod bilan gidrogenizatsion o‘zgarishlarni kuchaytirish hamda hosil bo‘lgan oraliq mahsulotlarni keyingi qayta ishlash bosqichlariga yo‘naltirish tashkil

etadi. Texnologik parametrlar manbalarda keltirilgan qiymatlar doirasida bayon qilindi; ular yangi tajriba natijalari sifatida talqin qilinmaydi.

Og‘ir uglevodorod qoldiqlarining tarkibi va qayta ishlash yo‘nalishlari. Og‘ir uglevodorod qoldiqlari tarkib va kelib chiqishiga ko‘ra bir necha guruhga ajratilishi mumkin. Atmosfera va vakuum haydash qoldiqlari, jumladan mazut, gudron, yarim gudron, vakuum qoldiqlari va sifati talabga javob bermaydigan bitumlar birinchi guruhni tashkil etadi. Ikkinchi guruhga termik va termokatalitik jarayonlarda hosil bo‘ladigan og‘ir gazoyllar kiradi. Uchinchi guruh parafin-moy ishlab chiqarishdan olinadigan ekstraktlar, asfaltlar va filtrlash qoldiqlarini qamrab oladi. Bundan tashqari, og‘ir va bitumli neftlar ham chuqur qayta ishlash uchun murakkab xomashyo hisoblanadi. [2]

Qoldiqni qozon yoqilg‘isi tarkibida saqlab qolish qayta ishlash chuqurligini cheklaydi. Shuning uchun texnologik nuqtayi nazardan og‘ir komponentlarni imkon qadar yengilroq distillyat va yuqori qiymatli mahsulotlarga aylantirish maqsadga muvofiq. Bunda jarayonning asosiy vazifasi uglevodorod molekulalarini parchalanish, vodorod bilan to‘yintirish va oltingugurt hamda metallorganik birikmalarni kamaytirish orqali qayta ishlashga yaroqli mahsulotlar olishdan iborat.

Og‘ir xomashyoni qayta ishlash texnologiyasini tanlashda uning kokslanish xususiyati va tarkibidagi metallar muhim ko‘rsatkichdir. Koks hosil bo‘lishining ortishi katalizatorning tez ifloslanishi va faol markazlarning bloklanishiga olib keladi. Shu sababli ayrim xomashyo turlarini bevosita katalitik kreking yoki gidrokrekingga berishdan oldin deasfaltizatsiya yoki boshqa tayyorlash bosqichlaridan o‘tkazish zarur bo‘lishi mumkin. [2]

Chuqur qayta ishlash jarayonlarining texnologik tizimi. Og‘ir qoldiqlarni qayta ishlash jarayonlarini texnologik jihatdan bir-birini to‘ldiruvchi to‘rtta asosiy yo‘nalishda ko‘rish mumkin. Birinchi yo‘nalish bitta asosiy an’anaviy jarayonga tayangan to‘g‘ri jarayonlarni qamrab oladi. Ikkinchi yo‘nalishda ikki yoki undan ortiq jarayon yagona texnologik sxemaga birlashtiriladi. Uchinchi yo‘nalishda suyuq muhitdagi slurry-reaktorlar va suspenziyalangan katalizatorli reaktorlar orqali nanogeterogen katalizdan foydalaniladi. To‘rtinchi yo‘nalish esa magnit va elektr maydonlari, ultratovush, mikroto‘lqin, elektromagnit ishlov, kavitatsiya yoki elektron stimulyatsiyaga asoslangan noan’anaviy jarayonlarni o‘z ichiga oladi. [2]

To‘g‘ri jarayonlar amaliyot uchun texnologik jihatdan sodda bo‘lib, katalitik kreking, gidrokreking, qattiq va yumshoq termik kreking, gidrovishbreking, koks olish, texnik uglerod va pek ishlab chiqarish, gazlashtirish hamda bitum olish kabi yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi. Ularning har biri xomashyo xususiyatiga qarab ma’lum mahsulot guruhini olishga xizmat qiladi. [2]

Kombinatsiyalangan sxemalar xomashyoning murakkabligi sababli bitta jarayon yetarli bo‘lmagan holatlarda qo‘llanadi. Masalan, vakuum haydash orqali qoldiqni oqimlarga ajratish va har bir oqimni alohida qayta ishlash, dastlabki deasfaltizatsiyani katalitik jarayon bilan birlashtirish yoki gidrokrekingni katalitik kreking bilan ketma-ket qo‘llash mumkin. Koksni gazlashtirish bilan birlashtirilgan sxemalar ham qoldiqdan qo‘shimcha foydali energiya va sintez-gaz olish imkonini beradi. [2]

Nanokatalizning gidrokonversiyadagi roli. An’anaviy geterogen katalizda reaksiya molekulalari katalizatorning faol yuzasiga adsorbsiyalanadi va keyin kimyoviy o‘zgarishga uchraydi. Katalizatorning yirik zarrachalarida faol elementlarning katta qismi zarracha ichida qolib, reaksiyaga kirishuvchi moddalarga yetarli darajada ochiq bo‘lmaydi. Zarrachalar o‘lchami nanometr darajasiga tushirilganda esa faol sirtning ulushi ortadi va katalitik markazlarning foydalanish darajasi yuqorilaydi. [1]

Nanokatalizatorlarda sirt atomlarining katta qismi past koordinatsiyalangan holatda bo‘lishi mumkin. Bunday atomlarning sirt energiyasi yuqori bo‘lgani sababli ularning katalitik faolligi an’anaviy yirik zarrachalarga nisbatan sezilarli darajada oshadi. Shu bilan birga, zarracha o‘lchami kamayganda moddaning elektron va energetik xususiyatlari ham o‘zgarishi mumkin. Demak, katalizatorning dispersligi nafaqat geometrik sirt maydonini, balki faol markazlarning tabiatini ham belgilovchi omil hisoblanadi. [1]

Og‘ir qoldiqlarni gidrogenizatsion qayta ishlashda an’anaviy tashuvchili katalizatorlarning muammosi shundaki, xomashyo tarkibidagi asfalten va smolasimon yuqori molekulyar birikmalar

katalizator sirtini hamda g‘ovaklarini qoplaydi. Natijada faol markazlar to‘silib, katalizator tez deaktivatsiyalanadi. Bundan tashqari, vanadiy va nikel kabi metallorganik komponentlar ham katalitik tizimning ishlash muddatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. [1]

Shu sharoitda katalizatorni reaksion muhitning o‘zida, ya’ni in situ shakllantirishga asoslangan nanogeterogen yondashuv muhim imkoniyat beradi. Bunda katalizator prekursorlari xomashyoga kiritiladi va reaksiyaning borishi davomida juda mayda faol zarrachalar hosil bo‘ladi. Ularning o‘lchami og‘ir molekulalar va asfalten assotsiatsiyalariga yaqin bo‘lgani uchun katalitik markazlarning xomashyo bilan kontaktda bo‘lishi osonlashadi. [1; 2]

Slurry-reaktorlar va nanogeterogen kataliz. Slurry texnologiyalarida katalizator uglevodorod muhitida suspenziya holida ishlaydi. Manbalarda slurry jarayonlarida katalizator zarrachalarining o‘lchami odatda 1–20 mkm, nanogeterogen katalizda esa 10–1000 nm diapazonida bo‘lishi ko‘rsatilgan. Bunday tizimlarning asosiy afzalligi og‘ir molekulalarning katalitik faol zarrachalarga kirish imkoniyatining yuqoriligi bilan bog‘liq. [2]

Og‘ir xomashyoning gidrokonversiyasi uchun tavsiflangan slurry yondashuvida katalizator prekursorlari juda kam miqdorda xomashyoga qo‘shilib, vodorod muhitida reaksion zonada faol zarrachalarni hosil qiladi. Manbada jarayon uchun 6,0–8,0 MPa bosim, taxminan 450 °C harorat, vodorod sarfi 1,5–2,5 massa foiz va xomashyo hajmiy uzatish tezligi 1–3 $soat^{-1}$ atrofidagi sharoitlar keltirilgan. Ushbu sharoitlarda 580 °C gacha qaynaydigan suyuq uglevodorod fraksiyasining 60–80 foizgacha hosil bo‘lishi va mahsulotlarning oltingugurtdan tozalanish darajasi taxminan 60 foizga yetishi qayd etilgan. [2]

Jarayonning muhim texnologik jihatlaridan biri katalizator tarkibidagi metallarning keyingi qoldiqlarda to‘planishidir. Vanadiy, nikel va molibden kabi elementlarning uglevodorod qoldiqlarida qolishi ularni qayta ajratib olishni qiyinlashtirishi mumkin. Agar ishlatilgan katalizator tarkibidagi metallar qayta tiklanmasa, chiqindi oqimlarining ko‘payishi va jarayon iqtisodiy samaradorligining pasayishi ehtimoli mavjud. Shu sababli katalizatorni regeneratsiya qilish va metall komponentlarni qayta olish texnologik sxemaning muhim qismiga aylanishi kerak. [2]

Nanokatalitik gidrokonversiya jarayonining texnologik sxemasi. Nanokatalitik gidrokonversiyani shartli ravishda bir nechta ketma-ket bosqichdan tashkil topgan tizim sifatida ifodalash mumkin: og‘ir xomashyoni tayyorlash; katalizator prekursorini xomashyoga kiritish; dispersiyalash yoki emulsiya hosil qilish; vodorod bilan aralashtirish; reaksiya zonasida faol katalitik zarrachalarni hosil qilish; gidrogenizatsiya va termokatalitik parchalanish; issiq va sovuq separatsiya; atmosfera-vakuum rektifikatsiyasi; yengil fraksiyalarni gidrotozalash; og‘ir qoldiqni qayta aylantirish yoki undan metallarni ajratish**.**

Nanogeterogen katalizning muhim tomoni shundaki, katalizator reaksion muhitda bevosita shakllanadi. Bu yondashuvda qattiq tashuvchining g‘ovaklarini asfaltenlar bilan berkitish muammosi kamayadi. Og‘ir uglevodorod molekulalari faol nanozarrachalar bilan yaqin kontaktda bo‘lib, vodorodning yuqori molekulyar tuzilmalarga yetib borishi yengillashadi. Natijada yuqori qaynaydigan komponentlarning parchalanishi va barqaror uglevodorod mahsulotlariga aylanishi uchun qulay sharoit yaratiladi. [1]

Bir texnologik variantda og‘ir xomashyoni vodorod bilan dastlabki qayta ishlash 3,5–7,0 MPa bosim va 410–450 °C harorat oralig‘ida, zarracha o‘lchami 6–8 nm bo‘lgan katalitik tizim ishtirokida olib borilishi bayon qilingan. Bunday sharoitda yuqori qaynaydigan fraksiyalar, shu jumladan asfaltenlarning reaktivligi o‘zgartiriladi. Keyingi qayta aylantirish bosqichida 320–360 °C dan yuqori qaynaydigan mazut komponentlarining gaz, benzin va dizel fraksiyalariga aylanishi, motor yoqilg‘ilarining umumiy chiqishi esa taxminan 90 massa foizga yetishi mumkinligi ko‘rsatilgan. [1]

Yakuniy mahsulot sifatini ta’minlash uchun gidrotozalash, katalitik riforming yoki izomerizatsiya kabi an’anaviy ikkilamchi jarayonlardan foydalanish mumkin. Shunday qilib, nanokatalitik gidrokonversiya alohida yakuniy jarayon sifatida emas, balki mavjud neftni qayta ishlash tizimiga ulanadigan yuqori samarali tayyorlov yoki chuqur konversiya bosqichi sifatida ham qaralishi mumkin. [1]

Mahsulotlarni ajratish va keyingi qayta ishlash. Gidrokonversiyadan keyin reaksiya mahsulotlarini issiq va sovuq separatorlarda ajratish, so‘ngra uglevodorod oqimlarini atmosfera va

vakuum rektifikatsiyasiga yuborish mumkin. Rektifikatsiya natijasida benzin, dizel va gazoyl fraksiyalari ajratiladi. Ushbu oqimlar o‘z navbatida gidrotozalash, katalitik kreking, gidrokreking yoki bazaviy moy ishlab chiqarish jarayonlariga xomashyo bo‘lib xizmat qilishi mumkin. [1]

Og‘ir qoldiq tarkibidagi vanadiy va nikel kabi metallarning ajratib olinishi texnologik jarayonning qo‘shimcha mahsuldor yo‘nalishini hosil qiladi. Tadqiqotlarda bunday metallar gidrokonversiya mahsulotlarining yuqori qaynaydigan qismi va koks tarkibida to‘planishi qayd etilgan. Metalllarni ajratib olish va ularni katalizator tayyorlash tizimiga qaytarish xomashyo va katalizator resurslaridan kompleks foydalanishga imkon beradi. [1]

Qoldiq oqimning bir qismini retsirkulyatsiya qilish ham texnologik samaradorlikni oshirish vositasi bo‘lishi mumkin. Masalan, 520 °C dan yuqori qaynaydigan fraksiya erituvchi yoki xomashyo aralashmasini tayyorlashda qayta ishlatilishi mumkin. Mexanik zarrachalar, koks va metall komponentlarni markazdan qochma ajratish yoki filtrlash orqali chiqarish esa katalitik tizimning barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. [1]

Texnologik samaradorlik va ekologik yo‘nalish. Og‘ir qoldiqlarni chuqur qayta ishlashning texnologik samaradorligi bir vaqtning o‘zida bir nechta ko‘rsatkich bilan belgilanadi: qoldiqni konversiyalash darajasi, motor yoqilg‘ilari chiqishi, oltingugurtni chiqarish, koks hosil bo‘lishi, katalizatorning barqarorligi, vodorod sarfi va issiqlik energiyasidan foydalanish darajasi. Nanokatalitik yondashuvning afzalligi faol markazlardan samaraliroq foydalanish orqali og‘ir molekulalarning konversiyasini kuchaytirish imkoniyatidadir. [1]

An’anaviy qoldiq yoqilg‘isini tayyorlash o‘rniga motor yoqilg‘ilari va neft-kimyo xomashyosi olishga yo‘naltirilgan texnologiyalar mahsulotning qo‘shilgan qiymatini oshiradi. Shu bilan birga, og‘ir qoldiq tarkibidagi oltingugurt va metall komponentlarini chiqarish tayyor mahsulotlarning ekologik sifatini yaxshilashga yordam beradi. Manbalarda nanokatalitik gidrokonversiya asosida olingan motor yoqilg‘ilarining Euro-4 va Euro-5 talablari darajasiga mos sifat ko‘rsatkichlariga erishish imkoniyati qayd etilgan. [1]

Noan’anaviy usullar, jumladan magnit va elektr maydonlari, ultratovush, mikroto‘lqin, kavitatsiya hamda elektron stimulyatsiya asosidagi jarayonlar ilmiy jihatdan qiziqarli bo‘lsa-da, ularni sanoatga joriy etishda energiya sarfi asosiy mezonlardan biri bo‘lib qoladi. Manbalarda bunday usullar bo‘yicha laboratoriya va tajriba bosqichidagi natijalar mavjudligi, biroq ularning an’anaviy jarayonlarga nisbatan haqiqiy energetik samaradorligi yetarli darajada aniqlanmagan[2].

Sanoatda qo‘llash uchun texnologik yondashuv. Og‘ir uglevodorod qoldiqlarini qayta ishlash uchun universal texnologik sxema tanlashdan ko‘ra, xomashyo xususiyatlariga mos modulli tizim yaratish maqsadga muvofiq. Bunday tizimning dastlabki qismida atmosfera-vakuum haydash va xomashyoni tayyorlash, keyingi qismida nanokatalitik gidrokonversiya, undan keyin separatsiya va rektifikatsiya, yakuniy qismida esa mahsulotlarni gidrotozalash yoki boshqa ikkilamchi jarayonlarga yo‘naltirish amalga oshirilishi mumkin.

Manbalarda nanokatalitik gidrokonversiya jarayonlarining turli quvvatdagi zavodlarga moslashuvchanligi va og‘ir metallarga boy turli tarkibli xomashyolarni qayta ishlash imkoniyati ko‘rsatilgan. Ayrim texnologik variantlarda 500 ming tonna/yilgacha xomashyoni qayta ishlashga mo‘ljallangan universal modullardan foydalanish imkoniyati keltiriladi. [1] Bunday modullilik yangi korxonalar qurishda ham, mavjud neftni qayta ishlash zavodlarini rekonstruksiya qilishda ham texnologik moslashuvchanlik beradi.

Texnologik sxemani tanlashda iqtisodiy ko‘rsatkichlar bilan bir qatorda katalizator sarfi, vodorod ta’minoti, issiqlik integratsiyasi, metallarning qayta olinishi va qoldiq oqimlarni utilizatsiya qilish masalalari birgalikda hisobga olinishi lozim. Ayniqsa, suspenziyalangan katalizator tizimlarida ishlatilgan metall komponentlarni ajratib olish imkoniyati jarayonning umumiy rentabelligiga bevosita ta’sir qiladi. [2]

Kelajakdagi texnologik rivojlanishning asosiy yo‘nalishi an’anaviy chuqur qayta ishlash jarayonlarini nanokatalitik gidrokonversiya bilan uyg‘unlashtirishdan iborat bo‘lishi mumkin. Bunda vakuum qoldig‘i yoki og‘ir gudron avval nanokatalitik tayyorlovdan o‘tkazilib, keyinchalik hosil bo‘lgan distillyatlar katalitik kreking, gidrokreking, riforming yoki gidrotozalashga yuboriladi.

Natijada bir tomondan og‘ir qoldiqning konversiyasi oshsa, ikkinchi tomondan mavjud texnologik qurilmalardan foydalanish imkoniyati saqlanadi.

Xulosa. Og‘ir uglevodorod qoldiqlarini chuqur qayta ishlash neftni qayta ishlash samaradorligini oshirishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Mazut, gudron, og‘ir gazoyllar, asfaltli qoldiqlar va og‘ir neftlarni qozon yoqilg‘isi sifatida cheklangan darajada ishlatish o‘rniga ularni motor yoqilg‘ilari, gazoyl, bazaviy moy va neft-kimyo xomashyosiga aylantirish xomashyodan foydalanish darajasini oshiradi.

Chuqur qayta ishlashning texnologik imkoniyatlari to‘g‘ri va kombinatsiyalangan jarayonlardan tortib slurry-reaktorlar va nanogeterogen katalizgacha bo‘lgan keng tizimni qamrab oladi. Nanokatalitik gidrokonversiyaning asosiy ustunligi juda mayda faol zarrachalarning og‘ir molekulalar bilan bevosita kontaktda bo‘lishi, katalitik markazlarning ochiqligi va reaksion muhitda in situ shakllanishi bilan bog‘liq.

Nanokatalitik jarayonlarni amaliy ishlab chiqarishga moslashtirishda katalizatorning deaktivatsiyasi, metall komponentlarni qayta olish, vodorod sarfi, energiya samaradorligi va hosil bo‘ladigan qoldiq oqimlarni boshqarish masalalariga alohida e’tibor berish kerak. Shu shartlar ta’minlangan holda nanogeterogen kataliz og‘ir xomashyoni chuqur qayta ishlashning istiqbolli texnologik yo‘nalishlaridan biri bo‘la oladi.

Eng maqbul texnologik yondashuv nanokatalitik gidrokonversiyani vakuum haydash, gidrotozalash, katalitik kreking, gidrokreking, riforming va izomerizatsiya kabi mavjud jarayonlar bilan o‘zaro bog‘lashdan iborat. Bunday integratsiyalashgan tizim og‘ir uglevodorod qoldiqlarini yuqori qiymatli mahsulotlarga maksimal darajada aylantirish, motor yoqilg‘ilari chiqishini oshirish va qayta ishlash chuqurligini yaxshilash uchun texnologik asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tarakanov G.V., Nurakhmedova A.F. Nanotexnologii glubokoy pererabotki tyazhyolykh uglevodorodnykh ostatkov // Vestnik AGTU. 2015. № 2 (60). S. 34–40.

2. Tarakanov G.V., Nurakhmedova A.F., Savenkova I.V., Ramazanova A.R. Klassifikatsiya tekhnologicheskikh protsessov pererabotki tyazhyolykh uglevodorodnykh ostatkov // Vestnik AGTU. 2017. № 1 (63). S. 50–55.

МАҲСУЛДОР ҚАТЛАМЛАРНИ СИФАТЛИ ОЧИШ ВА ЎЗЛАШТИРИШ БЎЙИЧА ТАВСИЯЛАР

Самадов Азиз Хасанович, Хасанов Фармонбек Баходир ўғли
Қарши давлат техника университети доценти, Қарши, Ўзбекистон
Қарши давлат техника университети магистранти, Қарши, Ўзбекистон.,
armagedon_azik@mail.ru

Аннотация. Нефть ва газ қудуқларини бурғилаш амалиётида шундай омиллар учрайдики, қайсики, қудуқларни бурғилаб очишда нефтгазни жадал пайдо бўлиш ҳолати белгиланади, баъзи ҳолатларда эса қатламнинг бераолувчанлигининг пасайиб кетганлиги кузатилади. Маҳсулдор қатламларни очишда асосий масала коллекторларнинг ўтказувчанлигини сақлаган ҳамда қудуқ туби зонаси суюқлик ва бурғилаш эритмасининг қаттиқ фазалари билан ифлосланмаслиги олдини олиш ҳисобланади.

Калитли сўзлар: ифлосланиш, флюидлар, фильтрация хоссалари, гидростатик босим, нефть асосли эритмалар.

Аннотация. «В практике бурения нефтяных и газовых скважин встречаются такие факторы, которые определяют интенсивное нефтегазопроявление при вскрытии скважин, а в некоторых случаях наблюдается снижение продуктивности пласта. Главной задачей при вскрытии продуктивных пластов является сохранение проницаемости коллекторов и предотвращение загрязнения призабойной зоны пласта жидкостью и твердой фазой бурового раствора»

Ключевые слова: загрязнение, жидкости, фильтрационные свойства, гидростатическое давление, растворы на масляной основе.

Abstract. "In oil and gas well drilling operations, factors occur that determine intense oil and gas inflows during well opening, while in some cases, a decrease in formation productivity is observed. The main task when penetrating productive formations is to preserve reservoir permeability and prevent contamination of the bottomhole zone with fluid and solid phases of the drilling mud."

Key words: heating, fluidity, filtration properties, hydrostatic pressure, solvent and oil principles.

Кўпчилик ҳолатда маҳсулдор қатлам коллекторининг физик-геологик хоссаларини ва тўйинган флюидларнинг физик-кимёвий тавсифларини ҳисобга олмасдан очилади. Бу бир қатор ҳолатларда алоҳида нефтгазлилик уюмларининг ҳақиқий маълумотларидан силжийди, қатламнинг самарали қалинлиги катта қийматга қудуқнинг маҳсуллигини ва қатламнинг нефтгазбераолишлигини пасайтиради [1].

Лойли эритмалар биргаликда қўлланилганда маҳсулдор қатламларни очишда ғоваклик муҳитининг фильтрация хоссасини ёмонлаштирадиган асосий сабаблардан бири ҳисобланади. Қатламга энг катта зарар қачонки, коллектор жуда паст ўтказувчанлиги тавсифланганда олиб келади ҳамда қирқимнинг маҳсулдор қисмида бўкувчи лойли зарралар мавжуд бўлганда ўтказувчанлик пасайиб кетади.

Маҳсулдор қатламларни очишда энг ноқулай шароит нефть ва газни катта чуқурликда қидирув қудуқларини бурғилашда содир бўлади. Шунинг учун қатор ҳолатларда бурғилаш эритмаларининг зичлигини 2200 кг/м^3 гача оғирлаштирилади. Бундай шароитда маҳсулдор қатламга фақатгина бурғилаш эритмаларининг фильтратлари кириб бормасдан, оғирлаштирувчи эритманинг зарралари ҳам қайтмас равишда қатламнинг қудуқ туби зонасида ўтказувчанликни пасайтиради.

Ҳолат жуда ҳам чуқурлашади чунки, қудуқ катта чуқурликда бурғиланганда оғирлаштирилган бурғилаш эритмалари колоннани қудуққа тушириш – кўтариш операцияларида қудуқнинг деворига бериладиган гидродинамик босимни ошириб юборади ва қатламни гидравлик ёрилишга олиб келади ҳамда унинг эвазига катта миқдордаги суюқлик ва қаттиқ фазаларнинг маҳсулдор қатламга кириб бориши учун йўл очилади.

Маҳсулдор қатламни очиш жараёнида айниқса, катта чуқурликда босимлар фарқини 10 МПа.гача етишини ва ундан катта бўлганда рухсат бурғилашни давом эттириш мумкин эмас.

Қайсики, маҳсулдор қатламнинг босими гидростатик босимдан кичик бўлганда очиш жараёнида лойли эритмаларни қўллаш умуман мумкин эмас. Бундай шароитда коллекторлик хоссаси шунчалик даражада ёмонлашадики, қудуқнинг маҳсулдорлиги бир неча баробар камайиб кетади[2].

Умуман олганда қудуқ иншоотини қурилишида иккита мустақил тугалланган бўлимлар қўшилган бўлади:

1) маҳсулдор қатламни шипигача қудуқни бурғилаш;

2)маҳсулдор қатламни очиш, ишлатиш колоннасини цементлаш, перфорация қилиш ва ўзлаштириш.

Лойиҳанинг иккинчи бўлимида маҳсулдор қатламни очиш ва нефтгазлилик қатламларини ўзлаштириш жараёнларидаги қуйидаги масалалар ўрганилган бўлиши шарт:

1)қатламнинг табиий ўтказувчанлигини сақлашга имконият берадиган бурғилаш эритмасининг турини танлаш;

2) коллекторнинг физик хоссасини ва унинг моддали таркибини ўрганиш;

3)сувнефть, газсув ва газнефть контактларининг ҳолатини аниқлаш;

4)маҳсулдор қатламнинг қирқим қисмида маҳсулдор қатламни ва қатламчаларнинг синаш тартибини аниқлаш;

5)маҳсулдор қирқим қисмидаги алоҳида қатламларни ва қатламчаларни мумкин бўлган нефтбераолувчанлигини ўрганиш;

6) объектни ишлатишга ажратиш.

Маҳсулдор қатламнинг геологик – физик хоссаси қудуқнинг стволини охирги чуқурлигигачи ва маҳсулдор қатламнинг ётиш чуқурлигигача бир хил бурғилаш эритмасидан фойдаланиб бурғилашни давом эттириш мумкин бўлганда ишлатиш колоннаси қудуқнинг тубигача туширилади.

Агар бурғилаш эритмаси қудуқнинг стволини бурғилашда муваффақиятли фойдаланилганда, коллекторнинг ўтказувчанлигига салбий таъсир кўрсатади ҳамда колонна маҳсулдор қатламнинг шипигача туширилади ва уни очиш учун бошқа турдаги бурғилаш эритмаси қўлланилади [3].

Маҳсулдор қатламларни очишда коллекторнинг геологик - физик хоссаларини ҳисобга олиб ҳар хил бурғилаш эритмаларини навбатдаги зонасида қўлланилиши учун тавсия қилинади.

Агар қатламнинг босими гидростатик босимдан юқори бўлса, коллектор паст ўтказувчанликни тавсифлайди ва таркибида бўкувчи лойли заррачалар мавжуд, маҳсулдор қатламни очишда нефтли асосли оғирлаштирилган эритмаларнинг қўлланилиши мақсадга мувофиқ бўлади.

Агар коллекторнинг таркибида бўкувчи лойли зарралар бўлмаганда ва юқори ўтказувчанликни тавсифлаганда махсус СФМлардан қўшиб сувли асосли оғирлаштирилган эритмаларни қўллаш мумкин. Бунда оғирлаштиргичлар кислоталарда эриши шарт [4].

Агар қатлам босими гидростатик босимга тенг бўлганда коллектор паст ўтказувчанликни тавсифлаганда ва таркибида бўкувчи лойли зарралар мавжуд эмас, унда нефтли асосли бурғилаш эритмаларини қўллаш мумкин. Коллекторда бўкувчи лойли зарралар бўлмаганда, ўтказувчанлик юқори ёки ўртача қийматга эга, унда сув асосидаги СФМли қўшмали сувли асосдаги лойсиз бўрғилаш эритмасини қўллаш мумкин.

Агар қатлам босими гидростатик босимда паст бўлганда, коллекторнинг хоссасига боғлиқ бўлмаган ҳолда маҳсулдор қатламни очишда бурғилаш эритмасини танлашда унинг катталигини танлаш қатлам босимидан келиб чиқади. Қатламнинг босими 0,8 -1,0 гидростатик босимини улушига тенг бўлганда, маҳсулдор қатламнинг бир қисмини нефть асосли эритмаларни қўллаб очиш тавсия қилинади.

Бу кўрсатилган тавсия тенг даражада перфорация жараёнларига ва қудуқни учиришга мансубдир.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Булатов А.И. «Заканчивание скважин», Москва, Недра – 2008 г., 668 стр.

2. Samadov A.X., Kasimova A.Y., Umedullayev A.G. USE OF GEONAVIGATION SYSTEM IN CONTROLLING AND FAST CONTROL OF HORIZONTAL WELLS' STEM TRAJECTORY // Экономика и социум. 2024. №3-1 (118). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/use-of-geonavigation-system-in-controlling-and-fast-control-of-horizontal-wells-stem-trajectory (дата обращения: 11.11.2024).

3. Номозов, Б. Ю., Самадов, А. Х., & Юлдашев, Ж. Б. (2022). ПРОИЗВОДСТВО ОТКРЫТЫХ ПЛАСТОВ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОГЛАСНО РЕКОМЕНДАЦИЯМ. Экономика и социум, (11-2 (102)), 575-578.

4. Samadov A.Kh., Ashurov Sh.M., & Boikobilova M.M. (2024). ASSESSMENT OF THE EQUIPMENT USED IN THE DISPOSAL OF GASES IN LOW-PRESSURE FIELDS AND ITS ECONOMIC EFFICIENCY. Экономика и социум, (11-1 (126)), 469-473.

5. Samadov A.X., & Ashurov Sh.M. (2024). ZAMONAVIY NEFT VA GAZNI TASHISH VA SAQLASH TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARI. Экономика и социум, (5-1 (120)), 748-752.

O‘ZBEKISTON KIMYO SANOATINI TEXNOLOGIK MODERNIZATSIYALASH VA RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH YO‘NALISHLARI

Abdullayev Otabek Xusenovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteTI, Qarshi, O‘zbekiston,
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekiston kimyo sanoatini barqaror rivojlantirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va mahsulotlarning raqobatbardoshligini kuchaytirishning muhim yo‘nalishlari yoritilgan. Kimyo sanoati mamlakat iqtisodiyotining tayanch tarmoqlaridan biri bo‘lib, qishloq xo‘jaligi, energetika, qurilish, to‘qimachilik va boshqa ishlab chiqarishlar uchun zarur bo‘lgan mahsulotlarni yetkazib beradi. Sanoatning rivojlanishi uchun tabiiy gaz, gaz kondensati, fosforit, kaliyli xomashyo, oltingugurt, osh tuzi va ohaktosh kabi resurslarning mavjudligi muhim imkoniyat yaratadi. Shu bilan birga, texnologik uskunalarning eskirishi, energiya va material sarfining yuqoriligi, ishlab chiqarish quvvatlaridan to‘liq foydalanilmasligi hamda ayrim mahsulotlarning bozor talablariga yetarlicha moslashmaganligi samaradorlikni cheklovchi omillar sifatida namoyon bo‘ladi. Maqolada texnik qayta jihozlash, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish, xomashyoni chuqur qayta ishlash, mahsulot turini diversifikatsiya qilish, investitsiyalarni kengaytirish va ilmiy-ta’lim muassasalari bilan hamkorlikni kuchaytirish masalalariga e’tibor qaratilgan. Shuningdek, azot, fosfor va kaliyli o‘g‘itlar ishlab chiqarishi bilan bir qatorda polimerlar, sintetik materiallar va boshqa yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlarni ishlab chiqarish imkoniyatlari yoritilgan. Sanoatni yangilashning kompleks yondashuvi ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish, mahsulot sifatini yaxshilash, resurslardan oqilona foydalanish va milliy sanoatning xalqaro bozordagi mavqeini mustahkamlashga xizmat qilishi asoslangan.

Kalit so‘zlar: kimyo sanoati, texnologik modernizatsiya, innovatsiya, investitsiya, energiya samaradorligi, xomashyoni chuqur qayta ishlash, diversifikatsiya, mineral o‘g‘itlar, polimerlar, raqobatbardoshlik.

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления технологического обновления химической промышленности Узбекистана, повышения эффективности производства и укрепления конкурентоспособности продукции. Химическая промышленность относится к базовым отраслям экономики и обеспечивает сырьём и материалами сельское хозяйство, энергетику, строительство, текстильную и другие отрасли. Наличие природного газа, газового конденсата, фосфоритов, калийного сырья, серы, поваренной соли и известняка формирует значительные возможности для расширения производственной базы. Вместе с тем развитию отрасли препятствуют высокий износ оборудования, значительная энерго- и материалоёмкость, неполная загрузка отдельных мощностей и недостаточная адаптация некоторых видов продукции к требованиям рынка. Обоснована необходимость комплексной модернизации, внедрения ресурсосберегающих технологий, углубления переработки сырья, диверсификации ассортимента и расширения инвестиционной активности. Отдельное внимание уделено сотрудничеству предприятий с научными и образовательными организациями, подготовке квалифицированных кадров и внедрению инноваций. Показаны перспективы расширения производства полимерных, синтетических и других продуктов с высокой добавленной стоимостью наряду с традиционными минеральными удобрениями. Комплексное технологическое обновление позволит снизить себестоимость, повысить качество продукции, эффективнее использовать ресурсы и укрепить позиции отечественной химической промышленности.

Ключевые слова: химическая промышленность, технологическая модернизация, инновации, инвестиции, энергоэффективность, глубокая переработка сырья, диверсификация, минеральные удобрения, полимеры, конкурентоспособность.

Abstract. The paper presents key directions for technological modernization, efficiency improvement and stronger competitiveness of Uzbekistan’s chemical industry. The chemical sector is a basic component of the national economy and supplies products required by agriculture, energy,

construction, textiles and other industries. The availability of natural gas, gas condensate, phosphorites, potash resources, sulfur, sodium chloride and limestone provides a substantial resource base for industrial development. At the same time, ageing equipment, high energy and material intensity, incomplete utilization of some production capacities and insufficient market adaptation of certain products constrain industrial performance. The paper emphasizes integrated technical renewal, resource-saving technologies, deeper feedstock processing, product diversification and broader investment activity. Cooperation between industrial enterprises, research institutions and universities is considered essential for introducing innovations and preparing qualified specialists. Along with traditional nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers, the expansion of polymers, synthetic materials and other higher-value-added chemical products is identified as an important development direction. A coordinated modernization strategy can reduce production costs, improve product quality, increase resource efficiency and strengthen the position of domestic chemical production in competitive markets.

Keywords: chemical industry, technological modernization, innovation, investment, energy efficiency, deep feedstock processing, diversification, mineral fertilizers, polymers, competitiveness.

Kirish. O‘zbekiston iqtisodiyotida kimyo sanoati ishlab chiqarish tarmoqlarining o‘zaro bog‘liqligini ta’minlovchi muhim bo‘g‘inlardan biridir. Mazkur tarmoq tomonidan ishlab chiqariladigan mineral o‘g‘itlar, kimyoviy reagentlar, polimer materiallar va boshqa mahsulotlar qishloq xo‘jaligi, sanoat hamda xizmat ko‘rsatish sohalarining turli ehtiyojlarini qondiradi. Shu sababli kimyo sanoatining texnologik holati va ishlab chiqarish samaradorligi mamlakatning umumiy sanoat salohiyatiga bevosita ta’sir etadi [1, 2].

O‘zbekistonning tabiiy resurs bazasi kimyo sanoatini rivojlantirish uchun muhim sharoit yaratadi. Tabiiy gaz va gaz kondensati bilan bir qatorda fosforit, oltingugurt, osh tuzi, ohaktosh va kaliyli xomashyolarning mavjudligi turli kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarishni kengaytirish imkonini beradi [1]. Ayniqsa, uglevodorod xomashyosidan foydalanishda dastlabki mahsulot bilan cheklanib qolmasdan, uni chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar olish sanoat samaradorligini oshirishning muhim yo‘nalishidir.

Kimyo sanoatini rivojlantirish masalasi faqat ishlab chiqarish hajmini ko‘paytirish bilan belgilanmaydi. Zamonaviy bozor sharoitida mahsulot sifati, tannarxi, energiya sarfi, texnologik moslashuvchanlik va innovatsion imkoniyatlar korxonaning raqobatbardoshligini belgilovchi asosiy mezonlarga aylanmoqda. Shuning uchun mavjud ishlab chiqarish quvvatlarini texnik jihatdan yangilash va ularning ishlash samaradorligini oshirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda O‘zbekiston kimyo sanoatining ishlab chiqarish bazasi, texnik holati, xomashyo imkoniyatlari, ishlab chiqarish xarajatlari va rivojlanish yo‘nalishlariga oid ilmiy ma’lumotlardan foydalanildi. Mazmuniy umumlashtirish, tizimlashtirish, qiyosiy yondashuv va sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash usullaridan foydalanilgan holda sanoat rivojiga ta’sir etuvchi omillar yagona ilmiy mantiq asosida yoritildi.

Texnik modernizatsiya, ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish, energiya va material sarfi, mahsulot tarkibini kengaytirish, investitsiya hamda innovatsion boshqaruv o‘rtasidagi bog‘liqlik asosiy tadqiqot yo‘nalishlari sifatida qabul qilindi. Ishda keltirilgan miqdoriy ko‘rsatkichlar manbalarda berilgan davrga tegishli bo‘lib, ular yangi statistik ma’lumot sifatida talqin qilinmaydi.

Natijalar va muhokama. Kimyo sanoatining texnik rivojlanishi, avvalo, ishlab chiqarish uskunalarining holati bilan belgilanadi. Kimyoviy texnologiyalarda yuqori harorat, bosim va agressiv muhit mavjudligi apparatlar va quvurlarning korroziyaga uchrashini tezlashtiradi. Uskunalarning me’yoriy xizmat muddatidan ortiq ishlatilishi avariyaviy holatlar, rejadan tashqari to‘xtashlar, ta’mirlash xarajatlarining ortishi va ishlab chiqarish barqarorligining pasayishiga olib kelishi mumkin [1, 2].

Eskirgan texnologiyalar faqat texnik xavfsizlik yoki ta’mirlash masalasi emas, balki iqtisodiy samaradorlik muammosidir. Bir xil hajmdagi mahsulotni olish uchun ko‘proq yoqilg‘i, elektr energiyasi, bug‘, suv va xomashyo sarflanishi mumkin. Natijada mahsulot tannarxi oshadi va korxonaning bozor sharoitidagi raqobat imkoniyati qisqaradi. Shu nuqtayi nazardan, modernizatsiya

jarayonida faqat alohida apparatni almashtirish emas, balki butun texnologik zanjirning energiya va resurs samaradorligini oshirishga e’tibor qaratish lozim.

Manbalarda kimyo sanoati xarajatlari tarkibida xomashyo va materiallar ulushi 42,4 foiz, yoqilg‘i va energiya xarajatlari esa 30,2 foiz atrofida ekani qayd etilgan [1]. Ushbu ko‘rsatkichlar sanoatda resurslardan samarali foydalanish masalasi qanchalik muhimligini ko‘rsatadi. Energiya sarfini kamaytirish uchun issiqlik almashinuvini optimallashtirish, ikkilamchi issiqlikdan foydalanish, issiqlik izolyatsiyasini yaxshilash, nasos va kompressorlarning samaradorligini oshirish hamda avtomatik boshqaruv vositalarini joriy etish maqsadga muvofiq.

Texnologik modernizatsiyaning yana bir muhim natijasi ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish darajasini oshirishdir. Manbalarda amalga oshirilgan rekonstruksiya va modernizatsiya ishlari natijasida ayrim mahsulotlar bo‘yicha ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish ko‘rsatkichlari oshgani ko‘rsatilgan. Jumladan, ammiak ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish 2007–2012-yillarda 72,2 foizdan 80,2 foizgacha, karbamid bo‘yicha 71,7 foizdan 85,6 foizgacha oshgan [1]. Bu holat texnik yangilanishning ishlab chiqarish samaradorligiga ta’sirini ko‘rsatadigan muhim amaliy natijadir.

O‘zbekiston kimyo sanoatida mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarishi alohida ahamiyatga ega. Mamlakat qishloq xo‘jaligi salohiyatining yuqoriligi azot, fosfor va kaliy asosidagi o‘g‘itlarga barqaror talabni shakllantiradi. Shu bilan birga, sanoatning kelgusi rivojlanishi faqat an’anaviy o‘g‘itlar ishlab chiqarish hajmini oshirish bilan chegaralanmasligi kerak. Xomashyoni qayta ishlash chuqurligini oshirish, yangi mahsulotlar yaratish va ichki xomashyodan yuqori qiymatli kimyoviy materiallar olish mahsulot tuzilmasini takomillashtirishga xizmat qiladi [2].

Investitsiya faoliyati texnologik yangilanishning moddiy asosini tashkil etadi. Yangi ishlab chiqarish quvvatlarini barpo etish, mavjud korxonalarni rekonstruksiya qilish, zamonaviy apparatlar va nazorat-o‘lchov tizimlarini o‘rnatish katta miqdordagi moliyaviy resurslarni talab qiladi. Shu sababli davlat dasturlari, to‘g‘ridan-to‘g‘ri xorijiy investitsiyalar, kredit mablag‘lari va xususiy kapitalni ishlab chiqarish samaradorligini oshiradigan loyihalarga yo‘naltirish muhimdir [2].

2019–2030-yillarga mo‘ljallangan rivojlanish dasturida kimyo sanoatini modernizatsiya qilish, amaldagi korxonalarni kengaytirish va energiya samarador yangi quvvatlarni tashkil etishga qaratilgan investitsion loyihalar nazarda tutilgani manbalarda qayd etilgan [2]. Bunday yondashuv ishlab chiqarishning texnik bazasini yangilash bilan birga, mahsulot turini kengaytirish va xomashyoni chuqurroq qayta ishlash uchun sharoit yaratadi.

Sanoatni rivojlantirishda mahsulot diversifikatsiyasi muhim strategik yo‘nalishdir. Diversifikatsiya ishlab chiqarishni bir necha turdagi mahsulotlar bilan cheklash emas, balki xomashyo zanjirining turli bosqichlarida qo‘shimcha qiymat yaratish imkonini beradigan texnologik tizimni shakllantirishni anglatadi. Kimyo sanoatida polimerlar, sintetik kauchuk, plastmassa, poliuretan, polivinilxlorid, polietilentereftalat, poliakrilonitril kabi mahsulotlarni ishlab chiqarish istiqbolli yo‘nalishlar sifatida ko‘rsatilgan [2].

Uglevodorod xomashyosidan foydalanish nuqtayi nazaridan ham chuqur qayta ishlash alohida ahamiyatga ega. Tabiiy gazni faqat energetik resurs sifatida ishlatish bilan cheklanmasdan, undan kimyoviy sintez uchun zarur bo‘lgan oraliq va yakuniy mahsulotlar olish sanoatning qo‘shilgan qiymatini oshirishi mumkin. Shu bilan birga, neftni qayta ishlash bilan bog‘liq mahsulotlardan kimyoviy sintez uchun xomashyo sifatida foydalanish polimer va sintetik materiallar ishlab chiqarish zanjirini rivojlantirishga imkon beradi.

Ayrim ishlab chiqarishlarda mahsulotning raqobatbardoshligi texnologiyaning eskirishi bilan bevosita bog‘liq bo‘lishi mumkin. Masalan, manbalarda Navoiyazot korxonasida nitron tolasi ishlab chiqarishining yuqori energiya va resurs sarfi sababli bozor sharoitida qiyinchiliklarga duch kelgani qayd etilgan. Shu bilan birga, ushbu mahsulotning to‘qimachilik, trikotaj, gilam, sun’iy mo‘yna va texnik materiallar ishlab chiqarishdagi keng qo‘llanish sohasi uning texnologiyasini takomillashtirish va mahsulot xususiyatlarini yaxshilash imkoniyatlarini ko‘rsatadi [1, 2].

Kimyo sanoatining innovatsion rivojlanishida korxona, oliy ta’lim muassasasi va ilmiy-tadqiqot tashkilotlari o‘rtasidagi hamkorlik muhim omildir. Innovatsiya faqat yangi qurilma yoki yangi mahsulot yaratishdan iborat emas; mavjud texnologiyalarni mahalliy sharoitga moslashtirish,

ularni samarali qo‘llash, ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish va ilg‘or tajribani amaliyotga joriy etish ham innovatsion rivojlanishning muhim shaklidir [1].

Malakali kadrlar masalasi ham texnologik yangilanish bilan chambarchas bog‘liq. Zamonaviy kimyo korxonalarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, raqamli nazorat, murakkab issiqlik va massa almashinish jarayonlari, katalitik qurilmalar hamda yuqori aniqlikdagi o‘lchash vositalari qo‘llanadi. Ularni samarali boshqarish uchun texnologik jarayonlarni, uskunalarni, avtomatlashtirishni va iqtisodiy samaradorlikni birgalikda tushunadigan mutaxassislar zarur. Shu bois oliy ta’lim dasturlarini ishlab chiqarish ehtiyojlari bilan uyg‘unlashtirish muhimdir [2].

Sanoat boshqaruvida institutsional muhit ham muhim o‘rin tutadi. Innovatsion faoliyatni rag‘batlantiruvchi huquqiy, iqtisodiy va tashkiliy sharoitlar korxonalarning texnologik yangilanishga bo‘lgan qiziqishini kuchaytiradi. Sanoat siyosatida davlat tomonidan investitsiya, kredit, soliq, raqobat va ekologik tartibga solish mexanizmlarining o‘zaro uyg‘un qo‘llanilishi korxonalar rivojlanishi uchun qulay muhit yaratishi mumkin [1].

Kimyo sanoatining barqaror rivojlanishida ekologik samaradorlik ham texnologik modernizatsiyaning tarkibiy qismi sifatida qaralishi lozim. Resurslardan tejamkor foydalanish, chiqindilarni kamaytirish, gaz va suyuq chiqindilarni tozalash, suvni qayta aylantirish hamda energiya sarfini pasaytirish bir vaqtning o‘zida ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va atrof-muhitga bosimni pasaytirish imkonini beradi.

Umuman olganda, kimyo sanoatida texnologik yangilanish, investitsiya, mahsulot diversifikatsiyasi, innovatsion boshqaruv va kadrlar tayyorlash bir-biridan ajralgan yo‘nalishlar sifatida emas, yagona rivojlanish tizimi sifatida qaralishi lozim. Faqat shunday yondashuv orqali mavjud xomashyo salohiyatidan yuqori darajada foydalanish, mahsulot sifatini yaxshilash va ichki hamda tashqi bozorlarda raqobatbardosh ishlab chiqarishni shakllantirish mumkin.

Xulosa. O‘zbekiston kimyo sanoatining rivojlanishi mamlakatning sanoat salohiyati, qishloq xo‘jaligini mineral o‘g‘itlar bilan ta’minlash, yangi materiallar ishlab chiqarish va iqtisodiyotning turdosh tarmoqlarini rivojlantirish bilan bevosita bog‘liq. Tarmoqning xomashyo imkoniyatlari keng bo‘lsa-da, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish texnologik bazani izchil yangilashni talab qiladi.

Tahlil qilingan yo‘nalishlar asosida kimyo sanoati uchun eng muhim vazifalar sifatida eskirgan uskunalarni bosqichma-bosqich almashtirish, energiya va material sarfini kamaytirish, ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish darajasini oshirish, xomashyoni chuqur qayta ishlash va mahsulotlar assortimentini kengaytirish belgilanadi. Mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bilan bir qatorda polimerlar, sintetik materiallar va boshqa yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar ulushini oshirish sanoatning iqtisodiy samaradorligini kuchaytirishi mumkin.

Kelgusidagi modernizatsiya jarayonlarida investitsiyalarni energiya tejamkor va yuqori samarali texnologiyalarga yo‘naltirish, ilmiy-tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy etish, oliy ta’lim muassasalari bilan hamkorlikni mustahkamlash hamda innovatsion boshqaruv mexanizmlarini rivojlantirish muhimdir. Bunday kompleks yondashuv kimyo sanoatining texnik va iqtisodiy barqarorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va milliy raqobatbardoshlikni mustahkamlash uchun zarur sharoit yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Muhamedov D.D., Shipkova O.T. Химическая промышленность Республики Узбекистан: основные препятствия на пути развития отрасли // Успехи в химии и химической технологии. Т. XXXI. 2017. № 14. С. 25–27.

2. Akhunova Sh.N., Mamadzhanov I.B., Urozova D.D. Химическая промышленность Узбекистана: проблемы развития и пути их преодоления // Journal of Economy and Business. 2019. Vol. 6-1. С. 34–38. DOI: 10.24411/2411-0450-2019-10814.

3. Vdovenko Z.V. Формирование методологии эффективного управления экономическими системами. Москва: изд-во СГУ, 2008. С. 15.

4. Shipkova O.T., Elizar'ev V.E. Институциональная и поведенческая экономическая теория как научная основа инновационной политики государства // Успехи в химии и химической технологии. 2015. Т. 29. № 5 (164). С. 101–104.

5. Margianti E.S. et al. Systematical Analysis of the Position and Further Development of Uzbekistan National Industry in the Case of Economic Modernization. Jakarta: Gunadarma Publisher, 2014.

6. Kurpayanidi K.I., Abdullaev A.M. Actual Issues of the Functioning of an Innovative Industrial Enterprise // ISJ Theoretical & Applied Science. 2018. № 11 (67). P. 74–81.

7. Ўзбекистон рақамларда. Статистик тўплам. Тошкент: Ўзбекистон Республикаси Давлат статистика қўмитаси, 2015.

“SHO‘RTAN GAZ-KIMYO MAJMUALARI” MCHJ MISOLIDA KORXONA OQAVA SUV TOZALASH TIZIMINING EKOLOGIK-TEXNOLOGIK KO‘RSATKICHLARINI TADQIQOTLASH

Tog‘ayev Hasan Abdivohid o‘g‘li,
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Neft va gaz ishi kafedrasi katta o‘qituvchisi,
togayevhasan1997@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada “Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi” MCHJ misolida sanoat oqava suvlarini tozalash inshootlarining ekologik-texnologik ko‘rsatkichlari tizimli tahlil qilingan. Amaldagi biologik va fizik-kimyoviy tozalash bosqichlarining samaradorligi kimyoviy kislorodga bo‘lgan talab (KKT), biologik kislorodga bo‘lgan talab (BKT5), neft mahsulotlari hamda sulfatlar konsentratsiyasi bo‘yicha o‘rganilgan. Tadqiqotlar davomida (n = 6 sikl) amaldagi tizimning o‘rtacha tozalash samaradorligi KKT bo‘yicha 76.4-78.2% ni tashkil etishi, biroq tarkibdagi yuqori sho‘rlanish va metanol miqdori faol loy biotsenoziga salbiy ta'sir ko‘rsatishi aniqlangan. Aerotenklarda erigan kislorod (DO) va biogen elementlar (N:P) muvozanatini optimallashtirish orqali umumiy tozalash samaradorligini 93.8% gacha oshirish va oqava suvlarni qayta aylanish tizimiga yo‘naltirish imkoniyatlari ilmiy asoslangan.

Kalit so‘zlar: Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi, oqava suv, biologik tozalash, aerotenk, KKT, faol loy, ekologik-texnologik ko‘rsatkich, optimallashtirish.

Abstract. This article provides a systematic analysis of the eco-technological performance of industrial wastewater treatment facilities, using the Shurtan Gas Chemical Complex LLC as a case study. The efficiency of the current biological and physicochemical treatment stages was investigated in terms of chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD_5), petroleum products, and sulfate concentration. During the studies (n = 6 cycles), it was found that the average treatment efficiency of the current system was 76.4-78.2% based on COD; however, the high salinity and methanol content in the composition negatively affect the activated sludge biocenosis. By optimizing the balance of dissolved oxygen (DO) and nutrients (N:P) in aeration tanks, the possibilities of increasing the overall treatment efficiency up to 93.8% and directing the wastewater into a recirculation system were scientifically substantiated.

Keywords: Shurtan Gas Chemical Complex, wastewater, biological treatment, aeration tank, COD, activated sludge, eco-technological indicator, optimization.

Аннотация. В данной статье проведен системный анализ эколого-технологических показателей сооружений по очистке промышленных сточных вод на примере ООО «Шуртанский газохимический комплекс». Эффективность действующих этапов биологической и физико-химической очистки изучена по показателям химического потребления кислорода (ХПК), биологического потребления кислорода ($БПК_5$), концентрации нефтепродуктов и сульфатов. В ходе исследований (n = 6 циклов) установлено, что средняя эффективность очистки действующей системы составляет 76.4-78.2% по ХПК, однако высокая минерализация и содержание метанола в составе оказывают негативное влияние на биоценоз активного ила. Научно обоснованы возможности повышения общей эффективности очистки до 93.8% и направления сточных вод в систему оборотного водоснабжения путем оптимизации баланса растворенного кислорода (DO) и биогенных элементов (N:P) в аэротенках.

Ключевые слова: Шуртанский газохимический комплекс, сточные воды, biological очистка, аэротенк, ХПК, активный ил, эколого-технологический показатель, оптимизация

Kirish. Zamonaviy gaz-kimyo sanoati juda katta miqdorda oqava suvlar hosil qilishi va ularning tarkibi murakkab toksik birikmalar bilan ifloslanganligi tufayli atrof-muhit muhofazasi muammolarining markazida turadi. “Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi” (ShGKM) MCHJ O‘zbekiston Respublikasining eng yirik uglevodorod xomashyosini qayta ishlovchi korxonalaridan biri bo‘lib, ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan oqava suvlar o‘ziga xos fizik-kimyoviy xususiyatlari, xususan, tarkibida metanol, sirt-faol moddalar, qoldiq neft uglevodorodlari va yuqori minerallashuv darajasi bilan ajralib turadi [1]. Korxonada oqava suvlarni tozalash tizimining ekologik-texnologik barqarorligini ta'minlash nafaqat tabiiy suv havzalarini muhofaza qilish, balki resurs tejovchi yopiq suv aylanish tizimini joriy etish uchun ham g‘oyat dolzarbdir.

Amaldagi tozalash inshootlarida oqava suvlarni chuqur tozalash uchun asosan mexanik, fizik-kimyoviy va biologik (aerotenklarda faol loy yordamida) usullardan foydalaniladi. Biroq, kiruvchi oqava suvlardagi ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasining keskin tebranishi (shok yuklamalar) ko‘pincha biologik jarayonlarning buzilishiga, faol loyning shishishi (bulking) va mikroorganizmlar faolligining pasayishiga olib keladi [2]. Shu sababli, majmuaning oqava suv tozalash inshootlarini ekologik va texnologik mezonlar asosida tadqiq qilish, jarayonlardagi kamchiliklarni aniqlash va ularni optimallashtirish yo‘llarini ishlab chiqish maqsad qilingan.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotlar ShGKM oqava suv tozalash inshootlarining biologik tozalash (aerotenk) bosqichida olib borildi. Korxona oqava suvining o‘rtacha kunlik sarfi va tarkibiy ko‘rsatkichlari monitoring qilindi. Tozalash tizimining barqarorligini baholash uchun n = 6 ta mustaqil texnologik sikl davomida tahlillar o‘tkazildi. Laboratoriya sharoitida oqava suv tarkibidagi Kimyoviy kislorodga bo‘lgan talab (KKT) dixromat usulida, Biologik kislorodga bo‘lgan talab (BKT5) esa standart 5 kunlik inkubatsiya usuli yordamida aniqlandi [3]. Neft mahsulotlari miqdori IQ-spektrofotometrik usulda tahlil qilindi.

Tajribalarda amaldagi (nazorat) rejim bilan bir qatorda optimallashtirilgan texnologik rejim qiyosiy o‘rganildi. Optimallashtirilgan rejimda aerotenklardagi erigan kislorod miqdori (Dissolved Oxygen, DO) 2.0-2.5 mg/l darajasida barqaror ushlab turildi hamda biogen elementlar balansi N:P = 100:5:1 (azot va fosfor dozalari) nisbatda sun'iy ravishda muvofiqlashtirildi [4]. Faol loyning mikrobiologik tarkibi va gidrobiologik ko‘rsatkichlari (loy indeksi, biotsenoz tarkibidagi yirtqich va kipriklik infuzoriyalar balansi) mikroskopik tahlillar yordamida nazorat qilib borildi. Tizimning umumiy ekologik-texnologik tozalash samaradorligi (E) quyidagi formula yordamida hisoblandi:

$$E = ((C_{in} - C_{out}) / C_{in}) * 100\% \quad (1)$$

Bu yerda, C_in – oqava suvning tozalash inshootiga kirishdagi ifloslantiruvchi modda konsentratsiyasi (mg/l); C_out – tozalash tizimidan chiqishdagi qoldiq konsentratsiya (mg/l).

Natijalar va muhokama. Tadqiqot sikllari davomida olingan ekologik-texnologik ko‘rsatkichlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, amaldagi an'anaviy rejimda tizimning KKT va neft mahsulotlarini tozalash qobiliyati barqaror emas. 1-jadvalda nazorat va optimallashtirilgan rejimlardagi tozalash ko‘rsatkichlarining sikllar bo‘yicha solishtirma dinamikasi keltirilgan.

1-jadval

Sikllar bo‘yicha KKT ko‘rsatkichining kamayishi va samaradorlik dinamikasi

Sikl raqami	Kirish KKT (mg/l)	Amaldagi rejim (Chiqish KKT, mg/l)	Optimallashtirilgan rejim (Chiqish KKT, mg/l)	Samaradorlik o‘sishi (%)
1	450	102	28	16.4%
2	480	110	30	16.6%
3	520	125	32	17.9%

4	440	98	25	16.6%
5	510	118	31	17.1%
6	490	108	29	16.1%

Jadval ma'lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, kirish oqava suvida KKT qiymati 440-520 mg/l oralig‘ida bo‘lganda, amaldagi tizim chiqishda 98-125 mg/l ko‘rsatkichni ta'minlagan, bu esa o‘rtacha 76.4-78.2% samaradorlikka mos keladi. Aerotenklardagi jarayonlarni aeratsiya intensivligi va biogen qo‘shimchalar (N, P) yordamida optimallashtirish natijasida chiqish suvidagi KKT miqdori keskin kamayib, 25-32 mg/l ni tashkil etdi. Bunda tozalash samaradorligi o‘rtacha 93.8-94.3% gacha ko‘tarildi.

Gidrobiologik tahlillar shuni tasdiqladiki, amaldagi rejimda erigan kislorod yetishmasligi va azot-fosfor tanqisligi sababli faol loyda ipotsimon bakteriyalar (filamentous bulking) ustunlik qilgan. Bu loyning tindirgichlarda yomon cho‘kishiga va oqova suv bilan birga chiqib ketishiga sabab bo‘lgan. Jarayon optimallashtirilganda esa ipotsimon tuzilmalar o‘rnini yuqori darajadagi indikator mikroorganizmlar – Opercularia va Vorticella oilasiga mansub kipriklik infuzoriyalar hamda ko‘p hujayrali rotiferlar egalladi. Bu holat organik ifloslantiruvchilar va neft mahsulotlarining bio-utilizatsiyasi muvaffaqiyatli kechayotganligidan dalolat beradi.

Ushbu ekologik-texnologik o‘zgarishlarning sababini aniqlash maqsadida faol loy gidrobiologik strukturasi va fizik-kimyoviy parametrlari tahlil qilindi (2-jadval).

2-jadval

Tozalash tizimining qiyosiy ekologik-texnologik va gidrobiologik parametrlari

Ekologik-texnologik ko‘rsatkichlar	**Amaldagi an'anaviy rejim**	**Optimallashtirilgan rejim**
Erigan kislorod (DO) aerotenklarda, mg/l	0.8 – 1.5 (notekis)	2.0 – 2.5 (barqaror)
Loy indeksi (SVI), ml/g	140 – 165 (loy shishishi)	85 – 100 (yaxshi cho‘kish)
Neft mahsulotlarini tozalash samarasi, %	72.5%	95.1%
Biotsenozning dominant mikroorganizmlari	Ipotsimon bakteriyalar, mayda amebalar	Opercularia, Vorticella, rotiferlar
Ikkilamchi tindirgich loyining tiniqligi	Xira, suzuvchi loy parchalari bor	Tiniq, zich cho‘kma

FTIR va fizik-kimyoviy tahlillar natijasida, metanolning destruksiyasi ham o‘rganildi. Faol loy mikroorganizmlari erigan kislorod yetarli bo‘lganda metanolni karbonat angidrid va suvgacha to‘liq oksidlaydi. Bu esa majmuadan chiqadigan oqava suvlarning ekologik zararsizligini ta'minlab, ulardan zavodning texnik ehtiyojlari (sovitish minoralari – gradirnyalar) uchun qayta foydalanish imkonini beradi.

Xulosa. “Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi” MCHJ oqava suv tozalash inshootlarida o‘tkazilgan tadqiqotlar amaldagi tizimning ekologik-texnologik ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilash imkoniyatlari mavjudligini ko‘rsatdi. Aerotenklarda erigan kislorod rejimini 2.0-2.5 mg/l miqdorida barqarorlashtirish va biogen elementlarni (N:P) normativ miqdorda dozalash orqali tozalash samaradorligini KKT bo‘yicha 93.8% gacha oshirishga erishildi. Ushbu rejim ipotsimon bakteriyalar rivojlanishini cheklab, loy indeksini 85-100 ml/g gacha normallashtiradi. Olingan

natijalar ShGKM oqava suvlarini ekologik xavfsiz utilizatsiya qilish va korxonada to‘liq yopiq suv aylanish tizimini tashkil etish uchun texnologik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Worch E. Adsorption Technology in Water Treatment: Fundamentals, Processes, and Modeling. — Berlin: De Gruyter, 2012. — 345 p.

2. Когановский А.М., Клименко Н.А. Адсорбционная технология очистки сточных вод. — Киев: Техніка, 1981. — 175 с.

3. Beall G.W. The use of organoclays in water treatment // Applied Clay Science. — 2003. — Vol. 24. — P. 11–20.

4. Moazed H., Viraraghavan T. Removal of oil from water by bentonite organoclay // Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management. — 2005. — Vol. 9. — P. 130–134.

SANOAT OQAVA SUVLARINI KEYINGI (QO‘SHIMCHA) TOZALASH JARAYONLARIDA ZAMONAVIY SORBSION VA FIZIK-KIMYOVIY USULLARNI QO‘LLASH SAMARADORLIGI

Tog‘ayev Hasan Abdivohid o‘g‘li[1], Roziqov Tursunpulat Rustam o‘g‘li[2],
[1]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti,
[2]Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Ushbu maqolada sanoat oqava suvlarini biologik tozalash inshootlaridan keyin qo‘shimcha (chuqur) tozalash bosqichida zamonaviy sorbsion va fizik-kimyoviy usullarni qo‘llash samaradorligi tadqiq etilgan. Biologik usulda tozalangan oqava suvlar tarkibidagi qoldiq organik ifloslantiruvchilar, og‘ir metall ionlari va sirt-faol moddalarni tutib qolishda mahalliy xomashyolar asosida olingan modifikatsiyalangan organobentonit hamda ozonlash/UB-radiatsiya (AOPs) gibrid usullarining samaradorligi qiyosiy tahlil qilingan. Tajriba natijalariga ko‘ra, organobentonit sorbenti qo‘llanilganda kimyoviy kislorodga bo‘lgan talab (KKT) ko‘rsatkichi 92% gacha, neft mahsulotlari konsentratsiyasi esa 95% gacha kamayishi aniqlandi. Jarayonlarning texnik-iqtisodiy tahlili va atrof-muhit muhofazasidagi roli bayon etilgan.*

Kalit so‘zlar: *oqava suv, qo‘shimcha tozalash, sorbsiya, organobentonit, fizik-kimyoviy usullar, ilg‘or oksidlanish, KKT, samaradorlik.*

Аннотация. В статье исследуется эффективность применения современных сорбционных и физико-химических методов для доочистки промышленных сточных вод после этапов биологической очистки. Проведен сравнительный анализ эффективности использования модифицированного органобентонита (полученного из местного сырья) и гибридных методов озонирования/УФ-облучения (процессов глубокого окисления — АОР) при удалении остаточных органических загрязнителей, ионов тяжелых металлов и поверхностно-активных веществ из биологически очищенных сточных вод. Результаты экспериментов показали, что использование адсорбента на основе органобентонита позволило снизить химическое потребление кислорода (ХПК) на величину до 92%, а концентрацию нефтепродуктов — до 95%. Также рассмотрены технико-экономические аспекты данных процессов и их роль в охране окружающей среды.

Ключевые слова: сточные воды, доочистка, сорбция, органобентонит, физико-химические методы, глубокое окисление, ХПК, эффективность.

Abstract. This article investigates the effectiveness of employing modern sorption and physicochemical methods for the additional (advanced) treatment of industrial wastewater following biological treatment stages. A comparative analysis was conducted on the efficiency of modified organobentonite—derived from local raw materials—and hybrid ozonation/UV-radiation methods (Advanced Oxidation Processes, or AOPs) in removing residual organic pollutants, heavy metal ions, and surfactants from biologically treated wastewater. Experimental results demonstrated that the use of organobentonite adsorbent reduced Chemical Oxygen Demand (COD) by up to 92% and the

concentration of petroleum products by up to 95%. The technical-economic analysis of the processes and their role in environmental protection are also discussed.

Keywords: wastewater, additional treatment, sorption, organobentonite, physicochemical methods, advanced oxidation, COD, efficiency.

Kirish. Zamonaviy sanoat korxonalari, xususan, kimyo, neft-gaz va metallurgiya majmualarining jadal rivojlanishi hosil bo‘layotgan oqava suvlar miqdorining ortishiga va ularning tarkibi murakkablashishiga olib kemoqda. Sanoat oqava suvlarini tozalashda an'anaviy mexanik va biologik usullar asosiy bosqich hisoblansa-da, ular ko‘p hollarda suv tarkibidagi turg‘un organik birikmalar, sintetik sirt-faol moddalar (SSFM) va og‘ir metallarni qat'iy ekologik me'yorlar (CHEK) darajasigacha tozalash imkonini bermaydi. Biologik tozalash inshootlaridan chiqqan suvlarda qoldiq ifloslantiruvchilarning saqlanib qolishi suv havzalarining evtrofikatsiyalashuviga va gidrobiotsenozning buzilishiga sabab bo‘ladi [1, 2].

Shu sababli, sanoat oqava suvlarini chuqur (keyingi) tozalash bosqichida zamonaviy fizik-kimyoviy va sorbsion usullarni joriy etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Sorbsion usullar oqava suvlardan mikroifloslantiruvchilarni yuqori samaradorlik bilan ajratib olish qobiliyati, konstruktiv soddaligi va qayta tiklanuvchanligi (regeneratsiyalanishi) bilan ajralib turadi. So‘nggi yillarda mahalliy tabiiy mineral xomashyolar, jumladan, bentonit gillari asosida yuqori selektivlikka ega bo‘lgan organobentonitlar olish va ularni sorbent sifatida qo‘llash keng tadqiq etilmoqda. Ikkinchi tomondan, murakkab organik birikmalarni destruksiya qilish uchun ilg‘or oksidlanish jarayonlari (Advanced Oxidation Processes – AOPs), xususan, ozonlash va ultrabinafsha (UB) nurlanish gibrid tizimlari katta qiziqish uyg‘otmoqda. Mazkur ishda oqava suvlarni keyingi tozalash bosqichida ushbu zamonaviy usullarning samaradorligi qiyosiy o‘rganilgan.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot ob'ekti sifatida kimyo va neftni qayta ishlash zavodlarining biologik tozalash inshootlaridan chiqqan oqava suvlari olindi. Dastlabki suv ko‘rsatkichlari: KKT (Kimyoviy kislorodga bo‘lgan talab) – 120-150 mg/l, neft mahsulotlari – 8.5-12.0 mg/l, SSFM – 3.2-4.5 mg/l ni tashkil etdi. Sorbsion tobalash jarayonlari uchun mahalliy bentonitni to‘rtlamchi ammoniy tuzlari bilan modifikatsiyalash orqali olingan organobentonit sorbentidan foydalanildi. Statik sharoitdagi tajribalar xona haroratida (25 °C), doimiy aralashtirish tezligida (200 ayl/daqiqa) va sorbent dozasining 1.0 dan 10.0 g/l gacha bo‘lgan diapazonida olib borildi. Kontakt vaqti 15 daqiqadan 120 daqiqagacha o‘zgartirildi. Jismoniy-kimyoviy destruksiya jarayoni esa laboratoriya ozonator qurilmasida (ozon unumdorligi 5 g/soat) UB-lampa (quvvati 25 Vt, to‘lqin uzunligi 254 nm) bilan kombinatsiyalashgan holda bajarildi (n = 6). Oqava suvning ifloslanish darajasi va tozalash samaradorligi standart fotometrik hamda titrimetrik usullar yordamida, KKT va neft mahsulotlarining qoldiq miqdoriga ko‘ra aniqlandi. Tozalash samaradorligi (E, %) quyidagi formula yordamida hisoblandi:

$$E = ((C_0 - C_n) / C_0) \cdot 100\% \quad (1)$$

Bu yerda, C_0 – ifloslantiruvchi moddaning dastlabki konsentratsiyasi (mg/l); C_n – jarayondan keyingi qoldiq konsentratsiyasi (mg/l).

Natijalar va muhokama. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, organobentonit sorbenti oqava suv tarkibidagi gidrofob neft mahsulotlari va yuqori molekulali organik moddalarni samarali yutadi. Bu organomodifikatorning bentonit qatlamlararo bo‘shlig‘ini kengaytirishi va yuzani gidrofob holatga o‘tkazishi bilan izohlanadi. Sorbsiya jarayonining vaqtga bog‘liqligi o‘rganilganda, dastlabki 45 daqiqada asosiy sig‘imning 85-88% i to‘lishi va 90-daqiqaga kelib dinamik muvozanat qaror topishi aniqlandi. Sikllar va vaqt bo‘yicha tozalash samaradorligining o‘zgarishi 1-jadvalda jamlangan.

1-jadval

Kontakt vaqtiga bog‘liq ravishda tozalash samaradorligining o‘zgarishi (Sorbent dozasi – 6 g/l)

Kontakt vaqti, daqiqa	Organobentonit (KKT bo‘yicha), %	Organobentonit (Neft m. bo‘yicha), %	Ozon+UB (KKT bo‘yicha), %	Ozon+UB (Neft m. bo‘yicha), %

15	54	62	48	41
30	72	78	65	58
45	84	89	78	72
60	89	93	84	81
90	92	95	88	86

Jadval ma'lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, organobentonit qo‘llanilganda neft mahsulotlarini tutib qolish ko‘rsatkichi 95% gacha yetgan, KKT esa 92% ga kamaygan. Ozonlash va UB nurlanishning birgalikdagi ta'siri (Ozon+UB) esa murakkab organik molekulalarni zanjirsimon radikallar (•OH) hosil qilish orqali parchalaydi. Bu usul KKT ko‘rsatkichini pasaytirishda yuqori natija (88%) bersa-da, sof neft mahsulotlarining destruksiyasida sorbsiya usuliga nisbatan bir oz pastroq samaradorlik ko‘rsatdi. Biroq, AOPs usulining afzalligi shundan iboratki, u tizimda ikkilamchi chiqindilar (to‘yingan sorbent loyqalari) hosil qilmaydi. Ikki zamonaviy usulning qiyosiy texnik-iqtisodiy va ekologik tavsiflari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Keyingi tozalash usullarining qiyosiy texnologik va ekologik tavsifi

Ko‘rsatkichlar / Mezonlar	**Sorbsion usul (Organobentonit)**	**Fizik-kimyoviy usul (Ozon+UB)**
Maksimal KKT kamayishi, %	92	88
Neft mahsulotlarini ajratish, %	95	86
Energiya sarfi va ekspluatatsiya	Past (faqat aralashtirish tizimi)	Yuqori (ozonator va UB qurilmalari)
Ikkilamchi chiqindi shakllanishi	Mavjud (utilizatsiya talab etiladi)	Mavjud emas (to‘liq mineralizatsiya)
Tavsiya etilgan amaliy o‘rni	Asosiy chuqur tozalash filtrlari uchun	Turg‘un toksik moddalarni parchalash uchun

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mahalliy mineral xomashyo asosidagi organobentonit iqtisodiy jihatdan juda samarali bo‘lib, import o‘rnini bosuvchi faollashtirilgan ko‘mirlarga nisbatan tannarxi 3-4 barobar past. Ozon+UB tizimi esa yuqori kapital va energiya xarajatlarini talab qilsa-da, oqava suvdagi qiyin parchalanadigan aromatik birikmalar va toksik mikromoddalarni yo‘qotishda tengsizdir [3, 4]. Eng yuqori texnologik va ekologik samaraga ushbu ikki usulni ketma-ketlikda (avval Ozon+UB destruksiyasi, so‘ngra organobentonit filtri) qo‘llash orqai erishish mumkin. Bu korxonalarda suv aylanishining yopiq tizimini (zero liquid discharge) yaratish va tozalangan suvni texnik maqsadlarga qayta ishlatish imkonini beradi.

Xulosa. Sanoat oqava suvlarini biologik tozalash bosqichidan keyin chuqur tozalashda zamonaviy sorbsion va fizik-kimyoviy usullarning samaradorligi yuqoriligi isbotlandi. Mahalliy bentonit asosidagi organobentonit neft mahsulotlarini 95% gacha va KKT ko‘rsatkichini 92% gacha kamaytirishni ta'minlaydi va import analoglaridan sezilarli darajada arzon hisoblanadi. Ozon+UB destruksiya usuli esa oqava suvni ikkilamchi ifloslantirmasdan, organik moddalarni to‘liq minerallash imkonini beradi. Sanoat oqava suvlarini chuqur tozalash inshootlarida ushbu texnologiyalarning kombinatsiyalashgan variantini qo‘llash suv resurslarini tejash hamda ekologik xavfsizlikni ta'minlashning eng maqbul yechimidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Worch E. Adsorption Technology in Water Treatment: Fundamentals, Processes, and Modeling. — Berlin: De Gruyter, 2012. — 345 p.
2. Когановский А.М., Клименко Н.А. Адсорбционная технология очистки сточных вод. — Киев: Техніка, 1981. — 175 с.
3. Beall G.W. The use of organoclays in water treatment // Applied Clay Science. — 2003. — Vol. 24. — P. 11–20.
4. Moazed H., Viraraghavan T. Removal of oil from water by bentonite organoclay // Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management. — 2005. — Vol. 9. — P. 130–134.

СРАВНЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ЭЛЕМЕНТОВ СГОРАНИЯ В КОЛОННАХ МАССОВОГО ОБМЕНА

Мейлиева Мафтуна Шухрат кизи
Каршинский государственный технический университет, ассистент
meylievamaftuna018@gmail.com

Аннотация: *На основе многокомпонентной фазовой диаграммы, характерной для пластовых флюидов, объясняются фазовые переходы, происходящие в смесях легких углеводородов, извлекаемых из природного газа газоконденсатных месторождений, в зависимости от давления и температуры. Рассматривается переход тяжелых компонентов в жидкую углеводородную фазу при давлении точки росы в газоконденсатной системе в изотермических условиях, образование двухфазной зоны и предотвращение ретроградного явления.*

Ключевые слова: *Газовая смесь; газовый конденсат; температура; многокомпонентный;*

Annotatsiya: *Gaz kondensatli konlar tabiiy gazi tarkibidan ajratib olinayotgan yengil uglevodorodlar aralashmalarida bosim va haroratga bog`liq ravishda sodir bo`ladigan fazaviy o‘zgarishlar uyumdagi qatlam flyuidlari uchun tavsifli bo‘lgan ko‘p komponentli fazalar diagrammasi asosida izohlangan. Izotermik sharoitlarda gazkondensat tizimida og‘ir komponentlar shudring nuqtasi bosimida suyuq uglevodorod fazasiga o‘tish va ikki fazali soha vujudga kelishi hamda retrograd hodisasining kuzatilishi oldini olish masalalari yoritilgan.*

Kalit so‘zlar: *Gaz aralashmasi; gaz kondensat; harorat; ko‘p komponent;*

Abstract: *The phase changes that occur in light hydrocarbon mixtures extracted from natural gas from gas condensate fields depending on pressure and temperature are explained on the basis of a multicomponent phase diagram characteristic of reservoir fluids. The transition of heavy components to the liquid hydrocarbon phase at the dew point pressure in the gas condensate system under isothermal conditions and the formation of a two-phase zone and the prevention of the retrograde phenomenon are discussed.*

Keywords: *Gas mixture; gas condensate; temperature; multicomponent;*

При проектировании промышленных устройств основное внимание уделяется определению эффективности теплопередачи и разделения смесей в устройствах сгорания. В этом случае структура потоков внутри устройства играет ключевую роль в обеспечении эффективности процессов массопереноса. Любое изменение, происходящее внутри устройства, влияет на структуру потока и приводит к образованию множества неактивных зон, снижению движущей силы и, как следствие, уменьшению эффективности массопереноса.

Эффективность разделения смесей зависит от полноты структуры потока и дисперсии фаз в соединительном устройстве, интенсивности тепло- и массообмена, а также площади поверхностей между фазами. Аппарат также должен обеспечивать высокие значения коэффициента массопереноса, размера относительных поверхностей фазового соединения и

средних движущих сил. На каждой ступени колонны взаимодействие газа и жидкости может происходить в противоточном, прямоточном и поперечном режимах. Поэтому наиболее оптимальным вариантом является создание взаимного движения фаз в виде поперечного и противоточного потоков. При использовании многослойных соединительных элементов взаимное движение потоков принимает более сложную форму. Поэтому выбор оптимального типа аппарата возможен путем сравнения конструкций барботажных и сопловых ректификационных колонн и анализа условий их эксплуатации.

В тарельчатых колоннах с разливочным устройством возникает вихревая неравномерность, обусловленная вихревым сопротивлением при движении жидкости вдоль тарелки. Эта неравномерность, особенно в результате закупорки заслонок, расположенных поперечно потоку, также приводит к изменению уровня жидкости и возникновению вихревого градиента потока жидкости. Это особенно заметно на тарелках больших размеров. При этом значение гидравлического градиента также увеличивается. В результате возникает неравномерность потока газа в разных направлениях в жидкостном и газовом потоках.

При низких нагрузках на муфты поток жидкости к нижним пластинам затрудняется, а при высоких — клапаны засоряются. Хотя заслонки стабильно работают в широком диапазоне, они дороги и требуют большого количества металла. Кроме того, их сборка и разборка для очистки трудоемки и сложны, поскольку вероятность образования механических отложений на их поверхностях чрезвычайно высока.

При высоких нагрузках в газожидкостной системе монолитные решетчатые плиты эффективно работают, не образуя механических обломков, когда смесь содержит большое количество жидкости, однако основным недостатком является очень небольшой стабильный диапазон рабочих режимов.

На рисунке 1 и в таблице 1 представлено сравнение различных типов тарелок. Ректификационные колонны с тарелками надежно работают при очень низких расходах жидкости и обеспечивают хорошее барботирование газа через жидкость. При низких расходах пара жидкость в колонне протекает через отверстия тарелок, тогда как при высоких расходах пара жидкость уносится паром.

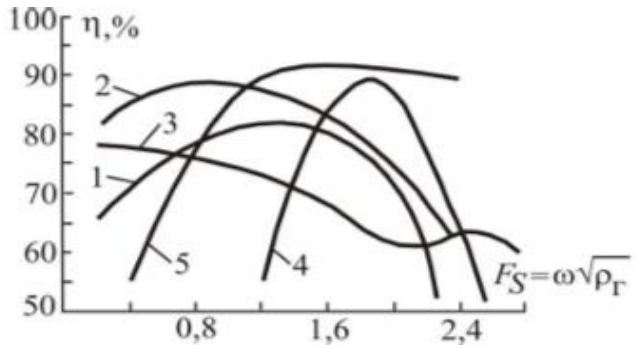


Рисунок 1. Эффективность тарелок различной конструкции. 1 – с крышкой; 2 – с клапаном; 3 – сетчатая; 4 – с решеткой; 5 – тарелка Киттеля. Эффективность трубчатых колонн, особенно упорядоченных, зависит от плоскости переноса жидкой фазы. Трубчатые колонны наиболее эффективны при работе в стационарном режиме, т.е. без резких изменений состава и расхода фаз. Сравнительные характеристики трубок по сравнению с кольцом Рашига.

Таблица 1

Сравнение форсунок относительно кольца Рашига.

Тип гнезда	**производительность труда**	**Эффективность**	**Однопластинчатый резистор**
Кольцо Рашида, диаметр = 25 мм	1	1	1
Кольцо Палла, диаметр = 25 мм	1.4…1.5	1…1.25	0,7…0,75
Седло Берл	1.08…1.25	1.11	06…07
Седло Intalox	1.2…1.4	1.3	0,45…0,5

Борд кольцо	1	2.5…2.6	0.3
Сеть Стедмана	1.1…1.3	5…6	1…1.17
Гудлоу	1.15…1.20	3.5	0,13
Зулсер (VX)	2	2.5	0,25…0,45
ГИПХ-8	3…3.5	3…3.5	0,25…0,3

В колонне разделение примесей, процессы тепло- и массообмена между газообразным (паровым) и жидким потоками происходят в насадочном слое. Кроме того, насадочные колонны являются самыми простыми с точки зрения конструкции и удобными в эксплуатации, а при изготовлении элементов колонны могут использоваться недорогие коррозионностойкие элементы.

Литература

1. Чанг А.Ф., Пашиканти К., Лю Ю. Проектирование нефтеперерабатывающих заводов: интегрированное моделирование и оптимизация процессов. Вайли-ВЧ, 2012. -522 с.

2. Башаров М.М., Лаптева Е.А. Модернизация промышленных установок разделения смеси и нефтегазохимического комплекса. Монография / Подред. Лаптева А.Г. Казань: Отечество, 2013. 297 с.

3. Lesser GmbH. Справочник инженера по предохранительным клапанам. Издание: 10.02.10. Leser GmbH & Co. KG, 2012. -441 с.

ОБЪЕКТ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИКАЦИИ ПЛЁНОЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ПРОДУКТОМ АЛКОГОЛИЗА ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА (ПАПЭТ).

Жураев Адхам Тулаганович[1], Тилавов Ҳусан Шомуродович[2]

[1]базовый докторант; [2]доцент, PhD, научный руководитель Каршинский государственный технический университет.

Аннотация: В работе представлены объект исследования, материалы и методика эксперимента, применённые для изучения модификации плёночного полиэтилена (ПЭ) высокого давления, выпускаемого на Шуртанском газохимическом комплексе (ШГХК), реакционноспособным олигоэфиром - продуктом алкоголиза вторичного полиэтилентерефталата (ПАПЭТ). В качестве объектов исследования выбраны три промышленные марки плёночного ПЭ - F-Y957, F-Y346 и F-0120; для двух из них установлены базовые (исходные) показатели плотности, показателя текучести расплава (ПТР), предела прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве. Описана методика синтеза ПАПЭТ из вторичного ПЭТ и диэтиленгликоля (ДЭГ) при мольных соотношениях 1:0,1 и 1:0,2, процедура компаундирования модификатора с базовым ПЭ методом экструзии при содержании ПАПЭТ 0,5; 3 и 8 масс.%, а также комплекс методов анализа (ИК-Фурье спектроскопия, ДСК, СЭМ и стандартизированные физико-механические испытания), применяемых для характеристики полученных композиций.

Ключевые слова: плёночный полиэтилен, вторичный ПЭТ, алкоголиз, ПАПЭТ, экструзионное компаундирование, ИК-Фурье спектроскопия, физико-механические испытания.

Аннотация: Ушбу мақолада Шуртан газ - кимё мажмуасида (ШГКМ) ишлаб чиқарилаётган юқори босимли плёнка полиэтилени (ПЭ)ни иккиламчи полиэтилентерефталат (ПЭТ) ни алкоголизлаш маҳсулоти - реакцион қобилиятли олигоэфир (ПАПЭТ) билан модификациялашни ўрганиш учун қўлланилган тадқиқот объекти, материаллар ва тажриба методикаси келтирилган. Тадқиқот объекти сифатида плёнка полиэтиленининг учта саноат маркаси - F - Y957, F - Y346 ва F - 0120 танлаб олинган; уларнинг иккитаси учун зичлик, оқувчанлик кўрсаткичи (ОК), чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси ва узилишдаги нисбий

узайишнинг бошланғич (база) кўрсаткичлари аниқланган. Иккиламчи ПЭТ ва диэтиленгликол (ДЭГ)дан 1:0,1 ва 1:0,2 мол нисбатларида ПАПЭТ синтез қилиш методикаси, модификаторни база ПЭ билан экструзия усулида 0,5; 3 ва 8 масс.% миқдорда аралаштириш (компаундлаш) тартиби, шунингдек олинган композицияларни тавсифлаш учун қўлланилган таҳлил усуллари мажмуи (ИҚ - Фурье спектроскопияси, ДСК, СЭМ ва стандартлаштирилган физик-механик синовлар) баён этилган.

Калит сўзлар: плёнка полиэтилени, иккиламчи ПЭТ, алкоголиз, ПАПЭТ, экструзион компаундлаш, ИҚ-Фурье спектроскопияси, физик-механик синовлар.

Abstract: This paper presents the research object, materials and experimental methodology used to study the modification of high-pressure film - grade polyethylene (PE), produced at the Shurtan Gas Chemical Complex (SHGKM), with a reactive oligoester - a product of the alcoholysis of secondary polyethylene terephthalate (PAPET). Three industrial grades of film-grade PE - F-Y957, F-Y346 and F-0120 - were selected as research objects; for two of them, baseline (initial) indicators of density, melt flow index (MFI), tensile strength and elongation at break were established. The paper describes the methodology for synthesizing PAPET from secondary PET and diethylene glycol (DEG) at molar ratios of 1:0.1 and 1:0.2, the procedure for compounding the modifier with the base PE by extrusion at PAPET contents of 0.5, 3 and 8 wt.%, as well as the set of analytical methods (FTIR spectroscopy, DSC, SEM and standardized physical-mechanical tests) used to characterize the resulting compositions.

Keywords: film-grade polyethylene, secondary PET, alcoholysis, PAPET, extrusion compounding, FTIR spectroscopy, physical-mechanical testing.

Введение. Одной из актуальных задач современного полимерного материаловедения является одновременное решение двух проблем: утилизация накапливающихся отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ) и повышение эксплуатационных характеристик плёночного полиэтилена, широко применяемого в упаковочной, сельскохозяйственной и строительной отраслях. Химическая модификация ПЭ реакционноспособным продуктом переработки вторичного ПЭТ представляет собой научно и экологически обоснованное направление, соответствующее принципам циркулярной экономики в области полимерных материалов. Для получения достоверных и воспроизводимых экспериментальных данных необходимо чёткое определение объекта исследования, обоснование выбора материалов и разработка единой методики синтеза, компаундирования и анализа.

Объект и материалы исследования. Объектами исследования являются три марки плёночного полиэтилена высокого давления производства ШГХК: F-Y957, F-Y346 и F-0120. Выбор данных марок обусловлен тем, что они являются основными плёночными марками, выпускаемыми на комплексе, и охватывают практически значимый диапазон плотности и показателя текучести расплава, применяемый в производстве упаковочных и сельскохозяйственных плёнок. Определение исходных (базовых) характеристик немодифицированных смол является необходимым первым этапом, поскольку все последующие изменения свойств, вызванные введением ПАПЭТ, оцениваются относительно данных базовых значений. В таблице 1 приведены представительные базовые показатели для двух из исследуемых марок.

Таблица 1

Базовые показатели исходных марок плёночного ПЭ.

Показатель	ПЭ F-Y957	ПЭ F-Y346
Плотность, г/см³	0,9575	0,9769
Показатель текучести расплава, г/10мин (190°С, 2,16 кг)	0,97	0,29

Показатель	ПЭ F-Y957	ПЭ F-Y346
Предел прочности при растяжении, МПа	25,6	10,1
Относительное удлинение при разрыве, %	514	849

Методика синтеза модификатора ПАПЭТ. Модификатор (ПАПЭТ) получают методом алкоголиза вторичного ПЭТ (ВПЭТ), выделенного из отходов ПЭТ-тары, с использованием диэтиленгликоля (ДЭГ) в качестве алкоголизирующего агента при контролируемой температуре и в присутствии катализатора переэтерификации. Хлопья ВПЭТ предварительно очищают и сушат для удаления поверхностных загрязнений и остаточной влаги во избежание побочных гидролитических реакций. Реакцию проводят при мольных соотношениях ВПЭТ:ДЭГ, равных 1:0,1 и 1:0,2, что позволяет получить продукты алкоголиза различной средней молекулярной массы и различного содержания функциональных групп и оценить влияние длины цепи модификатора на свойства получаемых композиций независимо от концентрации ПАПЭТ.

Методика компаундирования. Синтезированный ПАПЭТ вводят в каждую из базовых марок ПЭ методом смешения в расплаве на двухшнековом экструдере при содержании модификатора 0,5; 3 и 8 масс.% по отношению к матрице ПЭ. Данный диапазон концентраций выбран для охвата минимального (0,5 масс.%), промежуточного (3 масс.%) и повышенного (8 масс.%) уровней содержания модификатора, что позволяет выявить возможный порог, за пределами которого начинает преобладать эффект охрупчивания композиции.

Методы анализа и испытаний. Характеристика модифицированных композиций проводится по комплексному протоколу: (1) ИК-Фурье спектроскопия - для подтверждения химического внедрения ПАПЭТ по появлению полосы поглощения карбонильной группы в области 1714–1745 $см^{-1}$; (2) дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) - для оценки температуры плавления и степени кристалличности; (3) сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) - для изучения морфологии фаз и характера распределения модификатора в матрице ПЭ; (4) комплекс стандартизированных физико-механических и теплофизических испытаний, включающий определение ПТР (190°C, 2,16 кг), плотности, предела прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве, ударной вязкости по Изоду (+23°C и −10°C), температуры размягчения по Вика, температуры теплостойкости по методу HDT, стойкости к растрескиванию под напряжением (ESCR) и твёрдости по Роквеллу.

Выводы. Представленные объект, материалы и методика исследования обеспечивают системную и воспроизводимую основу для оценки модификации плёночного полиэтилена продуктом алкоголиза вторичного ПЭТ. Сочетание промышленно значимых базовых марок ПЭ, контролируемого двухвариантного синтеза модификатора, градуированной серии компаундирования и комплексного химико-морфолого-механического протокола характеристики позволяет получить статистически достоверные корреляции «структура–свойства», необходимые для определения оптимальной рецептуры ПАПЭТ применительно к промышленному производству плёнок на ШГХК.

Литература.

1. Ясьян Ю.П., Матюхин В.В. Химическая переработка полиэтилентерефталата: современное состояние проблемы // Пластические массы. – 2019. – № 5–6. – С. 45–49.

2. Шибряева Л.С., Куликова Л.М. Модификация полиолефинов реакционноспособными олигомерами // Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. – 2020. – Т. 62, № 3. – С. 178–190.

3. Виноградов А.В. Технология вторичной переработки полимерных материалов. – М.: Химия, 2018. – 312 с.

4. Ким В.С. Теория и практика экструзии полимеров. – М.: Колосс, 2017. – 495 с.

5. Тилавов Ҳ.Ш., Холикова С.Ж. Ингибирующее действие хинолиновых производных на коррозию металлов // Узбекский химический журнал. – 2022. – № 4. – С. 55–61.
6. ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
7. ГОСТ 15139-69. Пластмассы. Методы определения плотности (объёмной массы).

NEFTNI KIMYOVIY SUVSIZLANTIRISH VA ISSIQ- KIMYOVIY EMUL'SIYALASH TEXNOLOGIYASI

Yuldashev Tashmurza Raxmonovich, Samadov Aziz Xasanovich
Professor, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
Dotsent, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Neft mahsulotlarining sifati uni har xil komponentlardan tozalashda zamonaviy texnologiyalarning qo'llanilishi bilan bog'liqdir. Maqolada neftni tozalashda qo'llaniladigan issiqlik va kimyoviy usullarning qo'llanilishi, tozalash jarayonining olib borilishi, respublikamiz konlarida amalda qo'llanilishi haqidagi ma'lumotlar o'rganilgan.
Kalitli so'zlar: suvsizlantirish, reagentlar, kimyoviy usullar, deemulgatorlar, deemulsiyalash, fraksiyalarga ajratish.
Аннотация. Качество нефтепродуктов обусловлено применением современных технологий при их очистке от различных компонентов. В статье изучена информация о применении термических и химических методов, применяемых при очистке нефти, проведении процесса очистки, практическом применении на месторождениях нашей республики.
Ключевые слова: обезвоживание, реагенты, химические методы, деэмульгаторы, деэмульгирование, фракционирование.
Abstract. The quality of petroleum products is determined by the use of modern technologies in their purification from various components. The article studies the thermal and chemical methods used in oil refining, the process of refining, and the practical application of these methods in the fields of our republic.
Keywords: dehydration, reagents, chemical methods, demulsifiers, demulsification, fractionation.

Neft sanoatida neftni suvsizlantirishda kimyoviy usullar keng qo'llaniladi, u emul'siyani kimyoviy reagentlar yordamida parchalashga asoslangan. Kimyoviy suvsizlantirish samaradorligi qo'llaniladigan reagentlarning xossasiga ko'p darajada bog'liq bo'ladi [1,2]. Reagent-deemul'gatorlarni tanlash o'z navbatida suv-neft emul'siyasiga, neftning xossasiga, tushiriladigan emul'siyaga bog'liq bo'ladi. Emul'siyani parchalash uchun reagent-deemul'gator kiritiladi va u bilan aralashtiriladi, undan keyin cho'ktirish yo'li orqali neftdan suvni ajralib chiqishi uchun sharoit yaratiladi. Davriy holdagi yoki emul'siyani to'xtovsiz parchalanish usuli qo'llaniladi. Ko'pincha to'xtovsiz jarayonni qo'llash afzaldir.

Neftni suvsizlantirishni 3 ta kimyoviy usullari mavjud.

1. Yo'llakchali deemul'siya-suvsizlantirish deemulssiyaga asoslangan bo'ladi va u neft yig'ish quvur uzatmasida amalga oshiriladi. Bunda neft yig'ish kollektorining boshlanish qismiga reagent kiritiladi.

2. Quduq ichi deemul'siyasi-suvsizlantirish deemul'siyaga asoslangan bo'ladi va reagentlar to'g'ridan–to'g'ri quvur ichiga kiritiladi va amalga oshiriladi.

3. Deemul'siya va neftni suvsizlantirish to'g'ridan-to'g'ri tindiruvchi rezervuarlarda amalga oshiriladi. Bunda reagent emul'siya bilan to'ldirilgan rezervuarga kiritiladi va ishlovga tushiriladi.

Issiq-kimyoviy jarayonlar temir pardali qoplamalarning mustahkamligini pasaytiradi yoki to'liq parchalaydi hamda qalin neft emul'siyasini ajralishini tezlashtiradi va arzonlashtiradi.

Hozirgi vaqtda ko'proq neft issiq-kimyoviy ishlov berish qurilmasidan o'tkaziladi. Bunday ishlov berishning ko'p qo'llanishiga sabab jihozlar va apparaturalar qo'llanilmoqda va har xil

tarkibli suvlar yordamida neftga ishlov berish mumkinligi, qurulmaning soddaligi, deemul'gatorlarni kirib keluvchi emul'siyaning xossasiga bog'liq holda almashtirish imkoniyatining borligidir [3]. Shu bilan birgalikda issiq-kimyoviy usullarni ham bir qator kamchiliklari mavjud. Deemul'gatorlarning harakatini yuqoriligi va issiqlik sarfining oshib ketishidir. Amalda neftni suvsizlashtirish va tuzsizlantirish jarayonlari 50-100^{o}C haroratda olib boriladi.

Neftlarning emul'siyasiga ta'sir etuvchi amaldagi demulgatorlar elektrolitlar, noelektrolitlar va koloidlarga bo'linadi.

Deemul'gatorlar-elektrolitlarga bo'linadi va ularga organik va mineral kislotalar xizmat qiladi: uksus kislotasi; oltingugurt va tuz; ishqorlar va tuzlar; osh tuzi; temir xlorit; alyuminiy birikmalar va boshqalar. Elektrolitlar ham tuzli emul'siya bilan erimaydigan cho'kmalarni hosil qilishi mumkin. Temir pardalarini barqarorligini pasaytiruvchi yoki temir qoplamalarini parchalash uchun emul'gatorlarni parchalovchi xususiyatlarini pasaytiradi. Elektrolitlar ham deemul'gatorlar kabi bahosining yuqoriligi yoki metall jihozlariga qarshi muhim korrozion faolikka ega bo'lganligi uchun eng so'nggi imkoniyatda chegaralangan sharoitda qo'llanishi mumkin.

Noelektrolitlar organik moddalarga mansub bo'lib, temir pardalarini eritish va neftning qovushqoqligini pasaytirish xususiyatiga egadir. Bunday deemul'gatorlarga benzin, aseton, spirt, benzol, uglerodli xlorning to'rt oksidi, fenol va boshqalar kiradi.

Sanoatda elektrolit emaslarni ishlab chiqarish narxi baland bo'lganligi uchun qo'llanilmaydi. Deemul'gatorlar–kolloidlar-sirt faol moddalar (SFM) bo'lib, emul'siyada tomchilarning pardalarini parchalaydi yoki ularning himoyasini kuchsizlantiradi. Mavjud bo'lgan SFMlar anionfaol, kotionfaol, neionogenlarga bo'linadi. Anionfaol SFM suvli eritmalarda korbonsuvchil qismining ionlarining manfiy zaryadlarini va musbat zaryadlangan metallarni yoki vodorodning ionlarini dissosiyalaydi (parchalaydi). Bu guruhning tarkibiga korbonat kislotalari va ularning tuzlari, sulfat kislotalar, alkulsulfonatlar va boshqalar mansubdir. Kationfaol SMFlar suvli eritmalardagi musbat zaryadlangan radikallarga va salbiy zaryadlangan kislotaning qoldiqlariga parchalanadi.

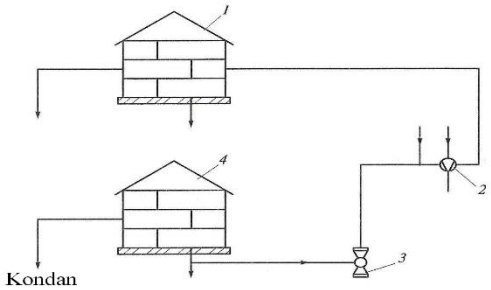
Deemul'gatorlar kabi SFMlar ham sanoatda qo'llaniladi. Neionogenli SFM suvli eritmalarda ionlarga parchalanmaydi. Bu guruhga oksiletillangan alkilfenollar (deemul'gatorlar, OP-4, OP-7, OP-10, DB-4, UFE-8, KAU-FE-14 va boshqalar) mansub bo'lib oksiletillangan organik moddalar harakatchan vodorod atomlaridan (diproksamin 157, proksamin 385, proksanol 305 va boshqalar) iboratdir [4].

Deemul'gatorlar emul'siyaning (suvda va neftda) fazasida yaxshi erishi kerak hamda gidrofilli va gidrofobli bo'lishi, sirt faollikka ega bo'lishi, temir moddasini pardalarini parchalash uchun etarli bo'lishi, metallarga nisbatan inert bo'lishi, neftning xossasini yomonlashtirmasligi, arzon bo'lishi va har xil neftlarning va suvlarning emul'siyalariga nisbatan universal bo'lishi hamda parchalash xususiyatiga ega bo'lishi kerak.

Deemul'gator qanchalik suv va neftning aralashmasiga tezroq kiritilsa, shunchalik darajasida emul'siyaning parchalanishi tezroq sodir bo'ladi. Ishlanadigan emul'siya bilan kontaktlashuvni to'liq ta'minlash uchun jadallashgan turbilizasiyani va emul'siyani qizdirish orqali erishiladi.

Konlarda neft va suv emul'siyalarni parchalashda termik kimyoviy usullar keng foydalaniladi. Atmosfera ostida ishlaydigan qurilma neft sanoatida eng ko'p qo'llaniladi. Konda gazdan ozod qilingan neft emul'siyasi yig'ish kollektorlari orqali tovar rezervuarga (4) to'planadi, u erdan nasos (3) yordamida bug'li qizdirgich (2) orqali tovar rezervuariga beriladi (1-rasm). Neft qizdirgichga kirib kelishidan emul'siyaga deemul'gator qo'shiladi, ba'zida esa resirkulyasiyada tindirilgan suv beriladi. Deemul'gator dozirovka qiluvchi nasos yordamida beriladi, neftga bir tekis berilishi boshqariladi va ta'minlanadi.

Neft emul'siyalarini qizdirishga sarflanadigan yoqilg'ining sarfini qisqartirish uchun, suvsizlantirish va tuzsizlantirish jarayonlariga berilgan haroratni kiritish va rezervuarlarda emul'siya turib qolganda yengil fraksiyalarni yo'qotilishini kamaytirish uchun ko'rsatilgan jarayonlar kuchaytirilgan bosim ostida olib boriladi [5].



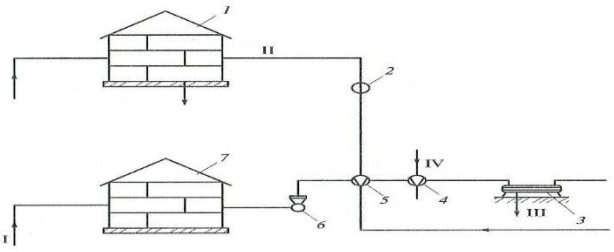
1-rasm. Termik kimyoviy qurilmaning (bosimsiz) prinsipial texnologik sxemasi:
1-tovar rezervuari; 2-bug'li qizdirgich; 3-nasos; 4-xom-ashyo rezervuari.

Germetiklangan sig'imlarda bosim ostida suvsizlantirish va tuzsizlantirish amalga oshirilganda bu qurilmalarning ishlatish sifati oshadi.

Germetiklangan sig'imning afzalliklariga quyidagilar mansubdir:

- germetiklangan sig'imlarda 10 kgs/sm^2 bosim ostida neftli emul'siya tindirilgan yengil fraksiyalarni yo'qotilishini to'liq bartaraf qilish mumkin;
- ishlanadigan emul'siyaning harorati 150^{o}Cgacha ko'tarilganda qovushqoqlikning keskin kamayishi hisobiga tindirish vaqti 1 soatdan 3 soatgacha qisqaradi, emul'siyalangan suvning globulini himoyaviy qatlamning mustahkamligi kamayadi, ularga kiritilgan kimyoviy moddalarni (deemul'gatorlarni) singib borish xususiyati oshadi hamda eng so'nggi sarf kamayadi;
- neftning oqimlarida issiqlikning asosiy qismini regenerasiya bo'lishi hisobiga emul'siyani qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik kamayadi.
- jarayonlarni olib borishning chidamliligini va ishonchligini oshirish hisobiga har xil suvlangan va chidamlilikka ega bo'lgan emul'siyaning rejimini keng miqyosda boshqarishning imkoniyati mavjud.

Issiqlik almashtirgichga uzatishdan oldin atmosfera bosimida tindirishda termik kimyoviy qurilmalarda neftga emul'gator kiritiladi yoki ba'zida resirkulyasiyada tindirilgan suv kiritiladi. Agar qurilma ikki pog'onada tuzsizlantirish rejimida ishlasa, deemul'gatordan tashqari tindirishdan oldin neftga qizdirilgan chuchuk suv kiritiladi, shuning uchun qurilmada maxsus qizdirish va siklga suv haydovchi tugun oldindan mo'ljallanadi.



2-rasm. Termik kimyoviy qurilmalarni (bosim ostida) prinsipial texnologik sxemasi:
1-tovar rezervuari; 2-sovutgich; 3-tindirgich; 4-bug'li qizdirgich; 5-issiqlik almashtirgich; 6-nasos; 7-xom-ashyo rezervuari; I-xom neft; II-suvsizlantirilgan neft; III-qatlam suvi; IV-suv bug'i.

Neft talab qilingan haroratgacha qizdiriladi va deemul'gator bilan ishlanadi, tindirgichda (3) to'planadi (gorizontal, tik yoki sferik), undan keyin esa 1..3 soat davomida qatlam suvi ajratiladi. Eng so'nggida tindirgichdan olib chiqiladi. Suvsizlantirilgan xom neft guruhli issiqlik almashtirgichga beriladi, kirib keluvchi neft o'zining issiqligini berib, tovar rezervuaridagi (1) qurilmaga chiqariladi. Agar neftning harorati normadan yuqori bo'lsa, yengil fraksiyalarni yo'qotilishini cheklash uchun tovar rezervuarlarida issiqlik almashtirgichdan keyin neft maxsus guruhdagi suvli sovutgichlarda (2) sovutiladi.

Termik kimyoviy usulda tuzsizlantirish jarayonlari ham mustaqil ravishda neftni qazib olish va qayta ishlashda keng tarqalmagan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.Анализ состояния разработки нефте газоконденсатного месторождения Крук и выдача рекомендасий по стабилизации добычи нефти: Отчет о НИР/ ОАО “ЎЗЛИТИНЕФТГАЗ”; Ответсвенний исполнителъ Шахназаров Г.А. – Тошкент, 2009.

2. Салохиддинов, Ф. А., & Самадов, А. Х. (2018). ПРОЦЕССЫ ДЕФОРМАЦИИ КОЛЛЕКТОРА, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СКВАЖИН С АВПД. In *Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент* (pp. 309-311).

3. Aziz, S., Malika, S., & Kasimova, A. (2022). Justifying the Use of Lightening Drilling Mixtures Used in Drilling Low Pressure Formations. *Eurasian Journal of Engineering and Technology*, *10*, 125-127.

4. Самадов, А. Х., & Салохиддинов, Ф. А. (2021). Состояние изученности проблемы и геолого-физическое условия объектов исследования. *Школа Науки*, (1), 27-29.

5. Самадов, А. Х. (2021). ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДИАБАЗОВ. *Universum: технические науки*, (11-2 (92)), 25-27.

NEFT-GAZ SANOATIDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR

Oripova Shahlo Karimovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Annotatsiya. Mazkur tezisda neft-gaz sanoatida qo‘llanilayotgan zamonaviy texnologiyalar, xususan, sun’iy intellekt, raqamli modellashtirish, 2D va 3D seysmik tadqiqotlar, avtomatlashtirilgan monitoring, raqamli boshqaruv hamda geologik ma’lumotlarni intellektual tahlil qilish imkoniyatlari yoritilgan. Jahon tajribasi bilan bir qatorda O‘zbekiston neft-gaz sanoatida zamonaviy texnologiyalarni joriy etishning amaliy holati tahlil qilingan. Raqamlashtirish va sun’iy intellektdan foydalanish konlarni o‘zlashtirish samaradorligini oshirish, quduqlar faoliyatini optimallashtirish, ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish va texnologik qarorlarni tezkor qabul qilish imkonini berishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: neft-gaz sanoati, zamonaviy texnologiyalar, raqamlashtirish, sun’iy intellekt, geologik modellashtirish, 3D seysmik tadqiqot, raqamli monitoring, quduq, kon, avtomatlashtirish.

Аннотация. В тезисе рассматриваются современные технологии, применяемые в нефтегазовой промышленности, включая искусственный интеллект, цифровое моделирование, 2D- и 3D-сейсмические исследования, автоматизированный мониторинг и интеллектуальный анализ геологических данных. Рассмотрены современные технологические решения, внедряемые в нефтегазовой отрасли Узбекистана. Показано, что цифровизация и применение искусственного интеллекта способствуют повышению эффективности разработки месторождений, оптимизации работы скважин и совершенствованию процессов управления производством.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, современные технологии, цифровизация, искусственный интеллект, геологическое моделирование, 3D-сейсмические исследования, цифровой мониторинг, скважина, месторождение, автоматизация.

Abstract. This thesis examines modern technologies used in the oil and gas industry, including artificial intelligence, digital modelling, 2D and 3D seismic surveys, automated monitoring and intelligent analysis of geological data. Particular attention is paid to the implementation of modern technologies in Uzbekistan's oil and gas industry. The study shows that digitalisation and artificial intelligence can improve field development efficiency, optimise well performance and enhance production management processes.

Keywords: oil and gas industry, modern technologies, digitalisation, artificial intelligence, geological modelling, 3D seismic survey, digital monitoring, well, field, automation.

Neft-gaz sanoati mamlakat iqtisodiyotining muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, uning barqaror rivojlanishi zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqarish jarayonlariga keng joriy etishni talab qiladi. Bugungi kunda neft va gaz konlarini izlash, geologik ma’lumotlarni qayta ishlash, quduqlarni burg‘ilash, uglevodorodlarni qazib olish, tashish va qayta ishlash jarayonlarida raqamli texnologiyalardan foydalanish kengayib bormoqda. Xalqaro energetika agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, sun’iy intellekt neft-gaz sanoatida qidiruv, qazib olish, texnik xizmat ko‘rsatish, ishlab chiqarishni optimallashtirish, sizib chiqishlarni aniqlash va xavfsizlikni ta’minlash kabi yo‘nalishlarda qo‘llanmoqda [1].

Zamonaviy texnologiyalarning asosiy afzalligi katta hajmdagi ma’lumotlarni qisqa vaqt ichida qayta ishlash va ishlab chiqarish jarayonlari to‘g‘risida aniqroq qarorlar qabul qilish imkoniyatidir. Sun’iy intellekt va ma’lumotlarni tahlil qilish texnologiyalari resurslarni baholashdagi noaniqlikni kamaytirish, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish hamda uskunalarning texnik holatini prognozlashga xizmat qiladi [2].

Neft-gaz sanoatidagi texnologik rivojlanish bir nechta asosiy yo‘nalishlarni qamrab oladi. Ularga sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar, raqamli modellashtirish, raqamli egizak, IoT texnologiyalari, 2D va 3D seysmik tadqiqotlar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari hamda masofaviy monitoring kiradi.

Sun’iy intellekt yordamida seysmik ma’lumotlarni qayta ishlash, istiqbolli geologik strukturalarni aniqlash, quduqlar mahsuldorligini prognozlash va ishlab chiqarish rejimlarini optimallashtirish mumkin. IEA ma’lumotlariga ko‘ra, sun’iy intellekt neft-gaz sanoatida qidiruv va konlarni o‘zlashtirishdagi noaniqlikni kamaytirish, ishlab chiqarishni optimallashtirish va texnik xizmat ko‘rsatish ehtiyojlarini oldindan aniqlash uchun foydalanilmoqda.

Raqamli modellashtirish neft-gaz konlarining geologik va gidrodinamik xususiyatlarini matematik model orqali ifodalash imkonini beradi. Bunday modellar asosida qatlam bosimi, quduq mahsuldorligi, uglevodorodlarning harakatlanishi va qazib olish dinamikasini baholash mumkin.

2D va 3D seysmik tadqiqotlar esa yer qa’rining geologik tuzilishini aniqlash va istiqbolli uglevodorod strukturalarini izlashda muhim ahamiyatga ega. 3D seysmik ma’lumotlar konning fazoviy geologik modelini shakllantirish va burg‘ilash nuqtalarini asoslash imkoniyatini kengaytiradi.

Raqamli monitoring texnologiyalari yordamida quduq va texnologik uskunalarning bosimi, harorati, sarfi, tebranishi va boshqa parametrlarini real vaqt rejimida kuzatish mumkin. Ushbu ma’lumotlar texnologik jarayonlardagi og‘ishlarni tezkor aniqlash va ishlab chiqarish xavfsizligini oshirishga yordam beradi.

O‘zbekiston neft-gaz sanoatida ham zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga katta e’tibor qaratilmoqda. 2026-yil yanvar oyida neft-gaz tarmog‘ini rivojlantirish masalalari ko‘rib chiqilib, gaz ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, zamonaviy texnologiyalarni keng joriy etish va geologiya-qidiruv ishlarini kuchaytirish vazifalari belgilangan [3].

2026-yil mart oyida “O‘zbekneftgaz” tizimida yangi 2D va 3D seysmik tadqiqotlar uchun istiqbolli maydonlarni aniqlash, geologik-gidrodinamik modellashtirish va qazib chiqarish dasturlarini takomillashtirish bo‘yicha ishlar olib borilayotgani ma’lum qilingan [4]. Xususan, 2026-yil boshidan 3D seysmik qidiruv ishlari 471 km² hajmda amalga oshirilgani qayd etilgan.

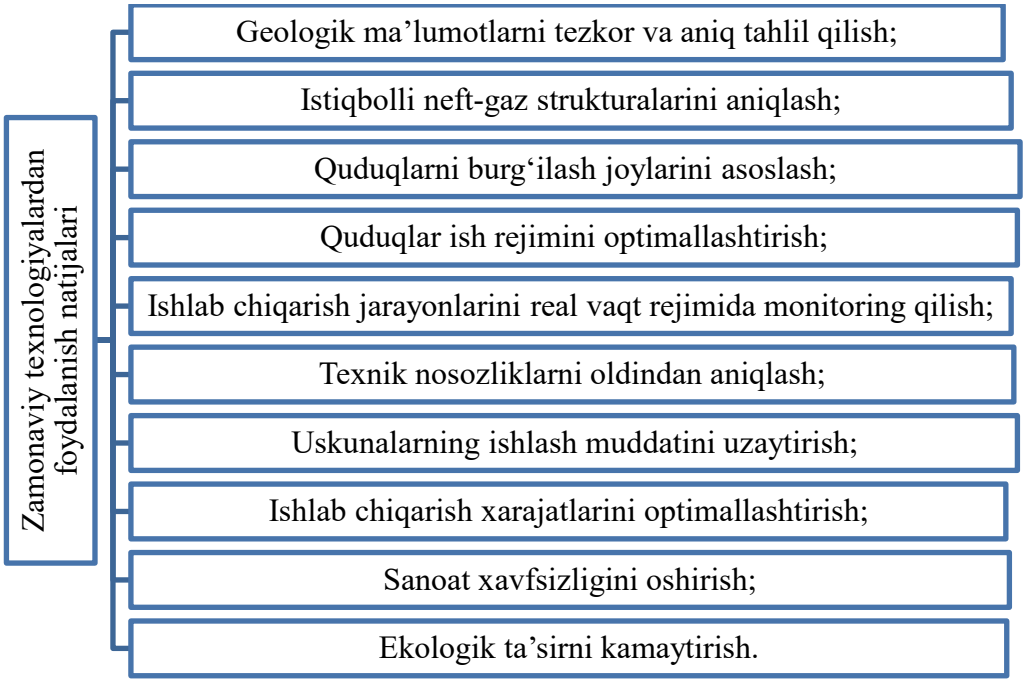
O‘zbekistonda neft-gaz sanoatini raqamlashtirishning muhim yo‘nalishlaridan biri generativ sun’iy intellekt texnologiyalarini geologik va ishlab chiqarish ma’lumotlarini tahlil qilishga tatbiq etish hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi ma’lumotlariga ko‘ra, “O‘zbekneftgaz” AJ va AQShning SLB kompaniyasi raqamli yechimlar hamda generativ sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha hamkorlikni rivojlantirmoqda. Ushbu texnologiyalar geologik va ishlab chiqarish ma’lumotlarini tahlil qilish, modellashtirish va qaror qabul qilish jarayonlarini avtomatlashtirishga yo‘naltirilgan [5].

“O‘zbekneftgaz” AJning rasmiy ma’lumotlarida kompaniya faoliyatida raqamli transformatsiya alohida yo‘nalish sifatida ko‘rsatilgan. Raqamlashtirish moliya, xodimlarni boshqarish, ta’minot, kapital qurilish va investitsiya loyihalari, shuningdek, uskunalarga texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash kabi yo‘nalishlarni qamrab olmoqda.

Neft-gaz sohasida xalqaro texnologik hamkorlik ham rivojlanmoqda. 2025-yilda O‘zbekiston va xorijiy kompaniyalar o‘rtasida geologiya-qidiruv ishlarini rivojlantirish, murakkab konlarni o‘zlashtirish, sohani raqamlashtirish va zamonaviy mutaxassislarni tayyorlash bo‘yicha hamkorlik masalalari muhokama qilingan. Xususan, Ustyurt hududida SOCAR bilan istiqbolli maydonlarda geologiya-qidiruv ishlarini olib borish bo‘yicha kelishuvlar qayd etilgan.

2025-yilda “O‘zbekneftgaz” tizimida 25,2 mlrd m³ tabiiy gaz qazib chiqarilgani, 56 ta yangi quduq burg‘ilangani va 29 ta quduqda mukammal ta’mirlash ishlari bajarilgani rasmiy ma’lumotlarda keltirilgan [6]. Ushbu jarayonlarda yangi texnologiyalarni qo‘llash quduqlar samaradorligini oshirish va qazib chiqarish hajmlarini barqarorlashtirish bilan bog‘liq.

Neft-gaz sanoatida zamonaviy texnologiyalardan foydalanish natijalari 1-rasmda keltirib o‘tilgan.



1-rasm. Zamonaviy texnologiyalardan foydalanish natijalari

Sun’iy intellekt texnologiyalarining yana bir muhim qo‘llanish sohasi — metan emissiyalarini monitoring qilishdir. IEA ma’lumotlariga ko‘ra, qazilma yoqilg‘i sektori inson faoliyati bilan bog‘liq metan emissiyalarining qariyb uchdan biriga sabab bo‘ladi va neft-gaz tarmog‘ida emissiyalarni qisqartirish uchun mavjud texnologiyalardan foydalanish muhim imkoniyat yaratadi [7]. Shu sababli kelgusida O‘zbekiston neft-gaz sanoatida geologik ma’lumotlarni raqamlashtirish, sun’iy intellekt asosidagi tahlil, 3D geologik modellashtirish, raqamli monitoring, avtomatlashtirilgan boshqaruv va ekologik monitoring tizimlarini kompleks ravishda rivojlantirish dolzarb hisoblanadi.

Neft-gaz sanoatining zamonaviy rivojlanish bosqichida raqamlashtirish, sun’iy intellekt, 2D va 3D seysmik tadqiqotlar, geologik-gidrodinamik modellashtirish, raqamli monitoring va avtomatlashtirilgan boshqaruv texnologiyalari muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu texnologiyalar geologik ma’lumotlarni qayta ishlashdan tortib, quduqlarni burg‘ilash, uglevodorodlarni qazib olish va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishgacha bo‘lgan bosqichlarda qo‘llanilishi mumkin. O‘zbekistonda ham neft-gaz tarmog‘ini zamonaviylashtirish, yangi 2D va 3D seysmik tadqiqotlarni amalga oshirish, geologik-gidrodinamik modellashtirish, sun’iy intellekt va generativ AI texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha amaliy ishlar olib borilmoqda. Bu jarayonlar kelgusida mavjud konlardan samarali foydalanish, yangi zaxiralarni aniqlash, quduqlar samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish jarayonlarini raqamli boshqarish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Adabiyotlar ro‘yxati

[1] International Energy Agency (IEA). Energy and AI [Elektron resurs]. — Paris: International Energy Agency, 2025. — URL: https://www.iea.org/reports/energy-and-ai

[2] International Energy Agency (IEA). Digitalisation and Energy [Elektron resurs]. — Paris: International Energy Agency, 2017. — URL: https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy

[3] O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Gaz qazib olish hajmlarini oshirish va sohani transformatsiya qilish bo‘yicha rejalar ko‘rib chiqildi [Elektron resurs]. — Toshkent, 2026. — URL: Prezident rasmiy sayti

[4] O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Neft-gaz tarmog‘iga doir topshiriqlar ijrosining borishi ko‘rib chiqildi [Elektron resurs]. — Toshkent, 2026. — URL: Prezident rasmiy sayti

[5] O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. Geoma’lumotlar tahlilida yangi bosqich — GenAI texnologiyasi [Elektron resurs]. — Toshkent, 2025. — URL: Energetika vazirligi rasmiy sayti

[6] O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. “O‘zbekneftgaz” aksiyadorlik jamiyatining kelgusidagi ustuvor vazifalari ko‘rib chiqildi [Elektron resurs]. — Toshkent, 2026. — URL: Prezident rasmiy sayti

[7] International Energy Agency (IEA). Global Methane Tracker 2025 [Elektron resurs]. — Paris: International Energy Agency, 2025. — URL: https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2025

GAZ VA GAZKONDENSAT KONLARI GAZINING KOMPONENT TARKIBINI TAHLIL QILISH

Oripova Shahlo Karimovna[1]. Ne’matov Qobiljon Qodirjon o‘g‘li[2]
[1,2]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Annotatsiya. Maqolada gaz va gazkondensat konlari gazining komponent tarkibi, asosiy uglevodorodlar hamda nordon komponentlar miqdori tahlil qilinadi. Gaz tarkibining konlarni o‘zlashtirish va qayta ishlash jarayonlariga ta’siri ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz, gazkondensat, komponent tarkibi, metan, uglevodorodlar, vodorod sulfidi, karbonat angidrid.

Аннотация. В статье исследуется компонентный состав газа газовых и газоконденсатных месторождений. Анализируются основные углеводородные и кислые компоненты, а также их влияние на процессы разработки и переработки газа.

Ключевые слова: природный газ, газоконденсат, компонентный состав, метан, углеводороды, сероводород, диоксид углерода.

Abstract. The article investigates the component composition of gas from gas and gas-condensate fields. The main hydrocarbon and acidic components and their influence on gas field development and processing are analyzed.

Keywords: natural gas, gas condensate, component composition, methane, hydrocarbons, hydrogen sulfide, carbon dioxide.

Metan gazning asosiy yonuvchi komponenti bo‘lib, uning yuqori ulushi gazning energetik qiymatini belgilaydi. Etan, propan, butan va C_5+ uglevodorodlar gazning og‘ir uglevodorodlar qismini tashkil qiladi. Ularning mavjudligi gazkondensat hosil bo‘lishi va gazni past haroratli separatsiya qilish jarayonlarida kondensat ajralishi bilan bog‘liq. H_2S yuqori zaharliligi va korroziy xususiyati sababli gazni qayta ishlashdan oldin ajratilishi zarur bo‘lgan komponentlardan biridir. CO_2 ham nordon komponent bo‘lib, gazning sifatiga va qayta ishlash jarayonlarining texnologik ko‘rsatkichlariga ta’sir qiladi [1].

O‘zbekiston neft-gaz sanoatida Qashqadaryo viloyatidagi konlar alohida ahamiyatga ega. Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi O‘zbekneftgaz tizimidagi yirik korxonalardan biri bo‘lib, uning ishlab chiqarish faoliyati tabiiy gaz, neft va gazkondensat qazib chiqarishni qamrab oladi. Uning tarkibida jami 35 ta neft va gaz koni mavjud bo‘lib, ularning asosiy qismi Qashqadaryo va Buxoro viloyatlarida joylashgan. Tarixan O‘rtabuloq, Zevarda, Ko‘kdumaloq, Alan, Qoraqum, Qultak, Dengizko‘l va Pomuq kabi yirik konlar o‘zlashtirilgan [2].

Muborak gazni qayta ishlash zavodining xomashyo bazasi ham asosan ushbu konlar bilan bog‘liq. O‘rtabuloq, Xauzak-Dengizko‘l kabi konlardan yuqori oltingugurtli, Zevarda, Alan, Ko‘kdumaloq, Pomuq va Qultak konlaridan esa kam oltingugurtli gaz olingan. Tabiiy gazning komponent tarkibini aniqlash konlarni ishlatish va gazni qayta ishlash texnologiyasini tanlashda muhim hisoblanadi. Ayniqsa, H_2S va CO_2 miqdori gazni tozalash qurilmalarining ish rejimiga, korroziya jarayonlariga va tayyor gaz sifatiga bevosita ta’sir qiladi [3].

Muborak gazni qayta ishlash zavodida ishlatiladigan konlar gazining o‘rtacha komponent tarkibi hajmiy foizlarda berilgan. O‘rtabuloq, Zevarda, Ko‘kdumaloq, Pomuq, Qultak va Alan gaz va gazkondensat konlari gazining komponent tarkibi 1-jadvalda berilgan.

Keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinadiki, Muborak hududidagi kam oltingugurtli konlar gazida metan asosiy komponent hisoblanadi. Uning miqdori Zevarda – 90,61 %, Ko‘kdumaloq –89,21 %, Pomuq – 90,51 %, Qultak – 90,23 % va Alan – 90,83 % ni tashkil etadi. O‘rtabuloq gazida esa metan miqdori 86,32 % bo‘lib, bu ko‘rsatkich boshqa ko‘rib chiqilgan konlarga nisbatan pastroq. Bu farq O‘rtabuloq gazida nordon komponentlar, xususan, H_2S va CO_2 miqdorining yuqoriligi bilan bog‘liq.

1-jadval

Gaz va gazkondensat konlari gazining komponent tarkibi

Kon	CH_4, %	C_2H_6, %	C_3H_8, %	C_4H_{10}, %	C_5H_{12}+, %	H_2S, %	CO_2, %	N_2 va boshqalar, %
O‘rtabuloq	86,32	1,80	0,27	0,15	0,36	5,00	4,70	1,40
Zevarda	90,61	3,57	0,63	0,23	1,20	0,08	3,30	0,33
Alan	90,83	3,65	0,74	0,33	0,25	0,08	3,57	0,55
Ko‘kdumaloq	89,21	3,84	0,94	0,25	1,72	0,08	3,35	0,43
Pomuq	90,51	3,64	0,82	0,23	0,28	0,07	3,75	0,53
Qultak	90,23	3,56	0,82	0,34	0,37	0,08	3,98	0,45

Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi qarashli konlar gazining eng muhim farqlovchi ko‘rsatkichi H_2S miqdoridir. O‘rtabuloq koni gazida H_2S 5,00 %, CO_2 esa 4,70 % ni tashkil etadi. Xauzak-Dengizko‘l guruhida esa H_2S 4,49 %, CO_2 4,27 % sifatida keltirilgan. Shu bilan birga, Zevarda, Ko‘kdumaloq, Pomuq va Qultak gazlarida H_2S miqdori atigi 0,07-0,08 % atrofida. Ushbu konlar shu sababli kam oltingugurtli gaz manbalari sifatida qaraladi.

Demak, Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi qarashli konlar gaz tarkibining asosiy texnologik farqi H_2S miqdorining keskin farqlanishi bilan ifodalanadi. Yuqori H_2S tarkibli gazlarni qayta ishlashda nordon komponentlarni ajratish jarayoni alohida texnologik ahamiyatga ega.

Alan koni Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi tasarrufidagi muhim gazkondensat konlaridan biridir. Alan koni gazining komponent tarkibi bo‘yicha CH_4 – 90,83 %, C_2H_6 – 3,65 %, C_3H_8 – 0,74 %, C_4H_{10} – 0,33 %, C_5H_{12}+ – 0,25 %, H_2S – 0,08 %, CO_2 – 3,57 % va N_2 hamda boshqa komponentlar 0,55 % qiymatlar ega [4-5].

Gazning komponent tarkibi, qatlam sharoiti va quduqning gidrodinamik holatini birgalikda o‘rganish konlardan uglevodorodlarni samarali qazib olishning muhim shartlaridan biridir. Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi qarashli konlar gazining tarkibidagi komponentlar gazni tayyorlash jarayonining turli bosqichlariga ta’sir ko‘rsatadi.

Olingan ma’lumotlar Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasiga qarashli konlarni gaz tarkibi bo‘yicha ikki asosiy guruhga ajratish imkonini beradi. Yuqori oltingugurtli gazlar: O‘rtabuloq, Xaudak-Dengizko‘l va ayrim manbalarda Somontepa guruhi. Kam oltingugurtli gazlar: Zevarda, Alan, Ko‘kdumaloq, Pomuq va Qultak.

Bu tasnif gazni qayta ishlash texnologiyasi bilan ham mos keladi. Muborak gazni qayta ishlash zavodi xomashyosining yuqori oltingugurtli guruhida H_2S miqdori 4,5-5,0 % gacha, kam oltingugurtli gazlarda esa taxminan 0,08-0,3 % oralig‘ida bo‘ladi.

Shu bilan birga, kon gazining tarkibi doimiy kattalik sifatida qaralmasligi kerak. Qatlam bosimining pasayishi, quduqning ishlash rejimi, suvlanish, kondensat ajralishi va konni ishlatish bosqichining o‘zgarishi gazning amaldagi tarkibiga ta’sir qilishi mumkin.

Muborak neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasiga qarashli konlar gazining komponent tarkibi sezilarli darajada farqlanadi. O‘rganilgan ma’lumotlarga ko‘ra, kam oltingugurtli konlar gazida metan miqdori taxminan 89,21-90,83 % oralig‘ida bo‘lib, H_2S miqdori 0,07-0,08 % atrofida qayd etilgan. O‘rtabuloq koni gazida esa metan 86,32 %, H_2S 5,00 % va CO_2 4,70 % ni tashkil etadi. Bu ko‘rsatkichlar O‘rtabuloq gazini yuqori oltingugurtli gaz sifatida ajratish uchun asos bo‘ladi. Alan koni gazida metan 90,83 %, H_2S – 0,08 % va CO_2 – 3,57 % miqdorda keltirilgan. Shuningdek, Muborak konlarining gaz tarkibini muntazam nazorat qilish gazni dastlabki tayyorlash, H_2S va CO_2 ni ajratish, kondensatni olish, quduqlarni barqaror ishlatish hamda uglevodorod yo‘qotishlarini kamaytirish uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

[1] Oripova Sh.K. Gaz va gazkondensat konlari quduqlarida yo‘qotilayotgan tabiiy gaz miqdori. *Ilm-fan va innovatsion rivojlanish*, 2025, №3.

[2] Oripova Sh.K., Akramov B.Sh., Adizov B.Z. Selecting lift column drop depth and diameter to provide liquid extraction conditions. *Innovatsion texnologiyalar – Innovative Technologies*, 2024, 55(03), 7–13.

[3] Oripova Sh.K., Akramov B.Sh., Adizov B.Z. Application of developed solid foaming agents to remove liquid from the bottom of gas and gas condensate wells. *Innovatsion texnologiyalar*, 2024, 1(53), 7–14.

[4] Oripova S., Adizov B., Akramov B. Analysis of the results of gas hydrodynamic studies of wells at Alan gas condensate fields. *Universum: технические науки*, 2023, №4–8(109), 38–40.

[5] Oripova Shahlo, Adizov Bobirjon, Akramov Baxshillo, Umurzakov Azizbek CONSTRUCTION OF A THREE-DIMENSIONAL GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL OF THE ALAN FIELD // Universum: технические науки. 2023. №3-5 (108). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/construction-of-a-three-dimensional-geological-and-geophysical-model-of-the-alan-field.

MAHSULDOR QATLAMNI KIMYOVIY REAGENTLAR ASOSIDA FAOLLASHTIRISH

Sultonova Fotima Normurodovna, Ataqulova Dilbar Dusmurodovna, Qurbanov Mingniqul Jumagulovich

Dotsent, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, *E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com*

Annotatsiya: Maqolada neft va gaz quduqlarining mahsuldorligi pasayib ketishining oldini olish maqsadida kimyoviy reagentlarning ta’siri o’rganilgan. Quduqdagi mavjud barit qatlamining suvda yechilmasligi va uni maxsus kimyoviy reagentlar orqali ychish lozimligi keltirib o‘tilgan. Bu borada kimyoviy reagentlardan NTF va DTPA asosidagi yechimlari va ushbu reagentlarning iqtisodiy samaradorligi keltirib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: mahsuldor qatlam, barit, perforatsiya, kollektor, shlam, favvora, bariy sulfat, nitrotrimetilenfosfat, dietilentriaminpentaatsetat.

Abstract: The article examines the effect of chemical reagents aimed at preventing a decline in the productivity of oil and gas wells. It notes that the barite layer present in the well is insoluble in water and requires dissolution using specific chemical reagents. Solutions based on NTF and DTPA are discussed in this context, along with the economic efficiency of these reagents.

Keywords: productive formation, barite, perforation, reservoir, cuttings, well flow, barium sulfate, nitrotrimethylene phosphate, diethylenetriaminepentaacetate.

Аннотация: В статье рассматривается воздействие химических реагентов, предназначенных для предотвращения снижения продуктивности нефтяных и газовых скважин. Отмечается, что присутствующий в скважине баритовый слой нерастворим в воде и требует растворения с помощью специальных химических реагентов. В данном контексте

обсуждаются растворы на основе НТФ и ДТПА, а также экономическая эффективность этих реагентов.

Ключевые слова: продуктивный пласт, барит, перфорация, пласт, выбуренная порода, приток скважины, сульфат бария, нитротриметиленфосфат, диэтилентриаминпентаацетат.

Kirish. Neft va gaz qazib chiqarish jarayonida quduqlarning samarali ishlashi, ko'p jihatdan quduqning geologik – texnik tuzilishiga, tozaligi va maxsuldor qatlam g'ovakligiga, kollektorlik ya'ni utkazuvchanlik (porstnost) xususiyatining yuqori xolda saqlanishiga bog'liq. Quduq tubida va maxsuldor qatlamda mexanik, gelsimon qum-gipsli zarrachalar, metal, shlak, parra yoki boshqa chukindi tog' jinslarining yig'ilishi quduqning ishlash samaradorligini pasaytiradi, quduq oqimiga to'siq bo'ladi bu o'z navbatida kunlik uglevodorodlar qazib chiqarishni kamaytiradi yoki butunlay to'xtatadi. Aksariyat xollarda maxsuldor qatlamni burg'ulash jarayonida og'irlashtirilgan burg'ilash eritmalarining mahsuldor qatlamga utib ketishi qatlamning samaradorlik koeftsentini kamayishiga sabab bo'ladi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Mahsuldor qatlamni ochishning asosiy bosqichlari va xususiyatlari:

Birlamchi ochish (burg'ilash): qatlamga yetganda burg'ilash eritmasining zichligi va tarkibi nazorat qilinadi. Asosiy maqsad - qatlamni ifloslanishdan (suyuqlik filtrati yoki qattiq zarrachalar bilan) saqlashdir.

Repressiya va Depressiya: qatlamdagi bosimga qarab, burg'ilash eritmasi tomonidan qatlamga nisbatan yuqori bosim (repressiya) yoki past bosim (depressiya) qo'llaniladi.

Ikkilamchi ochish (perforatsiya): Quduq ustuniga sement qoplamasi berilgandan so'ng, maxsus uskunalar (perforatorlar) yordamida qatlam teshiladi. Bu neft yoki gazning quduqqa oqib kelishini ta'minlaydi.

Quduq tubi zonasini ishlov berish: ochilgan qatlam zonasini kislotali ishlov berish yoki boshqa intensivlashtirish usullari orqali g'ovaklikni saqlash va filtratsiya xususiyatlarini oshirish.

Asosiy muammolar va yechimlar:

1. Qatlamning ifloslanishi**:** Burg'ilash eritmasi filtratining qatlamga kirib borishi. yechim: maxsus yuvish suyuqliklari va tamponaj materiallarini to'g'ri tanlash.

2. Mexanik ifloslanish**:** Quduq tubida to'plangan jins qirindilari va gelsimon moddalar. yechim: quduqni o'zlashtirish va tozalash.

3.Qatlamning mustahkamligi: Quduq konstruksiyasini (filtr, himoya tizmasi) to'g'ri loyihalash.

Mahsuldor qatlamni to'g'ri ochish quduqning mahsuldorligini va neft-gaz konining umumiy samaradorligini ta'minlaydi.

Muhokama. Neft quduqlarida neftning parafinli aromatik uglevodorodlari zarrachalar bilan birikib maxsuldor qatlam oqimi yo'lini yopib qoladi. Bu quduq ishlash rejimining buzilishiga ya'ni favvorali ishlash rejimidan mexanik ishlash rejimiga o'tadi. Yoki maxsulot berishdan butunlay tuxtaydi. Xuddi shunga misol tariqasida Shakarbuloq konining boshlang'ich qatlam bosimi 395 kgs/sm² ni, bugungi kundagi qatlam bosimi 300 kgs/sm² ni tashkil qiladi. Konda umumiy quduqlar fondi 32 ta bo'lib shundan hozirgi kunda 5 ta quduqdan neft mahsuloti qazib chiqarilmoqda. Ushbu 5 ta quduqning 4 tasi tebratma dastgox va chuqurlik nasoslari yordamida ishlatilmoqda va 1 tasi favvora rejimida ishlatilmoqda. Quduqdan kelayotgan maxsulot oqimining kamayishi, suyuqlik satxining tushib ketishiga sabab bo'lmoqda. Bunday xolatda neft quduqlari vaqti-vaqti bilan tuxtatilib (peradresatsiya rejimga), quduq stvolida suyuqlik satxi ko'tarilgandan so'ng ishlatilmoqda. Vaxolanki konning qatlam bosimi 300 kgs/sm² ni tashkil etadi. **[4-5]**

Natijalar. Quduq tubini va maxsuldor qatlamni mexanik qushimchalardan tozalash – neft va gaz qazib chiqarishda muhim texnik-ekspluatatsion masaladir. Ushbu jarayon nafaqat quduqning samarador ishlashini ta’minlaydi, balki uning uzoq muddatli ishlash qobiliyatini ham oshiradi. Zamonaviy tozalash usullarini to’g’ri tanlash va o’z vaqtida amalga oshirish orqali ishlab chiqarish xavfsizligi va iqtisodiy samaradorlikni ta’minlash mumkin.

Quduq tubida hamda maxsuldor qatlamda barit chukmasining yig’ilishi natijasida qatlamning o’tkazuvchanlik xususiyatining yuqolishi muammosining moxiyati shundan iboratki, barit suvda erimaydigan, kimyoviy jixatdan inert modda. U maxsuldor qatlam perforatsiya kanallarini berkitadi, qatlam oqimining filtratsiya qobilyatini kamaytiradi. Kollektorning tabiiy xossalarini yomonlashtiradi. Shuning uchun ishlab chiqarish jarayonida barit shlamlarini yoki qatlamni to’sgan barit qatlamlarini eritish uchun maxsus kimyoviy reagentlar va texnologik usullar qullaniladi.

Xulosa. Baritning suvda yaxshi erimasligi uni kimyoviy reagentlar orqali kompleks reaktsiyalarga kiritishni talab etadi. Barit bilan to’sib qo’yilgan maxsuldor qatlamni qayta ochish – quduqni qayta tiklashda muhim texnik tadbirlardan biridir NTF va DTPA asosidagi yechimlar, yuqori harorat va bosimda ishlatilishi qatlam ochilish samaradorligini oshiradi. Bu usullarni o’z vaqtida va to’g’ri amalga oshirish orqali quduqlarning iqtisodiy samaradorligi tiklanadi va ishlab chiqarish qayta faollashtiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sultonova F.N., D.D.Ataqulova., M.J.Qurbanov., L.Sh.Bozorova., Quduq tubi va mahsuldor qatlamni ochishda kimyoviy reagentlarning roli Development of science. Volume1.ISSN-3030-3907 Sentabr 2025/9 255-256 bet.

2. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров Изучение ингибирующих свойств 2, 7диметил-2, 7-дицианид-3, 6-диазаоктана. Universum: технические науки 5-4 (86). Москва 2021. стр 16-19.

3. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.

4. Атакулова, Д. Д., & Абдувалиев, С. А. Использование ингибиторов коррозии металлов. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 2023. 938-942 ст.

5. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

6. Bozorova L.Sh., Qurbanov M.J., Yuqori oltingugurtli neftning bitumgacha bo‘lgan fraksiyasidan arenotiofenlarni ajratish // “Neft va gaz kompleksida burg‘ulash, qazib olish va qayta ishlash jarayonlarining zamonaviy texnologiyalari” mavzusidagi respublika ilmiy-texnik anjuman materiallar to‘plami. Qarshi, 2018. -173-175 b.

GAZKONDENSAT KONLARINING YAKUNIY BOSQICHIDA QUDUQLAR VA JIHOZLASH TIZIMI OBYEKTLARINI KOMPLEKS ISHLATISH YECHIMLARI

Samatov Sherzod Shavkatovich[1], Axatova Guliza Anvar qizi[2]
[1] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com
[2] Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: ahadovaguliza@gmail.com

Abstract. The paper develops an integrated technological approach to operating gas-condensate wells and surface gathering facilities at the final stage of field development. The approach links three limiting conditions: the ability of the gas stream to continuously remove liquid from the wellbore, the available pressure margin between the wellhead and the gathering/processing system, and the thermodynamic margin to hydrate formation. A dimensionless liquid-removal indicator and pressure/temperature margins are proposed for operational diagnostics. Published field experience on low-pressure wells, booster compression and multiphase gathering systems is synthesized to formulate a decision sequence for deliquification, back-pressure reduction, compression and hydrate prevention. The approach can be used as a basis for integrated well–network operating plans without treating wells and surface facilities as independent objects.

Keywords: gas-condensate field, late-stage development, liquid loading, gathering system, back pressure, booster compression, hydrate prevention.

Аннотация. В статье разработан комплексный технологический подход к эксплуатации газоконденсатных скважин и объектов системы сбора на завершающей стадии разработки месторождения. Подход объединяет три ограничивающих условия: способность газового потока непрерывно выносить жидкость из ствола скважины, располагаемый запас давления между устьем и системой сбора/подготовки, а также термодинамический запас до области гидратообразования. Для оперативной диагностики предложены безразмерный показатель выноса жидкости и запасы по давлению и температуре. На основе опубликованных данных по низконапорным скважинам, дожимной компрессии и многофазным системам сбора сформирована последовательность выбора мероприятий: удаление жидкости, снижение противодавления, компримирование и предупреждение гидратов. Подход позволяет рассматривать скважину и наземную инфраструктуру как единую технологическую систему.

Ключевые слова: газоконденсатное месторождение, завершающая стадия, скопление жидкости, система сбора, противодавление, дожимная компрессия, гидратообразование.

Annotatsiya. Maqolada gazkondensat konini ishlashning yakuniy bosqichida quduqlar hamda yig‘ish va tayyorlash tizimi obyektlarini o‘zaro bog‘liq holda boshqarishning kompleks texnologik yondashuvi ishlab chiqildi. Yondashuv uchta cheklovchi holatni birlashtiradi: gaz oqimining quduq stvolidan suyuqlikni uzluksiz olib chiqish qobiliyati, quduq usti bilan yig‘ish-tayyorlash tizimi orasidagi mavjud bosim zaxirasi va gidrat hosil bo‘lish sohasigacha bo‘lgan termodinamik harorat zaxirasi. Tezkor diagnostika uchun suyuqlikni ko‘tarishning o‘lchamsiz ko‘rsatkichi hamda bosim va harorat zaxiralari taklif etildi. Past bosimli quduqlar, siquv kompressorlari va ko‘p fazali yig‘ish tarmoqlari bo‘yicha e’lon qilingan natijalar asosida suyuqlikni chiqarish, qarshi bosimni pasaytirish, kompressorlash va gidratga qarshi tadbirlarni ketma-ket tanlash sxemasi asoslandi.

Kalit so‘zlar: gazkondensat koni, yakuniy bosqich, suyuqlik yig‘ilishi, yig‘ish tizimi, qarshi bosim, siquv kompressori, gidrat hosil bo‘lishi.

Kirish. Gazkondensat konlari uzoq muddat ishlatilganda qatlam bosimi va quduq debiti pasayib, quduq tubi–stvol–yig‘ish quvuri tizimida ilgari ikkilamchi bo‘lgan gidrodinamik cheklovlar asosiy omilga aylanadi. Gaz tezligining kamayishi suv va kondensatning quduqda to‘planishiga, quduq usti bosimining yig‘ish kollektoridagi bosimga yaqinlashishi esa tabiiy bosim energiyasi hisobiga barqaror oqimni saqlash imkoniyatining qisqarishiga olib keladi. Turner, Hubbard va Dukler

gaz oqimida eng yirik suyuqlik tomchisini yuqoriga ko‘tarish uchun zarur kritik tezlik mezonini asoslagan [1]. Coleman va boshqalar past bosimli quduqlarda ushbu yondashuvni dala ma’lumotlari bilan tekshirib, quduq yuklanishining boshlanishini baholashda kritik gaz sarfi amaliy mezon bo‘la olishini ko‘rsatgan [2]. Keyingi ishlar suyuqlik yig‘ilishini bartaraf etish uchun kichik diametrli NKQ, ko‘piklantiruvchi moddalar, plunjer-lift, davriy haydash va kompressorlash kabi usullarni quduqning aniq holatiga qarab tanlash zarurligini umumlashtirgan [3].

Yakuniy bosqichning muhim xususiyati shundaki, muammo faqat quduq ichida shakllanmaydi. Yig‘ish quvurida bosim yo‘qotilishi, suyuq fazaning to‘planishi, separator bosimi, kompressorning so‘rish bosimi, gazni sovishi va gidrat xavfi quduq ish rejimiga bevosita qayta ta’sir qiladi. Yetuk gazkondensat konlari bo‘yicha e’lon qilingan tajriba quduq ishlab chiqarish bosimini pasaytirish va siquv kompressor uskunalarini joriy etish sezilarli qo‘shimcha qazib olish imkonini berishini ko‘rsatadi [4]. Shu sababli mazkur ishning maqsadi quduq va jihozlash/yig‘ish tizimini alohida emas, balki yagona “qatlam–quduq–yig‘ish tarmog‘i–tayyorlash/kompressorlash” zanjiri sifatida baholash uchun sodda kompleks mezonlar va amaliy qarorlar ketma-ketligini shakllantirishdan iborat.

Materiallar va usullar. Tadqiqot usuli sifatida klassik suyuqlikni ko‘tarish nazariyasi [1, 2], gaz quduqlarini suyuqlikdan tozalash texnologiyalari [3], yetuk gazkondensat konlarida siquv kompressorlarini qo‘llash natijalari [4], tabiiy gaz yig‘ish quvurlarida gidrat blokirovkasi xavfi [5] va quvurlarda suyuqlik yig‘ilishi bo‘yicha zamonaviy modellashtirish natijalari [6] tizimli ravishda umumlashtirildi. O‘zbekiston sharoitidagi tadqiqotlarda ham yakuniy bosqichda qatlam bosimi va oqim tezligi pasayishi quduq tubida suv-kondensat yig‘ilishi, bosim yo‘qotishlari va debitning kamayishi bilan bog‘langan [7]. Gazkondensat konini joriy holatini baholashda quduq fondi, qatlam bosimi, debit, kondensat miqdori va gidrodinamik tadqiqotlar natijalarini birgalikda ko‘rib chiqish zarurligi mahalliy kon misolida ko‘rsatilgan [8].

Quduqda suyuqlikni uzluksiz olib chiqish holatini baholash uchun Turner turidagi kritik tezlik ifodasi umumiy ko‘rinishda $v_{cr} = C\left[\sigma\left(\rho_l - \rho_g\right)\right]^{1/4}/\rho_g^{1/2}$ deb qabul qilindi; bunda C — qo‘llanilgan birliklar tizimiga bog‘liq koeffitsiyent, σ — sirt tarangligi, ρ_l va ρ_g — mos ravishda suyuqlik va gaz zichliklari [1]. Tezkor texnologik indikator sifatida $K_L = v_g/v_{cr}$ nisbatidan foydalanish taklif etiladi. $K_L < 1$ bo‘lsa, oqim suyuqlikni uzluksiz ko‘tarish uchun yetarli emasligi va stvolda suyuqlik yig‘ilishi ehtimoli ortishi ko‘rsatiladi; $K_L \geq 1$ bo‘lsa, faqat shu mezon bo‘yicha ko‘tarish sharti bajariladi. Bu indikator mustaqil yakuniy hukm emas, balki quduq bosimi, suyuqlik sarfi va oqim rejimi bilan birgalikda talqin qilinadi.

Yig‘ish tizimining quduqqa qayta ta’sirini bosim zaxirasi orqali ifodalash uchun $\Delta p_r = p_{wh} - p_{sep} - \Delta p_{line}$ ko‘rsatkichi kiritildi. Bu yerda p_{wh} — quduq usti bosimi, p_{sep} — separator yoki kompressor so‘rish chegarasidagi bosim, Δp_{line} — quduqdan ushbu nuqtagacha bo‘lgan quvurdagi bosim yo‘qotilishi. Δp_r kamaygan sari quduqning yig‘ish tizimiga mahsulot uzatish bosim zaxirasi qisqaradi. Gidrat xavfini esa $\Delta T_h = T_{line} - T_{hyd}(p, x)$ harorat zaxirasi bilan nazorat qilish mumkin; $\Delta T_h \leq 0$ bo‘lishi erkin suv mavjud sharoitda gidrat hosil bo‘lishi uchun termodinamik xavf zonasiga kirishni bildiradi [5]. Shunday qilib, quduq–tarmoq holati bir vaqtning o‘zida K_L, Δp_r va ΔT_h orqali kuzatiladi.

Natijalar va muhokama. Tahlil natijasida yakuniy bosqichda texnologik chora tanlashni uch bosqichli emas, balki o‘zaro bog‘langan sikl sifatida amalga oshirish maqsadga muvofiqligi aniqlandi. Birinchi bosqichda quduqning suyuqlik bilan yuklanishi baholanadi. Agar gaz tezligi kritik qiymatdan pastlashsa, quduqning ichki gidravlik qarshiligini kamaytirish va suyuqlikni olib chiqishni tiklash ustuvor bo‘ladi: NKQ diametrini moslashtirish, ko‘piklantiruvchi texnologiya, plunjer-lift, davriy suyuqlik chiqarish yoki boshqa suyuqlikni olib chiqish usuli quduqning suyuqlik kelishi va ish rejimiga qarab tanlanadi [3, 7]. Bunda faqat quduq ichidagi tadbir bilan cheklanish samarasiz bo‘lishi mumkin, chunki yuqori kollektor yoki separator bosimi quduqning yangi barqaror rejimga chiqishini cheklaydi.

Ikkinchi bosqichda qarshi bosim manbalari aniqlanadi. Yig‘ish quvuridagi ortiqcha bosim yo‘qotilishi suyuqlik cho‘kishi, quvur diametrining joriy sarfga nomuvofiqligi, uzun marshrut,

mahalliy qarshiliklar yoki kollektorni yuqori bosimda ushlab turish bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bunday holatda quduqlarni kollektorlar bo‘yicha qayta taqsimlash, past nuqtalardan suyuqlikni chiqarish, quvurni tozalash, separator bosimini maqbullashtirish va kompressor so‘rish bosimini pasaytirish birgalikda ko‘riladi. Fesenko va hammualliflar keltirgan Chervonodonetsk siquv kompressor stansiyasi tajribasida quduqlarning ishlab chiqarish bosimini 1,76 MPa dan 1,3 MPa gacha pasaytirishga yo‘naltirilgan rekonstruksiya natijasida 2002–2010-yillarda bazaviy variantga nisbatan amaldagi qo‘shimcha gaz qazib olish yig‘indisi 6 833,8 mln m³ ni tashkil etgan [4]. Bu natija past bosimli bosqichda quduq va kompressor tizimini birgalikda optimallashtirishning katta texnologik salohiyatini ko‘rsatadi.

Uchinchi yo‘nalish — yig‘ish quvurining ko‘p fazali oqim va issiqlik holatini boshqarish. 2024-yilda e’lon qilingan tadqiqot tabiiy gaz yig‘ish quvurlarida gidrat hosil bo‘lish xavfi kirish/chiqish bosimlari va haroratga sezgir ekanini, xavfni kamaytirishda isitish, issiqlik izolyatsiyasi, ingibitorlar va metanol kiritish nuqtalarini saqlash muhimligini ko‘rsatadi [5]. 2026-yildagi quvur tarmog‘i modellashtirish ishida esa past tezlik, suv miqdori va sovishning suyuqlik yig‘ilishiga ta’siri ko‘rsatilgan; mualliflar o‘rganilgan Hancheng sharoiti uchun gaz tezligini 1,63 m/s dan yuqori ushlab turish va qishki issiqlik himoyasini tavsiya qilgan [6]. Ushbu sonlarni boshqa konlarga bevosita ko‘chirish mumkin emas, biroq natija yakuniy bosqichda quvur diametri, oqim tezligi va issiqlik rejimini joriy debitga qayta moslashtirish zarurligini tasdiqlaydi.

Kompleks boshqarish algoritmi. Taklif etilayotgan yondashuvda har bir quduq uchun avvalo joriy K_L va Δp_r aniqlanadi, quvur yo‘nalishi bo‘yicha esa ΔT_h nazorat qilinadi. $K_L < 1$ bo‘lsa suyuqlikni chiqarish yoki oqim tezligini oshirish choralari, Δp_r juda kichik yoki manfiy bo‘lsa yig‘ish tarmog‘i qarshiligini kamaytirish va/yoki siquv kompressorlash, $\Delta T_h \leq 0$ bo‘lsa esa gidratga qarshi termik yoki kimyoviy himoya birlamchi chora sifatida tanlanadi. Ikki yoki uch cheklov bir vaqtda buzilganda tadbirlar ham kompleks bo‘lishi kerak: masalan, ko‘piklantirishning o‘zi yuqori kollektor qarshi bosimida kutilgan natijani bermasligi, faqat kompressorlash esa quvurdagi suyuqlik va gidrat xavfini avtomatik bartaraf etmasligi mumkin. Shuning uchun ishlash rejimini o‘zgartirgandan keyin mezonlar qayta hisoblanib, “quduq–quvur–separator/kompressor” tizimining yangi muvozanat nuqtasi tekshiriladi. Bunday integrallashgan yondashuv ishlab chiqarish tarmoqlarida bosim va quvvat cheklovlarini birgalikda hisobga oluvchi optimallashtirish konsepsiyalariga mos keladi [9].

Xulosa. Gazkondensat konlarini ishlashning yakuniy bosqichida mahsuldorlikning pasayishi ko‘pincha qatlam energiyasining kamayishi, quduqda suyuqlik yig‘ilishi va yer usti tizimidagi qarshi bosimning birgalikdagi ta’siri bilan shakllanadi. Shu sababli quduqlarni va jihozlash/yig‘ish tizimi obyektlarini alohida optimallashtirish o‘rniga ularni yagona texnologik zanjir sifatida boshqarish zarur. Taklif etilgan K_L, Δp_r va ΔT_h ko‘rsatkichlari suyuqlikni ko‘tarish, bosim zaxirasi va gidrat xavfini bir ekranli diagnostikada bog‘lash imkonini beradi. Adabiyotlarda keltirilgan dala va modellashtirish natijalari siquv kompressorlash, quvur gidravlikasini qayta moslashtirish, suyuqlikni chiqarish hamda gidratga qarshi himoyani muvofiqlashtirish yakuniy bosqichda gaz va kondensat qazib olishning barqarorligini oshirish uchun asosiy kompleks yo‘nalishlar ekanini tasdiqlaydi. Taklif etilgan algoritm keyingi tadqiqotlarda aniq gazkondensat konining quduq va yig‘ish tarmog‘i ma’lumotlari bilan kalibrlanib, texnik-iqtisodiy optimallashtirish modeli sifatida rivojlantirilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Turner R.G., Hubbard M.G., Dukler A.E. Analysis and Prediction of Minimum Flow Rate for the Continuous Removal of Liquids from Gas Wells. Journal of Petroleum Technology, 1969, 21(11), 1475–1482. DOI: 10.2118/2198-PA.

[2] Coleman S.B., Clay H.B., McCurdy D.G., Norris H.L. III. A New Look at Predicting Gas-Well Load-Up. Journal of Petroleum Technology, 1991, 43(3), 329–333. DOI: 10.2118/20280-PA.

[3] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Gulf Professional Publishing, Elsevier, 2008. DOI: 10.1016/B978-0-7506-8280-0.X5001-X.

[4] Fesenko Y.L., Kryvulia S.V., Syniuk B.B., Fyk M.I. Applied aspects of maintaining gas production in a gas condensate production field at a late stage of operation. Nafta-Gaz, 2013, 69(10), 744–760.

[5] Zhang A.-Y., Cai M., Wei N., Li H.-T., Zhang C., Pei J., Wang X.-W. Analysis of sensitivity to hydrate blockage risk in natural gas gathering pipeline. Petroleum Science, 2024, 21(4), 2723–2733. DOI: 10.1016/j.petsci.2024.01.016.

[6] Deng Y., Yang M., Chen L., Rao H., Li S., Zhou C., Huang Y., Kong Z., Gao X., Di C., He T. Modeling Liquid Loading Behavior in Coalbed Methane Gathering Pipelines. Fluid Dynamics & Materials Processing, 2026, 22(2), Article 5. DOI: 10.32604/fdmp.2026.077227.

[7] Oripova Sh.K. Gaz va gazkondensat quduqlarini o‘z-o‘zidan tiqilishini oldini olish usullari. JIZPI Xabarnomasi, 2025, №3, 306–312.

[8] Asadova X.B., Sultonov N.N., Boyqulov M.A. Sho‘rtak gazokondensat konini joriy holati tahlili va kon geologik ma’lumotlari asosida o‘zlashtirish. Innovatsion texnologiyalar, 2025, 60(4), 7–15. DOI: 10.70769/2181-4732.ITJ.2025-4.01.

[9] Codas A., Campos S., Camponogara E., Gunnerud V., Sunjerga S. Integrated production optimization of oil fields with pressure and routing constraints: The Urucu field. Computers & Chemical Engineering, 2012, 46, 178–189. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2012.06.016.

ANALYSIS OF THE FOAMING PROPERTIES OF SOLID SURFACTANTS IN MINERALIZED ENVIRONMENTS FOR GAS AND GAS CONDENSATE WELLS

Oripova Shakhlo Karimovna
University of Economics and Pedagogy, Karshi 180100, Uzbekistan,
E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Abstract. This article examines the use of solid surfactants for removing accumulated liquids in gas and gas-condensate wells. In addition, the criteria for selecting solid surfactants and the efficiency of the foam-assisted liquid lifting process are analyzed.

Keywords: Gas and gas-condensate fields, well bottom, liquid accumulation, surfactants, solid surfactants.

Аннотация. В статье рассматривается применение твердых поверхностно активных веществ для удаления скопившейся жидкости из газовых и газоконденсатных скважин. Кроме того, проанализированы критерии выбора твердых поверхностно активных веществ, а также эффективность процесса подъема жидкости из скважины с использованием пены.

Ключевые слова: газовые и газоконденсатные месторождения, забой скважины, скопление жидкости, поверхностно-активные вещества, твердые поверхностно-активные вещества.

Annotatsiya. Ushbu maqolada gaz va gaz-kondensat quduqlari tubida yig‘ilgan suyuqliklarni chiqarib tashlash uchun qattiq sirt faol moddalardan foydalanish masalalari tadqiq etilgan. Shuningdek, qattiq sirt faol moddalarni tanlash mezonlari hamda ko‘pik yordamida quduqda to‘plangan suyuqliklarni ko‘tarish jarayonining samaradorligi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: gaz va gaz-kondensat konlari, quduq tubi, suyuqlik to‘planishi, sirt-faol moddalar, qattiq sirt-faol moddalar.

Gas and gas-condensate fields can be operated efficiently over a long period only through proper well condition management and rational exploitation practices. During field development, reservoir pressure depletion, changes in hydrodynamic conditions, and the increasing complexity of reservoir properties gradually lead to a rise in the liquid content of the produced fluids, particularly water. This phenomenon is widely observed in gas and gas-condensate wells and negatively affects their technological and production performance [1-2]. In gas wells, water and condensate produced together with the gas begin to accumulate at the well bottom, inside tubing strings, and in various sections of the wellbore when the gas flow velocity falls below a critical value. The accumulated liquid column creates additional resistance to gas flow and increases hydraulic losses within the well.

As a result, bottom-hole pressure rises, gas inflow from the reservoir decreases, and well productivity declines significantly [3-4].

The use of solid surfactants is regarded as one of the simplest, economically efficient, and technologically practical methods for preventing liquid accumulation in gas wells. As many gas and gas-condensate fields enter the middle and late stages of development, self-loading processes become increasingly common in producing wells. Under such conditions, the application of solid surfactants provides high operational efficiency by promoting foam generation and facilitating the removal of accumulated liquids from the wellbore [5]. Surfactants used under field conditions must possess high mechanical stability in liquid media, meaning that they should retain their structural and functional properties over time. In addition, these substances are required to exhibit intensive foam-forming ability in both low- and highly mineralized waters. Along with their technological efficiency, the economic feasibility and availability of the applied reagents are also considered important selection criteria [6].

The experimental studies were carried out under the conditions of the Alan gas-condensate field. Considering that the depth of the wells in this field ranges from 2800 to 3200 m, a special experimental setup was designed and assembled to evaluate the foaming properties of solid surfactants within a temperature range of 70–90 °C. Laboratory tests were subsequently conducted using this setup [7].

The main objective of the study was to develop a solid surfactant composition capable of generating stable foam in highly mineralized waters while maintaining high mechanical stability under downhole conditions. For this purpose, complex compositions were formulated containing synthetic surfactants, stabilizers, plasticizers, weighting agents, paraffin, synthetic adhesive materials, sodium carbonate, and sodium salts of higher fatty acids.

The efficiency of the solid surfactants was evaluated based on their ability to remove accumulated liquid from the wellbore to the surface in the form of foam by means of the gas flow. In this regard, several parameters were comprehensively analyzed, including foam generation capacity, foam stability duration, mechanical strength, the volume of lifted liquid, and the time required for the liquid removal process. During the course of the research, the efficiency of solid surfactants in removing liquids from the formation water of the Alan gas-condensate field was experimentally investigated using a specially designed laboratory apparatus [8].

In the experiments, various compositions ranging from QSFM-1 to QSFM-60 were prepared, and their physicochemical and operational properties were comparatively evaluated [9]. One of the effective methods for liquid unloading from gas wells is the application of solid surfactants. Foam is generated when water comes into contact with the foaming agent and gas bubbles pass through the liquid column. The gas velocity then facilitates the lifting of the foam-like mass to the surface, since the density of the foam is significantly lower than that of water [10-11].

Based on the results of laboratory and experimental investigations, the physicochemical and technological characteristics of different surfactants and foam-forming reagents were comparatively analyzed. The analysis demonstrated that among all investigated reagents, QSFM-56 exhibited the most favorable performance in terms of foam generation capacity, foam stability, liquid lifting efficiency, and operational effectiveness in a gas environment. In particular, QSFM-56 showed superior efficiency compared to other reagents in removing liquids accumulated at the well bottom by means of the gas flow.

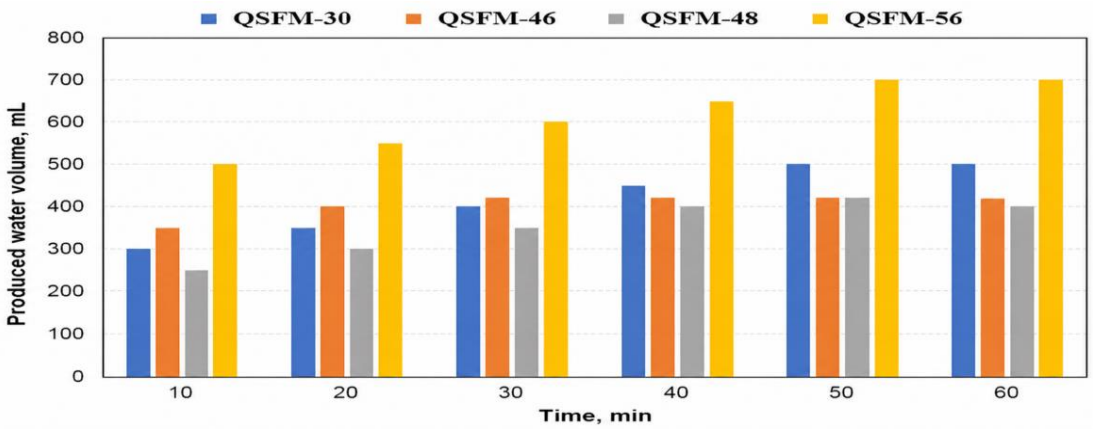


Figure 1. Dynamics of water removal using solid surfactants with different compositions

At the same time, the compatibility of the QSFM-56 reagent with formation waters, its ability to maintain functional properties under different mineralization levels, and its capability to provide high technological efficiency with relatively low consumption further increase its practical applicability. Experimental observations demonstrated that the foam-generation mechanism of the reagent enables efficient utilization of gas flow energy, thereby reducing the liquid column accumulated within the wellbore. As a result, hydraulic resistance in the well decreases and the gas flow becomes more stable. Based on these findings, QSFM-56 was selected as the primary reagent for subsequent scientific and practical investigations as well as pilot testing. In order to improve the application technology of this reagent and evaluate its efficiency under production conditions, additional experiments were conducted in the central laboratory of the Mubarak Oil and Gas Production Department. During the laboratory investigations, the preparation technology of QSFM-56, its optimal concentration, behavior within the gas-liquid system, foam formation dynamics, and foam stability characteristics were studied in detail.

The obtained results confirmed that QSFM-56 demonstrates high efficiency in combating liquid accumulation in gas and gas-condensate wells. Furthermore, the scientific analysis showed that the application of this reagent contributes to increasing well productivity, extending the stable operating life of wells, and improving both technological and economic efficiency. Therefore, it is considered appropriate to carry out additional field pilot tests for the industrial-scale implementation of QSFM-56.

References

[1] Муртазаев А.Х. Изучение мирового опита примемения поверхностно-активних вешеств для эксплуатации газоконденсатних месторождений // Молодой учёний, 2020, Май, № 22 (312), С. 120-122.

[2] Маринин В.С., Строгий А.Й. Удаление жидкости из скважин с помощю пенообразавателья // Газовая промишленность. 1994, № 2, С. 19-20.

[3] Орипова, Ш. К. (2022). УДАЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН. Journal of Integrated Education and Research, 1(4), 283–288. Retrieved from https://ojs.rmasav.com/index.php/ojs/article/view/244

[4] Орипова, Ш., & Адизов, Б. (2023). ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОРАЗРАБОТКИ ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. Journal of Experimental Studies, 1(3), 1–7.

[5] Oripova, S., Akramov, B., & Adizov, B. (2024). SELECTING LIFT COLUMN DROP DEPTH AND DIAMETER TO PROVIDE LIQUID EXTRACTION CONDITIONS. Innovatsion Texnologiyalar , 55(03). Retrieved from https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/903

[6] Oripova Shahlo Karimovna, Adizov Bobirjon Zamirovich, and Akramov Baxshillo Shafi yevich. “ANALYSIS OF PRODUCTIVE FORMATIONS OF GAS AND GAS CONDENSATE FIELDS”. *SCIENCE AND INNOVATIVE DEVELOPMENT*, vol. 6, no. 6, Dec. 2023, pp. 15-26, https://ilm-fan-journal.csti.uz/index.php/journal/article/view/456.

[7] Oripova Shahlo, Adizov Bobirjon, Akramov Baxshillo, Umurzakov Azizbek CONSTRUCTION OF A THREE-DIMENSIONAL GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL OF THE ALAN FIELD // Universum: технические науки. 2023. №3-5 (108). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/construction-of-a-three-dimensional-geological-and-geophysical-model-of-the-alan-field

[8] Oripova , S., Akramov, B., & Adizov, B. (2024). APPLICATION OF DEVELOPED SOLID FOAMING AGENTS TO REMOVE LIQUID FROM THE BOTTOM OF GAS AND GAS CONDENSATE WELLS. Innovatsion Texnologiyalar , 53(01). Retrieved from https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/731

[9] Oripova Shahlo Karimovna GAZ VA GAZKONDENSAT KONLARI QUDUQLARIDA YO‘QOTILAYOTGAN TABIIY GAZ MIQDORI // Илм-фан ва инновацион ривожланиш / Наука и инновационное развитие. 2025. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gaz-va-gazkondensat-konlari-quduqlarida-yo-qotilayotgan-tabiiy-gaz-miqdori

[10] Oripova Sh.K., Adizov B.Z., Akramov B.Sh. Analysis of the foaming properties of foaming solid surfactants // International Conference Industrial Technologies and Engineering ICITE– 2023. Shymkent, Kazakhstan, 2023, P. 68-72.

[11] Oripova Sh.K. Qattiq SFM yordamida gaz va gazkondensat quduqlari tubidan suyuqlikni bartaraf qilish samaradorligini oshirish // Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar 2025-yil 3-son. 424-429 b.

QATLAMNING NEFT BERAOLUVCHANLIGI VA UNI BELGILOVCHI OMILLAR

Ataqulova D.D., ***Saydaliyev R.F, Eshonqulov B.Y***
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti dotsenti, Qarshi, E-mail:
dilbarataqulova362@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada qazib chiqarish jarayonida neft beraoluvchanlik koeffitsienti avvaldan hisoblangan bo’lganligi va har yilgi qazib chiqarilgan neft miqdori muayyan miqdorni ifoda qilganligi tufayli yillik (joriy) neft beraoluvchanlik doimo loyihadagi ko’rsatkich bilan solishtirib boriladi. Mabodo loyihadagi ko’rsatkichlardan farq qiladigan bo’lsa, buning sabablari aniqlanib, bunday farqni yo’q qilish uchun kerakli choralar qo’llaniladi.

Kalit so‘z: qatlam, neft, gaz, qovushqoqlik, kislota haydash, sirt faol moddalar, gidroyorish, elektr isitgichlar.

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс, при котором фактическая годовая (текущая) нефтеотдача непрерывно сопоставляется с проектным показателем, поскольку коэффициент извлечения нефти рассчитывается заранее, а годовой объем добычи представляет собой конкретную величину. При выявлении отклонений от проектных значений устанавливаются их причины и принимаются соответствующие меры для устранения расхождений.

Ключевые слова: пласт, нефть, газ, вязкость, закачка кислоты, поверхностно-активные вещества (ПАВ), гидравлический разрыв пласта (ГРП), электронагреватели.

Abstract. In this article, since the oil recovery factor is pre-calculated during the extraction process and the annual volume of extracted oil represents a specific figure, the annual (current) oil recovery is continuously compared against the project-planned indicator. Should any deviation from the project figures occur, the causes are identified, and appropriate measures are implemented to eliminate the discrepancy.

Keywords: reservoir, oil, gas, viscosity, acid injection, surfactants, hydraulic fracturing, electric heaters.

“Neft beraoluvchanlik” tushunchasi uyumdan olinishi mumkin bo’lgan neft miqdorining yig’indisi bo’lib, u har xil ko’rinish – ya‘ni qismlardan tashkil topgan bo’ladi, chunonchi;

1) tabiiy sharoitda uyumning ishlatilishi natijasida erishilgan neft beraoluvchanlik miqdori;

2) uyumga tashqaridan sun‘iy ravishda ta‘sir qilinganligi natijasida erishilgan neft beraoluvchanlik; bu ko’rsatkich o’z navbatida:

a) qatlamga suv haydash usuli bilan;

b) qatlamga gaz yoki havo haydash usuli bilan;

v) qatlamga issiqlik manbalari (qizdirilgan bug’, issiq suv va sh.k.) haydash usuli bilan;

g) qatlamga sirt aktiv moddalar, kislota, ishqor, mitsilyar eritma va sh.k. haydash usuli bilan erishimiz mumkin;

d) qatlam ichida undagi neftning bir qismini yondirish usuli bilan;

e) quduq tubiga ta‘sir qilish bilan (kislota haydash, gidroyorish, elektr isitgichlar bilan ta‘sir va sh.k.) erishilish mumkin.

Neft olishni ko’paytirish usullari bilan neft beraoluvchanlikni oshirishga erishish mumkin bo’ladi. Uyum qatlamning tabiiy ish tarzi bo’yicha ishlatilganda erishiladigan neft beraoluvchanlik “birlamchi neft beraoluvchanlik” deb ataladi.

Uyumni ishlatish jarayonida unga dastlabki vaqtlarda suv haydash usuli qo’llanilsa va shu tariqa uyum ishlatilishi oxirigacha olib borilsa bu hollarda erishilgan neft beraoluvchanlik “birlamchi va ikkilamchi usullar bilan erishilgan” deb hisoblanadi. Agar qatlamga suv haydash qazib chiqarish jarayonining o’rtalaridan boshlansa, unda suv haydash jarayoni boshlanguncha erishilgan neft beraoluvchanlik birlamchi, suv haydash jarayoni boshlangandan keyingisi “ikkilamchi neft beraoluvchanlik” deb hisoblanadi.

Uyumni ishlatish jarayonida aksariyat quduqlar mahsulotinioshirish uchun qilingan har bir muolaja ma‘lum miqdorda neft beraoluvchanlikni oshiradi. Bu ishlar qatlam (uyum) bo’yicha bir guruh quduqlarda galma-galdan amalga oshirilib, neft chiqarish ishlariga ko’mak beradi, quduqlar mahsulot miqdorini, demak, neft beraoluvchanlikni oshiradi. Bu usullar “neft beraoluvchanlikni oshirishning uchlamchi usullari” deb nomlanadi.

Shunday qilib, qatlamning (uyumning) neft beraoluvchanligi undagi balans zahiralarining bir qismi bo’lib, balans zahiralari qatlamdan olinishi mumkin bo’lgan (birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi usullarning qo’llanishi natijasida olinishi mumkin bo’lgan neftlarning yig’indisi sifatida) neft miqdori hamda qatlamda (uyum) qoldiq sifatida qolgan neft miqdorining yig’indisidan iborat bo’ladi, ya‘ni

$$Q_b = Q_{olin} + Q_{qol}$$

Bu yerda: Q_b - qatlam (uyum)ning balans zahirasi, t

Q_{olin} - qatlamdan olinishi mumkin bo’lgan neft miqdori, t

Q_{qol} - qatlamda qolgan neft miqdori, t.

Aksariyat neft beraoluvchanlik miqdori “koeffitsient” tushunchasida ifodalanadi, unda bu koeffitsient balans zahiralarining bir qismi ekanligi aniq ko’rinadi:

$$\eta = \frac{Q_{olin}}{Q_b}$$

Bu yerda: Q_{olin} - qatlamdan olinishi mumkin bo’lgan neft miqdori, t

Q_b - qatlam (uyum)ning balans zahirasi, t

η - neft beraoluvchanlik koeffitsienti bir-birlikda yoki % ko’rinishida bo’lgan miqdordir.

Shunday qilib, “neft beraoluvchanlik koeffitsienti” deb, qatlam (uyum) dan olinishi mumkin bo’lgan neft miqdorining undagi balans zahirasiga bo’lgan nisbatiga aytiladi.

Yuqorida aytilganidek, neft beraoluvchanlikning birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi ko’rinishlari mavjudligini inobatga olsak, qatlamning umumiy neft beraoluvchanligi o’sha ko’rsatkichlarning yig’indisi sifatida ifodalanadi.

Undan tashqari hozirgi kunga nisbatan olingan neft beraoluvchanlikni yoki qazib chiqarish muddatining ma‘lum bir qismiga nisbatan qilingan neft beraoluvchanlik joriy neft beraoluvchanlik deb yuritiladi. Tabiiyki, bu ko’rsatkich oxirgi (umumiy) neft beraoluvchanlikning bir qismi sifatidagi ko’rsatkichga ega bo’ladi.

Bunda suvning neftni siqib chiqarish xususiyati neftning fizik-kimyoviy xususiyatlariga (qovushqoqlik, sirt ho’llanishligi) bog’liq bo’lib, yana g’ovaklarning o’lchamlariga ham bog’liqdir. Qatlam sharoitidagi neftning qovushqoqligi uning harakatiga juda katta ta‘sir ko’rsatadi. Yopishqoq quyuq neftni qazib chiqarish juda mushkul. Yana suvning tog’ jinslarini ho’llash-ho’llanmaslik xususiyati ham katta ahamiyatga ega. Ho’llanuvchi jinsdan neftning siqib chiqarilishi ancha Engil kechadi; agar suv bilan ho’llanmaydigan sharoit bo’lsa undan suyuqlikning siqib chiqarilishi qiyin bo’ladi. Yana qatlamning g’ovakligi va o’tkazuvchanligi qancha yuqori bo’lsa, undan neft siqib chiqarilishi ancha qulay bo’lsada, agar kollektor past o’tkazuvchanlikka ega bo’lsa, unda suyuqlikning harakati juda sust kechadi. Undan tashqari kollektorning sofligi, ya‘ni uning tarkibida gil mahsulotlarining bo’lmasligi katta ahamiyat kasb etadi. Mabodo kollektor tarkibida gil minerallari mavjud bo’lsa, ular suv tegishi bilan bo’kib o’tkazuvchanlikni yomonlashtiradi.

Suyuqlikning sirt tarangligidan farqni kamaytirish maqsadida aksariyat suvning sirt tarangligini neftnikiga yaqinlashtirishga harakat qilishadi va natijada siqib chiqarishning natijasi yaxshiroq bo’ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.B.SH. Akramov, N.N. Mahmudov «Neft va gaz qazib olish texnikasi va texnologiyasi» fanidan amaliy mashg‘ulot uchun uslubiy ko‘rsatma. Toshkent-1999 y.

2. B.SH. Akramov, N.N. Mahmudov «Neft va gaz qazib olish texnikasi va texnologiyasi» fanidan o‘quv qo‘llanma, Toshkent.2003 y.

3.Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

4. Ataqulova D.D., Qurbanov M.J. MAD-20 preperatining ingibitorlik xossasini gravimetrik usulda o‘rganish. QDU XABARNOMA. 2022 6/1(56). 55-58 bet.

5. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

MAHALLIY SINTEZ QILINGAN PLASTIFIKATORLARNING TEXNOLOGIK SAMARADORLIGINI IMPORT ANALOGLARI BILAN QIYOSIY BAHOLASH

Jo‘rayev Sunnat Anvar o‘g‘li, Sottikulov Elyor Sotimboyevich
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti doktoranti. 111116, Toshkent viloyati, Toshkent tumani, e-mail: *jorayevsunnat0525@gmail.com*.

Annotatsiya. Tadqiqotda beton qorishmalarida qo‘llaniladigan import va mahalliy plastifikatorlarning asosiy fizik-kimyoviy hamda texnologik xossalari qiyosiy o‘rganildi. Tadqiqot uchun Sika 4336, PR-196, DAB miks-1, PCH-40 va PCT-40 plastifikatorlari tanlandi. Ularning quruq qoldiq miqdori, pH ko‘rsatkichi, suv sarfini kamaytirish darajasi va tashqi ko‘rinishi aniqlandi. Natijalarga ko‘ra, Sika 4336 va PR-196 plastifikatorlarida quruq qoldiq miqdori 30–30,8 % ni, suv sarfini kamaytirish darajasi esa 28-30 % ni tashkil etdi. DAB miks-1 qo‘shimchasida ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 32,6 va 23 % bo‘ldi. PCH-40 va PCT-40 plastifikatorlarida quruq qoldiq miqdori 50,5-51,5 % ga yetib, suv sarfini kamaytirish samaradorligi 38-40 % ni tashkil etdi. Ushbu natijalar sintez qilingan plastifikatorlarda faol modda konsentratsiyasi yuqoriligini va sement zarrachalarining dispersiyalanishini samarali ta’minlashini ko‘rsatadi. PCH-40 va PCT-40 ning texnologik ko‘rsatkichlari import analoglari bilan raqobatbardosh ekanligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: plastifikator, beton qorishmasi, suv sarfi, quruq qoldiq, pH ko‘rsatkichi, sement gidratatsiyasi.

Аннотация. В исследовании проведено сравнительное изучение основных физико-химических и технологических свойств импортных и отечественных пластификаторов, применяемых в бетонных смесях. Для исследования были выбраны пластификаторы Sika 4336, PR-196, DAB miks-1, PCH-40 и PCT-40. Определены содержание сухого остатка, показатель pH, степень снижения расхода воды и внешний вид пластификаторов. Согласно полученным результатам, содержание сухого остатка в пластификаторах Sika 4336 и PR-196 составило 30–30,8 %, а степень снижения расхода воды — 28–30 %. Для добавки DAB miks-1 данные показатели составили соответственно 32,6 и 23 %. В пластификаторах PCH-40 и PCT-40 содержание сухого остатка достигало 50,5–51,5 %, а эффективность снижения расхода воды составляла 38–40 %. Полученные результаты свидетельствуют о более высокой концентрации активного вещества в синтезированных пластификаторах и их эффективном диспергировании частиц цемента. Установлено, что технологические показатели PCH-40 и PCT-40 являются конкурентоспособными по сравнению с импортными аналогами.

Ключевые слова: пластификатор, бетонная смесь, расход воды, сухой остаток, показатель pH, гидратация цемента.

Abstract. The study comparatively investigated the main physicochemical and technological properties of imported and locally produced plasticizers used in concrete mixtures. The plasticizers Sika 4336, PR-196, DAB miks-1, PCH-40, and PCT-40 were selected for the study. The dry residue content, pH value, water-reduction rate, and appearance of the plasticizers were determined. According to the results, the dry residue content of Sika 4336 and PR-196 was 30-30.8%, while their water-reduction rates were 28-30%. For DAB miks-1, these values were 32.6% and 23%, respectively. The dry residue content of PCH-40 and PCT-40 reached 50.5-51.5%, with water-reduction efficiencies of 38-40%. These results indicate a higher concentration of active substances in the synthesized plasticizers and their effective ability to disperse cement particles. It was established that the technological performance of PCH-40 and PCT-40 is competitive with that of imported analogues.

Keywords: plasticizer, concrete mixture, water consumption, dry residue, pH value, cement hydration.

Kirish. Qurilish sanoati dunyo iqtisodiyotining eng yirik tarmoqlaridan biri bo‘lib, beton ushbu sohada eng ko‘p qo‘llaniladigan kompozitsion material hisoblanadi. Urbanizatsiyaning jadallashuvi, infratuzilma loyihalarining kengayishi va yuqori qavatli binolar qurilishining ortishi yuqori sifatli hamda uzoq muddat xizmat qiladigan betonlarga bo‘lgan talabni yildan-yilga oshirmoqda. Shu sababli betonning texnologik va ekspluatatsion xossalarini yaxshilash zamonaviy qurilish materialshunosligining ustuvor ilmiy yo‘nalishlaridan biriga aylangan [1].

Beton ishlab chiqarishda qorishmaning yoyiluvchanligi, ishlov berish qulayligi va qotish vaqtini boshqarish nafaqat texnik, balki iqtisodiy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Kimyoviy qo‘shimchalardan oqilona foydalanish sement va suv sarfini kamaytiradi, energiya iste’molini optimallashtiradi, ishlab chiqarish xarajatlarini pasaytiradi hamda beton konstruksiyalarining xizmat muddatini uzaytiradi. Natijada qurilish jarayonining samaradorligi oshadi va ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi [2].

Hozirgi vaqtda beton texnologiyasida polikarboksilat efir asosidagi superplastifikatorlar (PCE), lignosulfonatlar, organik kislotalar, nanomodifikatorlar va boshqa funksional qo‘shimchalar keng qo‘llanilmoqda. Ushbu qo‘shimchalar neft-kimyo sanoati, yog‘ochni qayta ishlash sanoati hamda kimyo sanoatida olinadigan xomashyolar asosida ishlab chiqariladi. So‘nggi yillarda esa qayta ishlangan materiallar, biomassa hosilalari va sanoat chiqindilaridan olingan ekologik qo‘shimchalarga qiziqish ortib bormoqda. Bu esa tabiiy resurslardan foydalanishni qisqartirish va uglerod izini kamaytirishga xizmat qiladi [3].

Kimyoviy qo‘shimchalarni ishlab chiqarish texnologiyasi ularning molekulyar tuzilishini boshqarish va sement zarrachalari bilan o‘zaro ta’sirini optimallashtirishga asoslanadi. Ayniqsa, polikarboksilat asosidagi superplastifikatorlar yuqori dispersiyalash qobiliyati tufayli beton qorishmasining yoyiluvchanligini uzoq muddat saqlash bilan birga suv-sement nisbatini kamaytirish

imkonini beradi. Qotishni sekinlashtiruvchi qo‘shimchalar esa sementning gidratatsiya tezligini nazorat qilib, issiq iqlim sharoitida, uzoq masofaga beton tashishda va yirik hajmli betonlash ishlarida samarali qo‘llaniladi [4].

Bugungi kunda beton texnologiyasida kimyoviy qo‘shimchalarni sun’iy intellekt, nanomateriallar va ekologik bog‘lovchi tizimlar bilan uyg‘unlashtirish bo‘yicha keng ko‘lamli ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Kelajakda biologik asosdagi qo‘shimchalar, aqlli (smart) qo‘shimchalar va uglerod chiqindisi past bo‘lgan innovatsion modifikatorlarni ishlab chiqish beton sanoatini yanada barqaror va resurs tejamkor yo‘nalishga olib chiqishi kutilmoqda [5].

Tadqiqotlar uchun tanlangan plastifikatorlarning hossalari ham o‘rganildi. Unda turli markadagi import va mahalliy plastifikatorlar bilan birga Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiaot instituti olimlari tomonidan sintez qilingan plastifikatorlar ham o‘rganildi.

1-jadval

Plastifikatorlarning hossalari

Ko‘rsatkich nomi	**Sika 4336**	**PR-196**	**DAB miks-1**	**PCH-40**	**PCT-40**
Quruq qoldiq miqdori, %	30	30,8	32,6	50,5	51,5
pH	5-6	5-6	5-7	5-6	5-7
Suv sarfini kamaytirish darajasi, %	28	30	23	40	38
Tashqi ko‘rinishi	och sariq	och sariq	och qo‘ng‘ir	Tiniq rangsiz	Tiniq rangsiz

Keltirilgan 4-jadvalda tadqiqot uchun tanlab olingan plastifikatorlarning asosiy fizik-kimyoviy va texnologik ko‘rsatkichlari qiyosiy tarzda aks ettirilgan bo‘lib, ularning kelib chiqishi, tarkibiy xususiyatlari hamda sement tizimiga ta‘sir darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tahlil qilindi. Import plastifikatorlar Sika 4336 -va PR-196 nisbatan past quruq qoldiq miqdori (30–30,8 %) bilan tavsiflanadi. Shu bilan birga, ushbu qo‘shimchalar suv sarfini kamaytirish bo‘yicha yuqori samaradorlikka ega bo‘lib (28-30 %), zamonaviy polikarboksilat asosidagi superplastifikatorlarga xos yuqori dispersiyalash qobiliyatini namoyon etadi. pH qiymatlarining 5-6 oralig‘ida bo‘lishi sement tizimi uchun maqbul bo‘lib, gidratatsiya jarayoniga salbiy ta‘sir ko‘rsatmasligini bildiradi.

Mahalliy ishlab chiqarilgan DAB miks-1 plastifikatori import analoglariga nisbatan biroz yuqoriroq quruq qoldiq miqdoriga (32,6 %) ega bo‘lsa-da, suv sarfini kamaytirish darajasi 23 % bilan cheklanadi.

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti olimlari tomonidan sintez qilingan PCH-40 va PCT-40 plastifikatorlarida quruq qoldiq miqdori sezilarli darajada yuqori (50,5–51,5 %) bo‘lib, bu faol moddaning yuqori konsentratsiyasini va kamroq dozada qo‘llash imkoniyatini anglatadi. PCH-40 ning HPEG-2400, PCT-40 ning esa TPEG asosida sintez qilinganligi ularning makromolekulyar yon zanjir uzunligi va konfiguratsiyasi farqlanishini ko‘rsatadi, bu esa suv sarfini kamaytirish darajasida ham aks etadi (38-40 %). Tashqi ko‘rinishining tiniq va rangsiz bo‘lishi yuqori darajada tozalanganligini hamda arxitektura va oq sement asosidagi betonlarda qo‘llash uchun qulayligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, jadval ma‘lumotlari shuni ko‘rsatadiki, sintez qilingan PCH-40 va PCT-40 plastifikatorlari asosiy texnologik ko‘rsatkichlar bo‘yicha import analoglaridan qolishmaydi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida import va mahalliy plastifikatorlarning asosiy fizik-kimyoviy hamda texnologik ko‘rsatkichlari qiyosiy baholandi. Sika 4336, PR-196 va DAB miks-1 plastifikatorlariga nisbatan mahalliy sintez qilingan PCH-40 va PCT-40 qo‘shimchalarida quruq qoldiq miqdori yuqoriligi hamda suv sarfini kamaytirish samaradorligi 38-40 % gacha yetishi aniqlandi. Bu holat mazkur plastifikatorlarda faol modda konsentratsiyasi yuqoriligi va sement zarrachalarini samarali dispersiyalash xususiyati bilan izohlanadi. PCH-40 va PCT-40 ning pH ko‘rsatkichlari 5-7 oralig‘ida bo‘lib, sement tizimi bilan texnologik mosligini ta’minlaydi. Olingan

natijalar mahalliy sintez qilingan plastifikatorlarning import analoglariga nisbatan yuqori samaradorlikka ega ekanligini va ularni zamonaviy beton texnologiyalarida qo‘llash istiqbolli ekanligini ko‘rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Хаирова Д. Р., Сайфуллаева М. И. Тенденции развития цементной индустрии в Узбекистане //Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №. 6. С. 358-362. https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/40

2. Шахова Л. Д., Черноситова Е. С., Денисова Ю. В. Исследование влияния технологических добавок на реологические свойства цементного порошка //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. 2017. №. 10. С. 123-128. https://DOI:10.12737/article_59cd0c62ea5830.10657970

3. 65 Перевощикова А. Н. и др. Исследование физико-механических свойств бетона с добавлением многофункциональной добавки //Нанотехнологии в строительстве. – 2024. Т. 16. №. 2. С. 170 https://doi.org/10.15828/2075-8545-2024-16-2-170-179

4. Фонтана К.А., Ерзнкян Б.А., «Умная фабрика» и ключевые технологии Индустрии 4.0. Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление, 4, 2022, с. 53-67. https://doi.org/10.17308/econ.2022.4/10575

5. Р.О. Резаев, А.А. Дмитриев, Д.В. Чернявский, Применение вероятностных подходов для пос троения моделей «состав-свойство», 4-5, 2022, с. 25-37 https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-614-6-12-24

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗА И КОНДЕНСАТА ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛАН

Орипова Шахло Каримовна

Университет экономики и педагогики, г. Карши, 180100, Республика Узбекистан.

E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Аннотация. В данной работе рассмотрены физико-химическая характеристика газа и конденсата ГКМ Алан, в том числе содержание метана, азота, объемная доля углекислого газа, сероводорода, плотность пластового газа, компонентный состав добываемого газа, пластовых потерь и динамика состава пластового газа в процессе разработки месторождения Алан.

Ключевые слова: Газ, конденсат, физико-химическая характеристика газа и конденсата, углекислого газ, пластового газ, тяжелых фракций углеводородов, молекулярная масса газа, плотность газа, пластового давления, пластовых потерь.

Abstract. This paper examines the physicochemical characteristics of gas and condensate from the Alan Gas Condensate Field (GCF), including methane and nitrogen content, the volumetric fractions of carbon dioxide and hydrogen sulfide, reservoir gas density, the component composition of produced gas, reservoir losses, and the dynamics of changes in reservoir gas composition during the development of the field.

Keywords: gas, condensate, physicochemical characteristics of gas and condensate, carbon dioxide, reservoir gas, heavy hydrocarbon fractions, molecular weight of gas, gas density, reservoir pressure, reservoir losses.

Annotatsiya. Mazkur ishda Alan GKK gaz va kondensatining fizik-kimyoviy xususiyatlari, jumladan, metan va azot miqdori, karbonat angidrid hamda vodorod sulfidining hajmiy ulushi, qatlam gazining zichligi, qazib olinayotgan gazning komponent tarkibi, qatlamdagi yo‘qotishlar va konni o‘zlashtirish jarayonida qatlam gazining tarkibiy o‘zgarish dinamikasi ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: gaz, kondensat, gaz va kondensatning fizik-kimyoviy xususiyatlari, karbonat angidrid, qatlam gazi, uglevodorodlarning og‘ir fraksiyalari, gazning molekulyar massasi, gaz zichligi, qatlam bosimi, qatlamdagi yo‘qotishlar.

Природные газы газовых и газоконденсатных месторождений относятся к одному из многочисленных видов химических соединений и представляют собой большей частью смесь

предельных углеводородов (C_nH2_{n+2}). В природных газах основным компонентом является метан CH_4, содержание которого достигает 98% по объему. Наряду с метаном входят и более тяжелые углеводороды: этан C_2H_6, пропан C_3H_8, нормальный бутан n-C_4H_{10}, изобутан i-C_4H_{10} и пентан C_5H_{12} [1]. Газ состоящий из метана и в убывающей степени этана, пропана, бутанов и конденсирующихся более тяжелых углеводородов, может содержать инертные и кислые газы, а также присутствуют N_2, CO_2, H_2S, He, Ar и другие компоненты [2]. К основным физико-химическим свойствам природных газов относят следующие параметры: молекулярная масса, плотность газа, давление, температура газового потока, сжимаемость газа, вязкость газа, приведенные параметры индивидуальных компонентов, критическая температура и критическое давление [3]. Природные газы в пластовых условиях насыщены парами воды, концентрация которых зависит от состава газа и воды, давления и температуры [4]. Опыт эксплуатации скважин на месторождениях сероводородсодержащего газа показывает, что на однопластовых месторождениях можно применять типовые конструкции скважин [5].

Материалы и методы. Состав углеводородных газов можно определять хроматографическими и спектроскопическими методами низкотемпературной ректификации. Из рисунке 1 видно, что наиболее часто для определения состава газов по компонентам используются комбинированные методы.



Рис.1. Методы определения состава газов по компонентам

При выборе метода следует отдавать предпочтение хроматографическому анализу, поскольку он является наиболее простым, быстрым и объективным.

При определении более простых смесей или в тех случаях, когда знание состава по компонентам необязательно, а нужна лишь приближенная характеристика газа, применяют упрощенный (технический) анализ, заключающийся в следующем. Газ, подлежащий детальному исследованию, предварительно анализируют на содержание двуокиси углерода, кислорода, азота, окиси углерода, суммы непредельных и предельных углеводородов. Определение проводится при помощи поглотительных методов и сжигания.

Технический анализ дает ориентировочное представление о составе газа и позволяет наметить наиболее правильный путь дальнейшего его исследования. Определение кислорода и азота является как бы контрольной операцией, так как наличие этих компонентов в количестве, превышающем норму, указывает на присутствие воздуха, т. е. на неправильность отбора и хранения пробы [6].

В настоящее время в Узбекистане газа добывается основном из трех нефтегазовых регионах: Устюрт, Бухара-Хива, Юго-Западный Гиссар, более половины месторождении этих регионов находятся на завершающей стадии разработки [7].

Основной объем текущей добычи газа в Узбекистане приходится на крупные длительно разрабатываемые месторождения с относительно высокими остаточными запасами, к числу которых относится ГКМ Алан. Все три газонасыщенных XV-НР, XV-Р, XV-ПР горизонта представляют собой единый газовмещающий резервуар, который принимается в качестве эксплуатационного объекта ГКМ Алан [8-9]. Газ Аланского месторождения, в основном,

метановый (90,12 %) с небольшим содержанием сероводорода и углекислого газа (соответственно 0,08 и 3,50 % объемных). Начальное потенциальное содержание конденсата в пластовом газе принято 46,0 г/м^3.

В пределах юго-восточной части Чарджоуской ступени, куда входит Аланское месторождение, пластовые воды юрского водоносного комплекса весьма разнообразны по составу и представлены седиментационными метаморфизованными рассолами в основном хлоркальциевого типа с минерализацией преимущественно от 100 до 150 г/л.

Исходя их вышеизложенного, в работе высказано предположение о проявлении газового режима в процессе разработки месторождения Алан, что подтверждается результатами многолетнего контроля за разработкой.

Исследования проведены в одну ступень сепарации. При этом средний удельный выход стабильного конденсата составил 12,8 г/м^3. Физико-химическая характеристика конденсата месторождения Алан представлена в таблице 3. Конденсат месторождения Алан по плотности относится к тяжелым ρ420 = 0,765 – 0,801 г/см^3.

Литература

[1] Дацюк И.О., Гилеб Т.В., Верисокин А.Е. «Разработка газовых месторождений» Учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2019. – 96 с.

[2] Гвоздев Б.П., Гриценко А.И., Корнилов А.Е. Эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: Справочное пособие. – М.: Недра, 1988. – 575 с.

[3] Фык М.И., Хрипко Е.И. Основы разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений: учебник / под ред. проф. И.М. Фыка. – Харьков : Фолио, 2015. - 301 с.

[4] Алиев З.С., Самуйлова Л.В. Газогидродинамические исследования газовых и газоконденсатных пластов и скважин: Учебное пособие для вузов. -М.: МАКС Пресс,2011.-340 с.

.[5] К.Г. Яковлев, Р.И.Шамов, И.В. Стрижак и др. «Оборудование скважин для добыча газа, содержащего агрессивные компоненты». М., ВНИИЭГазпром, 1974 г. – 28 с.

[6] Амиян В.А., Васильева Н.П. «Добыча газа»: М.; Недра. 1974. – 312 с.

[7] Мирмухамедов С.С., Рустамов Ш.З., Адизов Б.З., Орипова Ш.К. «Актуальность предотвращения самоглушения газовых скважин химическими методами» // “Kimyo va kimyo ta’limi muammolari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami, Qo‘qon 2022-yil 20-sentabr. 68-69 b.

[8] Ш.К.Орипова, & Б.З.Адизов. (2023). ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОРАЗРАБОТКИ ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР ЖУРНАЛИ, 3(3), 1–7. https://doi.org/10.5281/zenodo.7696222

[9] Oripova Shahlo, Adizov Bobirjon, Akramov Baxshillo, Umurzakov Azizbek CONSTRUCTION OF A THREE-DIMENSIONAL GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL OF THE ALAN FIELD // Universum: технические науки. 2023. №3-5 (108). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/construction-of-a-three-dimensional-geological-and-geophysical-model-of-the-alan-field

NEFT VA GAZ QUDUQLARINI BURG‘ILASHDA GORIZONTAL QUDUQLARNI BURG‘ILASH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH VA UNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Samatov San’at Baxtiyorovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz konlarini o‘zlashtirishda gorizontal quduqlarni burg‘ilash texnologiyasini takomillashtirish hamda uning texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Qatlam xususiyatlariga mos keluvchi burg‘ilash qorishmalarini tanlash,

quduq tubi dvigatellari (PDB) va MWD/LWD (burg‘ilash jarayonida karotaj qilish) tizimlarini samarali qo‘llash orqali burg‘ilash tezligini oshirish hamda traektoriyadan og‘ish xatoliklarini kamaytirish yechimlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, takomillashtirilgan texnologiyani qo‘llash orqali mahsuldor qatlam bilan aloqa maydoni 2.5–3.0 barobarga ortadi va quduq unumdorligi vertikal quduqlarga nisbatan sezilarli darajada yuqorilaydi.

Kalit so‘zlar: *gorizontal quduq, burg‘ilash texnologiyasi, mahsuldor qatlam, MWD/LWD tizimlari, burg‘ilash qorishmasi, quduq unumdorligi, gidrodinamika.*

Abstract. This article investigates the issues of improving horizontal well drilling technology and enhancing its technical and economic efficiency in the development of oil and gas fields. Solutions for increasing drilling speed and reducing trajectory deviation errors through the selection of drilling fluids suitable for formation characteristics, as well as the effective use of downhole motors (PDM) and MWD/LWD (Measurement/Logging While Drilling) systems, are analyzed. The research results demonstrate that applying the improved technology increases the contact area with the productive formation by 2.5–3.0 times and significantly improves well productivity compared to vertical wells.

Keywords: *horizontal well, drilling technology, reservoir formation, MWD/LWD systems, drilling fluid, well productivity, hydrodynamics.*

Аннотация. В данной статье исследованы вопросы совершенствования технологии бурения горизонтальных скважин и повышения ее технико-экономической эффективности при разработке нефтяных и газовых месторождений. Проанализированы решения по увеличению скорости бурения и уменьшению отклонений траектории за счет подбора буровых растворов, соответствующих характеристикам пласта, а также эффективного использования забойных двигателей (ВЗД) и систем MWD/LWD. Результаты исследований показывают, что применение усовершенствованной технологии позволяет увеличить площадь контакта с продуктивным пластом в 2,5–3,0 раза и значительно повысить дебит скважины по сравнению с вертикальными скважинами.

Ключевые слова: *горизонтальная скважина, технология бурения, продуктивный пласт, системы MWD/LWD, буровой раствор, продуктивность скважины, гидродинамика.*

Kirish Bugungi kunda neft va gaz sanoatining dolzarb vazifalaridan biri murakkab geologik tuzilishga ega bo‘lgan, past o‘tkazuvchanlikka ega hamda qoldiq uglevodorod zaxiralariga boy konlarni samarali o‘zlashtirishdan iboratdir. An’anaviy vertikal quduqlarni burg‘ilash orqali bunday konlardan uglevodorodlarni to‘liq ajratib olish imkoniyati cheklangan. Shu sababli, jahon amaliyotida va mamlakatimiz neft-gaz sanoatida gorizontal quduqlarni burg‘ilash va ishlatish texnologiyalari keng joriy etilmoqda [1].

Gorizontal quduqlar mahsuldor qatlam ichida uzoq masofada yo‘naltirilgan bo‘lib, bu qatlam va quduq tubi o‘rtasidagi drenaj maydonini bir necha barobarga oshirish imkonini beradi. Biroq, gorizontal burg‘ilash jarayoni yuqori darajadagi texnologik murakkablik va xavf-xatarlar bilan bog‘liq bo‘lib, ularga quduq devorining beqarorligi, parmalash quvurlarining qisilib qolishi, burg‘ilash qorishmasining yutilishi va traektoriyani aniq boshqarish muammolari kiradi. Ushbu tadqiqotning maqsadi gorizontal quduqlarni burg‘ilash texnologiyasini takomillashtirish hamda jarayon unumdorligini oshirish bo‘yicha samarali ilmiy-amaliy takliflarni ishlab chiqishdan iborat [2].

Metodlar

Tadqiqot jarayonida analitik va tajriba-sinov usullaridan, geofizik tadqiqot ma’lumotlaridan hamda gidrodinamik modellashtirish prinsiplaridan foydalanildi [3]. Gorizontal quduq traektoriyasini maqbul loyihalash uchun matematik modellashtirish usuli qo‘llanilib, unda quduq og‘ish burchagi, profil egrilik radiusi va mahsuldor qatlam bo‘ylab o‘tish masofasi hisobga olindi.

Quduq tubidagi gidrodinamik ko‘rsatkichlarni hamda burg‘ilash qorishmasining reologik xossalarini maqbullashtirish uchun quyidagi ko‘rsatkichlar tahlil qilindi:

1. Burg‘ilash qorishmasining yopishqoqligi va statik siljish kuchlanishi (τ_0);
2. Quduq tubi dvigatelining (PDB) aylanish chastotasi va gipoteza ostidagi nagruzka (W);
3. MWD (Measurement While Drilling) hamda LWD (Logging While Drilling) telemetriya tizimlari orqali traektoriyani real vaqt rejimida nazorat qilish ko‘rsatkichlari.

Burg‘ilash jarayonida jinslarni samarali yemirish va ishqalanish koeffitsientini kamaytirish uchun maxsus polimer-glinoli va gidrofobli burg‘ilash qorishmalarining tarkibiy komponentlari tajribada sinab ko‘rildi.

Natijalar

O‘tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijasida gorizontal quduq traektoriyasining eng maqbul parametrlari va burg‘ilash qorishmasining reologik ko‘rsatkichlari aniqlandi.

Quduq tubida parmalash qoldiqlarini (shlam) samarali olib chiqish va quduq devori beqarorligining oldini olish bo‘yicha olingan ko‘rsatkichlar 1-jadvalda keltirilgan.

Gorizontal quduqlarni burg‘ilashda qorishma reologik ko‘rsatkichlarining taqqoslanishi

1-jadval

Parametrlar	Standart qorishma	Takomillashtirilgan polimer qorishma
Zichlik, g/sm³	1.18 – 1.22	1.12 – 1.15
Shartli yopishqoqlik, s	35 – 45	50 – 60
Suv beruvchanlik, sm³/30 min	6.0 – 8.0	3.0 – 4.0
Ishqalanish koeffitsienti (μ)	0.25	0.12
Shlamni olib chiqish samaradorligi, %	72%	94%

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, takomillashtirilgan polimer qorishmani qo‘llash natijasida burg‘ilash quvurlariga tushadigan ishqalanish qarshiligi 50% ga kamaydi, bu esa mahsuldor qatlam bo‘ylab gorizontal qism uzunligini 800 metrdan 1400 metrgacha uzaytirish imkonini berdi.

MWD va LWD tizimlarini birgalikda qo‘llash orqali mahsuldor qatlam ichida bo‘lish aniqligi 96.5% ni tashkil etdi [4]. Vertikal va gorizontal quduqlarning debet (unumdorlik) ko‘rsatkichlari taqqoslanganda, gorizontal quduq unumdorligi vertikal quduqnikiga nisbatan 2.8 barobar yuqori ekanligi isbotlandi [5].

Muhokama

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, gorizontal quduqlarni burg‘ilashda asosiy texnologik muammo – bu traektoriyani rejalashtirilgan zonalardan og‘ib ketmasligini ta’minlash va quduq tubidagi gidrodinamik bosimni to‘g‘ri boshqarishdir.

Ilgari qo‘llanilgan an’anaviy burg‘ilash usullarida shlamning quduqning pastki devorida cho‘kib qolishi (shlam yostig‘i hosil bo‘lishi) natijasida quvurlarning qisilib qolishi va burg‘ilash tezligining pasayishi kuzatilgan. Takomillashtirilgan polimer-glinoli qorishma va uning past ishqalanish koeffitsienti bu muammoni bartaraf etishga xizmat qiladi.

Shuningdek, MWD/LWD telemetriya tizimlarining qo‘llanilishi geonavigatsiya jarayonini real vaqt rejimida amalga oshirishga va qatlamning kollektorlik xususiyatlari o‘zgarganda traektoriyaga tezkor tuzatishlar kiritishga imkon beradi. Bu esa o‘z navbatida mahsuldor qatlam bilan muloqot yuzasini maksimallashtirib, quduqning suvlanish darajasini kamaytiradi.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqotlar va olingan natijalar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1.Gorizontal quduqlarni burg‘ilash texnologiyasini takomillashtirish mahsuldor qatlam bilan aloqa maydonini sezilarli darajada oshiradi va konning uglevodorod beruvchanlik koeffitsientini yuqorilatadi.

2.Ishqalanish koeffitsienti va suv beruvchanligi pasaytirilgan polimer burg‘ilash qorishmalarini qo‘llash quduq devori barqarorligini ta’minlaydi va avariya holatlarining oldini oladi.

3.MWD/LWD geonavigatsiya tizimlaridan foydalanish gorizontal qismning geologik maqsaddan og‘ishini minimumga tushiradi va quduq unumdorligini an’anaviy quduqlarga nisbatan 2.5-3.0 barobargacha oshirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

[1].Ziyadullayev O.E., Samatov S.B. Современное состояние теории и практики бурового оборудования в нефтегазовой отрасли // “Zamonaviy texnologiyalarni qo'llash orqali barqaror ishlab chiqarish: Kimyo, Matbaa, Neft-gaz va Materialshunoslik sohalarida innovatsion yechimlar” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani to‘plami. – Namangan, 2025. – B. 112–116.

[2]. Dustov A.Y., Samatov S.B. Current state of the theory and practice of disposal of oil drilling waste // Qishloq va suv xo'jaligida innovatsion resurstejamkor texnologiyalarni qo'llash respublika ilmiy-amaliy anjumani to'plami. II-qism. – Toshkent, 2025. – B. 204–208.

[3].Mitchell R.F., Miska S.Z. Fundamentals of Drilling Engineering. – Richardson: Society of Petroleum Engineers, 2011. – 710 p.

[4].Joshi S.D. Horizontal Well Technology. – Tulsa: PennWell Publishing Company, 1991. – 525 p.

[5].Rabia H. Well Engineering & Construction. – London: Entrac Consulting, 2002. – 789

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛЕГЧЕННОГО БУРОВОГО РАСТВОРА, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ БУРЕНИИ ПЛАСТЕЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Мирзаев Эргаш Сафарович
Каршинский Государственный Технический Университет г.Карши, Узбекистан

Annotatsiya. *Maqolada burg‘ilash eritmasiga qo‘yilgan talablar, uning tayyorlanishi, burg‘ilash eritmalarining suv bera oluvchanligi, zichligi, qovushqoqligi, statik-siljish ko‘rsatkichlari va ularga qo‘shiladigan moylash materiallari, hamda filtratsiya ko‘rsatkichlarini aniqlash haqida so‘z boradi. Bundan tashqari, neft va gaz quduqlarini tik va qiya usullarda burg‘ulashda dunyoning yetakchi kompaniyalari tomonidan ishlab chiqarilgan zamonaviy kimyoviy reagentlarning qo‘llanishi asoslab berilgan.*

Kalit so‘zlar: *aeratsiyali, globullar, ko‘pik shakllantiruvchi, gaz oqimi, portlashlar, qovushqoqlik, sirt faol moddalar.*

Аннотация. *В статье рассматриваются требования к буровому раствору, его приготовлению, водопроницаемости, плотности, вязкости буровых растворов, статическим сдвиговым параметрам и добавляемым к ним смазочным материалам, а также определение параметров фильтрации. Кроме того, обосновано применение современных химических реагентов производства ведущих мировых компаний при бурении нефтяных и газовых скважин вертикальными и горизонтальными способами.*

Ключевые слова: аэрация, глобулы, пенообразователь, газовый поток, взрывы, вязкость, поверхностно-активные вещества.

Abstract*. The article discusses the requirements for drilling fluid, its preparation, water permeability, density, viscosity of drilling fluids, static shear parameters and lubricants added to them, as well as the determination of filtration parameters. In addition, the use of modern chemical reagents produced by leading world companies in drilling oil and gas wells using vertical and horizontal methods has been justified.*

Keywords*: aerated, globules, foaming agent, gas flow, explosions, viscosity, surfactants.*

Введение

При бурении нефтяных и газовых скважин к свойствам и параметрам буровых растворов предъявляются высокие требования. Неправильный подбор свойств и параметров

раствора при вскрытии пластов с аномально низким пластовым давлением основан на том, что это вызывает большие осложнения.

Аэрированные промывочные растворы получают путем подачи необходимого количества воздуха в струю воды или в водоэмульсионную смесь. Степень аэрации по отношению к расходу воздуха такова, что давление, прикладываемое к стенке скважины при бурении, должно быть меньше давления абсорбции и не должно быть меньше пластового давления.

Давление, оказываемое на стенку скважины аэрируемыми промывочными растворами, зависит от режима бурения, его расхода и степени аэрации.

По мере увеличения скорости потока давление увеличивается, а по мере уменьшения скорости аэрации влияние давления уменьшается. По мере увеличения скорости аэрации уменьшается плотность, уменьшается вязкость промывочного раствора и изменяются другие свойства [1].

Из-за низкой плотности пузырьков воздуха во входном потоке буровой раствор относительно медленно перемещается в окружающую среду. По мере приближения потока раствора к верху скважины их скорость увеличивается, давление аэрированного раствора снижается, пузырьки расширяются. Прыжок пузырьков в воде не столь велик, а в глинистых смесях вообще мал.

Для замедления образования пузырьков воздуха в растворе в аэрированный раствор добавляют пенообразующее поверхностно-активное вещество (ПАВ), которое образует в аэрированном растворе мелкие глобулы и со временем превращается в пену. ПАВ предотвращает попадание глобул в воздух в виде крупных пузырьков, которые проникают через поверхность отсека и повышают устойчивость пузырьков.

Эффективность пенообразования ПАВ зависит от степени минерализации воды и состава частиц разложившейся породы [2,3].Наиболее эффективное действие на пресную и соленую воду оказывает смесь сульфатных и этилоксидных полифенолов ОП-10. Может использоваться для бурения глинистых и суглинистых пород.

Стабильные пены обладают тиксотропными свойствами. Применение пен улучшает вынос раздробленных пород, снижает загрязнение продуктивных пластов, значительно снижает потребную мощность компрессора.

Минеральный водный аэрированный раствор или пена ускоряют коррозию оборудования при бурении скважин, промывке или эксплуатации их.

Для предотвращения коррозии в раствор добавляют ингибиторы или гидроксид кальция, чтобы его значение было не менее 10 в среде раствора.

Фильтрационные и кольматизационные свойства. Как обсуждалось выше, буровой раствор препятствует проникновению потоков пластового флюида через ствол скважины. В свою очередь, раствор проникает в проницаемые слои, а твердая фаза раствора проникает в поры и трещины стенки ствола и образует илистые оболочки. Поскольку эта оболочка имеет низкую проницаемость, через нее проходят только фильтраты. Фильтрация делится на два типа: статическая и динамическая. Первый возникает при отсутствии циркуляции, т. е. буровой раствор не тормозит рост фильтрационных раковин. Описание второго типа, при котором происходит циркуляция, ограничивается разрастанием фильтрационной оболочки за счет эрозионного воздействия потока бурового раствора.

Все гидроксиды реагируют с глинистыми минералами при температуре выше 95°C. Слабо влияет на реологические свойства слабощелочных растворов, однако при снижении щелочности снижается эффективность понизителя вязкости и также наблюдается обратная связь. В зависимости от ионного типа металла в гидроксиде это явление может иметь большое влияние на сильнощелочные растворы.

При повышении температуры происходит ионная активность любого электролита и рост ионов растворимых солей в любом растворителе.

Состояние различных типов буровых растворов сильно различается при высоких температурах. Растворы, приготовленные на минерализованной воде, относительно

стабильны, т. е. высокое содержание электролитов в них препятствует рассеиванию шлама. Сплавы из известняка имеют высокое предельное статическое напряжение сдвига из-за реакции между гидроксидом и глинистыми минералами, но кальциевые сплавы, обработанные ПАВ, остаются полностью стабильными при 180°C.

В скважинах с большим отклонением от ствола колебания плотности в процессе циркуляции имеют более быстрые свойства, чем в скважинах с крутым окончанием.

Инженеры обнаружили, что величина колебаний эквивалентной плотности (ВКЭП) в обращении сильно отличалась от ранее запланированных значений. Учитывая, что концепция применения ВКЭП в буровых работах влияет на дополнительное давление, возникновение циркуляции бурового раствора в любом случае во времени связано с наличием давления на скважине.Циркуляция с эквивалентной плотностью представляет большой риск в скважинах с большим отклонением от уклона, поэтому значение вибрации велико, а допустимое отклонение от малого до большого значения.При большом значении вибрации расстояние прохождения жидкости также велико, а глубина по вертикали значительно меньше. В частности, параметры буровых растворов сильно ускоряются для поддержания качественного процесса очистки ствола скважины, при этом система буровых растворов имеет небольшую способность контролировать параметры. В скважинах с большим уклоном траншеи большое влияние на параметры бурового раствора оказывают температура и давление.Качественное планирование гидропромывки очень важно в скважинах с большим отклонением от уклона, дебита и наличием ограничения по напору насоса. Это касается и скважин большой длины с большими отклонениями от вертикали, и скважин малой длины в зависимости от мощности буровой установки.

Очистка дна скважины воздухом или газом. В мировых операциях широко применяется воздушная или газовая очистка ствола скважины, а буровой раствор заменяется газообразным циркулирующим агентом. О технологии очистки забоя скважины от дробленых частиц с помощью потока раствора высказано много мнений, а также о том, что она имеет ряд преимуществ в предыдущих темах [4].Думаем, как очистить дно скважины с помощью газа, есть ли дефекты или недостатки. Газ не оказывает большого сопротивления стенке скважины. При их использовании трудно остановить поток жидкости в пластах и предотвратить изгиб или просачивание неустойчивых пород.При покое газа трещиноватая порода не имеет свойства висеть во взвешенном состоянии и не проявляет влияния смазки на поверхность трения [5]. Газоагенты также целесообразно применять при бурении многолетних льдистых и хорошо укрепленных пород, а также пород с малыми коэффициентами аномальности и низким содержанием глины.Поток поступающего газа имеет высокую скорость при извлечении частиц дробленой породы из скважины. По мере подъема газ расширяется и скорость потока к вершине скважины достигает 10÷20 м/с. Поэтому для очистки воздуха используются высокоскоростные проточные компрессоры, а поверхность скважины герметизируется до необходимого уровня.

При попадании в процесс бурения с закачиваемым потоком небольшого количества воды частицы глины в дробленой породе намокают, слипаются, происходит усадка ствола скважины [6].

Поток газа не в силах устранить такие преграды. Водные растворы с добавлением вспененного ПАВ прокачиваются потоком газа для предотвращения образования усадки. При очистке скважин пневмоприводом существует вероятность взрыва при накоплении от 6,5 до 12,8% углеродистых концентратов из слоистых пород вокруг перекачиваемого потока. Водный раствор пенообразователя ПАВ подается вместе с потоком воздуха для предотвращения взрывов. Если при закачке природного газа возникает пожар, закачка газа прекращается и для его ликвидации в скважину закачивается водный раствор.При абразивном воздействии разложившихся пород в газе эрозия пробуренных скважин ускоряется, а в результате сухого трения труб о стенку скважины быстро происходит эрозия снаружи. Из-за большого количества воды в перекачиваемом газе увеличивается расход компрессора.

Использованные литературы.

[1].Mirzayev, E. S. (2025). Rapali qatlamlarni burg ‘ilashning o ‘ziga xos xususiyatlari. Сборник тезисов, 115.

[2].Safarovich, M. E. (2025). Selecting the type of drilling mud that provides wellboot strength. American journal of multidisciplinary bulletin, 3(6), 82-89.

[3].Safarovich, M. E. (2025). The scientific basis of the emergence of geotectonic factors and influence of salt tectogenesis in anomalous high pressure layer. American journal of multidisciplinary bulletin, 3(6), 74-81.

[4].Мирзаев, Э. С. (2025). Требования к буровым растворам при заканчивании горизонтальных скважин. FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities., 13(6), 106-114.

[5].Мирзаев, Э. С. (2025). Обоснование применения облегченной буровой смеси, используемой при бурении пластей низкого давления. AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION AND LEARNING, 3(5), 993-998.

[6].Мирзаев, Э. С. (2025). Проблемы бурения соляных пластов на бухаро хивском нефтегазоносном изгибе. Экономика и социум, (6-1 (133)), 1190-1196.

[7].Мирзаев, Э. С. (2025). Технология повышение качества цементирования горизонтальных скважин. Экономика и социум, (2-1 (129)), 1078-1085.

[8].Мирзаев, Э. (2024). Требования к буровым растворам при заканчивании горизонтальных скважин. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(11), 43-47.

[9].Mirzayev, E. (2024). Quduq stvolining mustahkamligini ushlab turish uchun ingibirlangan burg ‘ilash eritmalarini qo ‘llash va uni asoslash. SYNAPSES: Insights across the disciplines, 1(3), 114-128.

[10].Мирзаев, Э. С. (2024). Современный подход к ингибированию скважин в процессе добычи нефти. Экономика и социум, (4-2 (119)), 798-801.

[11].Мирзаев, Э. С. (2024). Применение и обоснование ингибированных буровых растворов для укрепления ствола скважины. Экономика и социум, (4-1 (119)), 973-981.

[12].Мирзаев, Э. С. (2024). Характеристика сложностей в процессе бурения горизонтальных скважин при качественной промывке скважины и извлечении растворов на поверхность. Universum: технические науки, 4(2 (119)), 37-40.

[13].Aldhafeeri, A., Mirzayev, E., Aljawad, M. S., Al-Ramadan, M., Ibrahim, A. F., Al-Yousef, Z., ... & Al-Yaseri, A. (2023, October). Impact of salinity and temperature on wormhole generation due to CO2 sequestration. In SPE Annual Technical Conference and Exhibition? (p. D022S012R002). SPE.

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА

Абдирахимов Илхом Эшбоевич
Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан.
e-mail: abdirahimov.ilhom@mail.ru

Аннотация. *Проведенны исследования и разработаны рекомендации по поддержанию оптимального технологического режима эксплуатации УСК «Кокдумалак» с целью доведения качества выпускаемой продукции (СУГ) по содержанию сероводорода и объемной доли жидкого остатка в соответствии с ГОСТом.*

Ключевые слова*: газ, сбор, расход конденсата, сжиженный газ температура, давление.*

Annotatsiya. *Ishlab chiqarilayotgan mahsulot (suyuqlashtirilgan uglevodorod gazi) sifatini - xususan, vodorod sulfidi miqdori va suyuq qoldiq hajmiy ulushi bo‘yicha - GOST standartlariga muvofiqlashtirish maqsadida «Ko‘kdumaloq» USK majmuasining optimal ish rejimini ta’minlashga qaratilgan tadqiqotlar o‘tkazildi va tavsiyalar ishlab chiqildi.*

Kalit so‘zlar: *gaz, yig‘ish, kondensat sarfi, suyultirilgan gaz, harorat, bosim.*

Abstract. *Research has been conducted and recommendations developed for maintaining the optimal operating mode of the Kokdumalak hydrocarbon recovery unit (USK) to ensure that the quality of the produced liquefied petroleum gas (LPG)-specifically regarding hydrogen sulfide content and the volume fraction of liquid residue-meets GOST standards.*

Keywords: *gas, collection, condensate flow rate, liquefied gas, temperature, pressure.*

Введение

В современном мире существует несколько десятков видов энергоресурсов в зависимости от предназначения их применений. В настоящее время потребность населения и отраслей экономики мирового общества, в том числе Республики Узбекистана сильно зависит от энергоресурсов. По мере популяции населения Республики и развития социально-экономического сектора, потребность в энергоресурсах год за годом увеличивается. В качестве информации надо отметить, что добыча нефти в Узбекистане за 2023 год составило $788{,}0\times10^3$ t/y, а выработка стабильного газового конденсата достигло $1287{,}0\times10^3$ t/y.

Стабильный газовый конденсат извлекается из состава природного газа, добываемых с газоконденсатных месторождений на установках низкотемпературной сепарации газа [1].

Постановка задач и метод исследования

Цель- определение и обеспечение оптимальных параметров режима работы установки по стабилизации конденсата Кокдумалак в условиях изменяющегося состава сырья.

В целях обеспечения качественных показателей стабильного конденсата в соответствии с O‘zDSt 2978:2015 «Конденсат газовый стабильный, Технические условия» [6], извлеченный в процессе низкотемпературной сепарации жидкие углеводороды подлежат к последующей подготовке на установках деэтанизации и стабилизации конденсата (УСК). Товарными продуктами УСК являются деэтанизированный или стабильный конденсат, широкая фракция лёгких углеводородов (ШФЛУ) различные сжиженные газы, газы выветривания и деэтанизации, и т.д [2].

Сжиженные углеводородные газы извлечённые в процессе подготовки газового конденсата должны соответствовать межгосударственному стандарту ГОСТ 27578-2018 «Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта» [5].

Одной из распространённой проблемой при процессе подготовки углеводородного сырья является непостоянный состав поступающей продукции из разных газоконденсатных месторождений. В том числе такая ситуация нередко встречается на УСК.

В мире многие исследователи занимались и продолжают свои исследования в этом направлении так, как данный вопрос связан с компонентным составом месторождений. При этом каждая установка требует индивидуальный подход [3-4].

Объектом данного исследования является УСК установленном на нефтегазоконденсатном месторождении «Кокдумалак». УСК «Кокдумалак» введена в эксплуатацию 2003 году, согласно проекту ВНИПИнефть, г. Москва. Проектная производительность УСК «Кокдумалак» составляет 562,8·103 t/y (по нестабильному конденсату). УСК «Кокдумалак» предназначена для выделения растворенных в конденсате углеводородных газов и одновременно для утилизации пропан-бутановой фракции – сжиженного углеводородного газа (СУГ) [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Сырьём УСК «Кокдумалак» является нестабильный конденсат, поступающий с установки комплексной подготовки газа (УКПГ) “Кокдумалак”, а также нестабильный конденсат, поступающий с месторождений “Култак”, “Памук”, “Алан”, “Зеварды”, “Чулькувар” и “Гирсан”.

Принимая во внимание уменьшение объема подаваемого сырья (нестабильного конденсата), неполноценный охват автоматизированной системы управления технологических процессов, изменение параметров поступающего сырья и отсутствие подбора технологического режима работы современными методами (создание цифрового двойника) на УСК «Кокдумалак», качество выпускаемой продукции в частности сжиженный

углеводородный газ не соответствует требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 27578.

Сравнительная таблица качественных показателей сжиженного углеводородного газа извлеченной на УСК «Кокдумалак» представлен в таблице 1.

Таблица 1. Фактические и требуемые качественных показателей сжиженного углеводородного газа на УСК «Кокдумалак»

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Требование по ГОСТу 27578	Согласно фактическим анализам	Разница +/-
1	Содержание сероводорода и меркаптановой серы: в.т.ч сероводород - массовая доля, не более - молярная доля, не более	%	0,003 0,005	0,019 0,03	**+0,014** **+0,023**
2	Объемная доля жидкого остатка при температуре 20 °С, не более	%	1,6	3,451	**+1,848**

Результаты сравнительного анализа качественных показателей сжиженного углеводородного газа, вырабатываемой на УСК «Кокдумалак» показывают превышение количества сероводорода и доли жидкого остатка по сравнению с показателями, предусмотренными ГОСТом 27578.

Превышение требуемых показателей в составе СУГ является недопустимой, с точки зрения технологии и экологической безопасности, а также негативно влияет на окружающую среду. Эксплуатация оборудований и технологических трубопроводов под воздействием сероводорода с повышенной концентрацией может привести к интенсификации коррозии, в конечном итоге привести оборудования в непригодное состояние.

В целях обеспечения определения оптимальных параметров режима работы установки по стабилизации конденсата Кокдумалак, создан цифровой двойник (симулятор макет) установки на специальном программном обеспечении Aspen Hysys с применением численного моделирования.

В соответствии с компоновкой, создан симулятор макет цифрового двойника УСК «Кокдумалак» на специализированном программном обеспечении Aspen Hysys на двух режимах:

Базовый режим – отображающий фактические параметры режима работы УСК «Кокдумалак», включая качественные параметры выпускаемой продукции;

Рекомендуемый режим – отображающий оптимальный технологический режим эксплуатации установки с обеспечением качественных показателей выпускаемой продукции в соответствии с национальным и межгосударственным стандартом.

Результаты расчёта базового режима показали, что объёмная доля жидкого остатка составляет 3,59 %, а по результатам фактического анализа, составляет 3,451 %. При этом погрешность расчёта не превышает 4 % и можно сделать однозначный вывод о том, что целесообразно провести дальнейшие расчёты с помощью программного обеспечения.

Для извлечения сероводорода из нестабильного конденсата на рекомендуемом режиме, температура куба колонны К-101 была увеличена с 172 до 176°С. При этом остаточное

содержание сероводорода в смеси углеводородов, направляемый на колонну К-111, уменьшилось с 109 до 0,02 ppm, тем самым было достигнуто обеспечение качественных показателей сжиженного углеводородного газа (СУГ) с полным извлечением сероводорода.

Обеспечение остаточного объёма жидкости в составе СУГ было достигнуто путём увеличения объёма орошения на колонну К-111 с 7475 до 8001 kg/h (на 7%) и повышения температуры верхней части колонны на 1 ^{0}C. Данное изменение в технологическом режиме установки обеспечило снижение Объемной доли жидкого остатка с 3,59 до 1,47%, соответствующего установленным ГОСТом показателям.

В целях обеспечения качественных показателей выпускаемой продукции на установке стабилизации конденсата «Кокдумалак» в соответствии с ГОСТом, проведены расчёты методом численного моделирования на специальном программном обеспечении Aspen Hysys.

По итогам, результаты моделирования и сравнительный анализ базового и рекомендуемого режима показали возможность обеспечения достижения значений ГОСТа по содержанию сероводорода в составе сжиженного углеводородного газа путём увеличения температуры кубовой части колонны К-101 и остаточного объёма жидкости с увеличением объёма орошения в колонну К-111 на 7% и повышением температуры верхней части колонны всего на 1 ^{0}C. Рекомендованы оптимальные параметры режима работы установки стабилизации конденсата с улучшением качества выпускаемой продукции.

Заключение

Внедрение вышеуказанных рекомендаций позволит обеспечить достижение требуемых значений ГОСТа по содержанию сероводорода и объемной доле жидкого остатка в сжиженном углеводородном газе, производимом на УСК «Кокдумалак». Это повысит качество выпускаемой продукции и снизит негативное воздействие на окружающую среду.

Использованная литература

1. Нурмухаммедов Х.С., Темиров О.Ш., Туробжонов С.М., Юсупбеков Н.Р., Зокиров С.Г., Таджиходжаев З.А., Аппараты и процессы технологии переработки нефти и газа – Т.: «Фан ва технология», 2016 – 856 с.

2.Насибулина А.И., Оптимизация схемы переработки газового конденсата // Сборник Наука и современность – 2010 Технические науки – С. 254-257

3. Постоянный технологический регламент на эксплуатацию установки стабилизации конденсата «Кокдумалак» - Разработано со стороны АО «O‘ZLITINEFTGAZ» - 2021 г. 234 с.; Ч. II. - 319 с.

4. Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А., Технология обработки газа и конденсата. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. – 596 с.

5. O‘zDSt 2978:2015 «Конденсат газовый стабильный, Технические условия»

6. Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А., Хлебникова Е.С. Разработка модуля оптимизации и исследование процессов промысловой подготовки газового конденсата с применением моделирующей системы // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 5

KOMPRESSOR STANSIYALARI MO‘RILARIDAN CHIQADIGAN GAZLAR ISSIQLIK ENERGIYASIDAN QAYTA FOYDALANISHNING XAVFSIZLIK VA EKOLOGIK JIHATLARI

Samatov San’at Baxtiyorovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahri

Annotatsiya. *Ushbu maqolada kompressor stansiyalaridagi gaz haydash agregatlarining mo‘rilaridan chiqadigan yuqori haroratli (400-550 °C) tutun gazlarining issiqlik energiyasini utilizatsiya qilish va undan korxona ichki ehtiyojlari uchun bug‘ hamda issiqlik energiyasi ishlab chiqarish texnologiyalari tadqiq etilgan. Qayta tiklanuvchi issiqlik almashtirgichlar va utilizator-qozonlar yordamida energiya samaradorligini oshirish, atmosferaga tashlanadigan issiqlik va issiqxona gazlari (CO_2) miqdorini kamaytirish hamda sanoat xavfsizligi va ekologik monitoringni*

ta’minlash masalalari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ikkilamchi issiqlik energiyasidan foydalanish qo‘shimcha yoqilg‘i sarfini va zararli tashlamalarni sezilarli darajada kamaytiradi.

Kalit so‘zlar: *kompressor stansiyasi, tutun gazlari, issiqlik utilizatsiyasi, utilizator-qozon, energiya samaradorligi, ekologik xavfsizlik, issiqlik almashtirgich, sanoat ekologiyasi.*

Abstract. *This article investigates the technologies for recovering thermal energy from high-temperature exhaust gases (400-550 °C) emitted through the chimneys of compressor units at pipeline compressor stations to generate steam and heat for internal enterprise needs. Issues of enhancing energy efficiency, reducing thermal pollution and greenhouse gas (CO_2) emissions into the atmosphere, and ensuring industrial safety and environmental monitoring through waste-heat recovery exchangers and boilers are analyzed. Research results demonstrate that utilizing waste heat significantly decreases auxiliary fuel consumption and minimizes harmful atmospheric emissions.*

Keywords: *compressor station, exhaust gases, heat recovery, waste-heat boiler, energy efficiency, environmental safety, heat exchanger, industrial ecology.*

Аннотация. *В данной статье исследованы технологии утилизации тепловой энергии высокотемпературных (400-550 °C) дымовых газов, уходящих через дымовые трубы компрессорных установок, для производства пара и тепла на внутренние нужды предприятия. Проанализированы вопросы повышения энергоэффективности, сокращения сброса тепла и парниковых газов (CO_2) в атмосферу, а также обеспечения промышленной безопасности и экологического мониторинга при использовании теплообменников-утилизаторов и котлов-утилизаторов. Результаты исследований показывают, что использование вторичных тепловых ресурсов существенно снижает расход дополнительного топлива и вредные выбросы.*

Ключевые слова: *компрессорная станция, дымовые газы, утилизация тепла, котел-утилизатор, энергоэффективность, экологическая безопасность, теплообменник, промышленная экология.*

Kirish

Tabiiy gazni magistral quvurlar orqali uzatish va qayta ishlash tizimida kompressor stansiyalari (KS) hal qiluvchi va ajralmas halqa hisoblanadi. Kompressor stansiyalarida gaz bosimini talab etilgan darajagacha oshirish jarayoni katta miqdorda energiyani iste’mol qiladi. Gaz-turbina yuritgichli kompressor agregatlarining ishlashi natijasida mo‘rilar orqali atmosferaga harorati 450–500 °C (ayrim hollarda 400-550 °C) bo‘lgan yuqori haroratli chiqindi tutun gazlari chiqarib tashlanadi.

Ushbu chiqindi gazlar tarkibida ulkan issiqlik energiyasi mavjud bo‘lib, uni to‘g‘ridan-to‘g‘ri atmosferaga tarqatib yuborish nafaqat energetik resurslarning behuda yo‘qotilishiga, balki atrof-muhitning issiqlik bilan ifloslanishiga va issiqxona gazlari (CO_2) hamda zaharli moddalar (NO_x, CO) miqdorining ortishiga olib keladi. Shu sababli, chiqindi tutun gazlari energiyasini utilizatsiya qilish orqali korxonaning ichki texnologik ehtiyojlari uchun bug‘ va issiq suv ishlab chiqarish texnologiyalarini tatbiq etish hamda ularning xavfsizlik va ekologik ko‘rsatkichlarini tadqiq qilish o‘ta dolzarb vazifa hisoblanadi [1-2].

Metodlar

Tadqiqot jarayonida kompressor stansiyasining ish rejimlarini analitik va issiqlik balansi usullarida tahlil qilish, chiqindi tutun gazlarining gidrodinamik va termodinamik ko‘rsatkichlarini baholash hamda sanoat ekologiyasi monitoringi usullaridan foydalanildi.

Tutun gazlaridan issiqlikni ajratib olish va uni suv bug‘iga aylantirish bosqichlari quyidagi texnologik zanjir bo‘yicha modellashtirildi:

1. Kompressor agregati: Yuqori haroratli (400-550 °C) tutun gazlarini hosil bo‘lishi;
2. Issiqlik almashtirgich (Ekonomayzer/Utilizator-qozon): Tutun gazlari energiyasini sovutuvchi suvga uzatish orqali gaz haroratini pasaytirish;
3. Bug‘ generatori: Ajratib olingan issiqlik hisobiga suvni bug‘ holatiga o‘tkazish;
4. Bug‘ tarmog‘i: Hosil bo‘lgan bug‘ni korxonaning texnologik jarayonlariga (ishitish, texnologik ishlov berish) yo‘naltirish;

5. Chiqish va filtratsiya: Issiqligi olingan tutun gazlarini filtrlash va xavfsiz haroratda atmosferaga chiqarish.

Texnik-ekologik va xavfsizlik samaradorligini baholash uchun utilizator-qozon o‘rnatishgacha bo‘lgan va o‘rnatilgandan keyingi ko‘rsatkichlar solishtirildi [3-4].

Natijalar

Kompressor agregatining mo‘ri chiqish qismiga o‘rnatilgan chiqindi gazlardan bug‘ hosil qilish tizimining (1-jadval) texnik va ekologik parametrlari aniqlandi.

1-jadval.

Chiqindi tutun gazlarini utilizatsiya qilish tizimining samaradorlik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar va parametrlar	Utilizatsiya siz (An’anaviy)	Utilizatsiya tizimi bilan
Atmosferaga chiqayotgan gaz harorati, °C	450-500	140-160
Issiqlik energiyasidan foydalanish koeffitsienti (FOEK), %	28-32%	65-72%
Qo‘shimcha yoqilg‘i (gaz) tejagani, %	0% (baza)	15-22%
CO_2 issiqxona gazi tashlamalarining qisqarishi, %	0%	18-20%
Ishlab chiqariladigan bug‘ unumdorligi, t/soat	0	4.5-8.0

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tutun gazlari haroratini 450-500 °C dan 140-160 °C gacha pasaytirish evaziga olingan issiqlik energiyasi hisobidan qo‘shimcha yoqilg‘i sarflamasdan korxonaning ichki ehtiyojlari uchun soatiga 4.5-8.0 tonna sanoat bug‘i olindi. Bu esa stansiya umumiy energiya samaradorligini 2.5 barobargacha oshirish imkonini berdi.

Muhokama

Tutun gazlarining issiqlik energiyasini utilizatsiya qilish sanoat ekologiyasi va mehnat muhofazasi nuqtai nazaridan bir qancha ijobiy hamda texnik xavfsizlik jihatlarini keltirib chiqaradi.

Sanoat ekologiyasi va texnologik afzalliklari:

✓ Energiya samaradorligi: Ishlatib bo‘lingan gazlar energiyasi qayta tiklanib, qozonxona uchun qo‘shimcha tabiiy gaz yoqish zarurati yo‘qotiladi.

✓ Atrof-muhit muhofazasi: Gazlarning atmosferaga chiqish harorati pasayishi va tarkibidagi NO_x hamda CO konsentratsiyasining nazorat qilinishi issiqlik va kimyoviy ifloslanishni keskin kamaytiradi.

✓ Mustaqil bug‘ manbai: Tashqi energiya manbalarisiz stansiya hududidagi bino va inshootlarni isitish hamda texnologik jarayonlarni bug‘ bilan ta’minlashga erishiladi.

Mehnat muhofazasi va xavfsizlik aspektlari:

Yuqori harorat va bosim ostida ishlaydigan utilizatsiya qurilmalarini ekspluatatsiya qilishda mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligiga qat’iy rioya etish talab etiladi. Bunga quyidagilar kiradi: issiqlik almashtirgich apparatlarining zichligi va germetikligini doimiy nazorat qilish; avtomatik avariya signali va bosimni pasaytirish klapanlarini (safety valves) o‘rnatish; xodimlarni yuqori harorat va zaharli gazlardan himoyalovchi shaxsiy himoya vositalari bilan ta’minlash hamda avtomatlashtirilgan gaz analizatorlari monitoringini yo‘lga qo‘yish.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqot va hisob-kitoblar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Kompressor stansiyalarining mo‘rilaridan chiqadigan 400-550 °C dagi tutun gazlari energiyasini utilizatsiya qilish yuqori iqtisodiy va ekologik samaradorlikka ega ikkilamchi energiya manbai hisoblanadi.

2. Utilizator-qozon va issiqlik almashtirgich tizimlarini joriy etish orqali korxonaning issiqlik energiyasiga bo‘lgan ichki ehtiyojini to‘liq qoplash hamda yoqilg‘i sarfini 15-22% ga kamaytirish

mumkin.

3. Chiqindi gazlarni sovutish va monitoring qilish atmosferaga issiqlik hamda issiqxona gazlari (CO_2) ajralishini sezilarli darajada qisqartiradi, bu esa sanoat ekologiyasi va barqaror rivojlanish talablariga to‘liq mos keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Samatov S.B., Dustov A.Y. Safety and environmental aspects of utilizing chimney gases from compressor units for heat generation at a compressor station // Qashqadaryo va Namangan ilmiy-amaliy konferensiyalari to‘plami. – Qarshi, 2025. – B. 102–106.

2. Dustov A.Y., Samatov S.B. Current state of the theory and practice of disposal of oil drilling waste // Qishloq va suv xo'jaligida innovatsion resurstejamkor texnologiyalarni qo'llash respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami. II-qism. – Toshkent, 2025. – B. 204–208.

3. Boyce M.P. Gas Turbine Engineering Handbook. – 4th Edition. – Waltham: Elsevier / Butterworth-Heinemann, 2012. – 1022 p.

4. Ganapathy V. Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators: Design, Applications, and Calculations. – New York: CRC Press, 2002. – 688 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТЯНЫХ ШЛАМАХ

Саматов Санаъат Бахтиёрович
Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан

Аннотация.В данной статье исследованы физико-химические свойства нефтяных шламов, образующихся в процессах нефтепереработки и хранения, а также методы определения количества механических примесей в лабораторных условиях. На основе аппарата Сокслета и экстракционных методов проанализирован состав трех типов нефтешламов (отходы очистки технической воды, донные отложения резервуаров и шламонакопители). Результаты исследований показали, что содержание механических примесей варьируется от 5% до 30% в зависимости от происхождения шлама. Полученные данные имеют важное значение для совершенствования технологий подготовки и очистки углеводородных отходов к промышленной переработке.

Ключевые слова: нефтяной шлам, механические примеси, аппарат Сокслета, экстракция, углеводороды, смола, плотность.

Annotatsiya. Ushbu maqolada neftni qayta ishlash va saqlash jarayonlarida hosil bo‘ladigan neft shlamlarining fizik-kimyoviy xossalari hamda ularning tarkibidagi mexanik qo‘shilmalar miqdorini laboratoriya sharoitida aniqlash usullari tadqiq qilingan. Kelib chiqish manbasiga ko‘ra uch turdagi (texnik suvlarni tozalash chiqindisi, rezervuar tubi va shlam yig‘uvchi havzalar) neft shlamlarining tarkibiy qismlari Sokslet apparati va ekstraksiya usullari yordamida tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, mexanik qo‘shilmalar miqdori neft shlamining turiga qarab 5% dan 30% gacha tebranadi. Olingan natijalar uglevodorod chiqindilarini sanoatda qayta ishlashga tayyorlash va tozalash texnologiyalarini takomillashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: neft shlami, mexanik qo‘shilmalar, Sokslet apparati, ekstraksiya, uglevodorodlar, smola, zichlik.

Abstract. This article investigates the physicochemical properties of oil sludges generated during oil refining and storage processes, as well as laboratory methods for determining the content of mechanical impurities. Using the Soxhlet apparatus and extraction techniques, the composition of three types of oil sludges (waste sludge from technical water treatment, bottom reservoir sludge, and sludge storage ponds) was analyzed. Experimental results demonstrated that the content of mechanical impurities varies from 5% to 30% depending on the origin of the sludge. The findings are essential for optimizing technologies for preparing and purifying hydrocarbon waste for industrial reprocessing.

Keywords: oil sludge, mechanical impurities, Soxhlet apparatus, extraction, hydrocarbons,

resin, density.

Введение

Основной причиной образования нефтяных шламов является физико-химическое взаимодействие нефтепродуктов с влагой, кислородом атмосферы и механическими примесями. В результате таких процессов происходит частичное окисление исходных нефтепродуктов с образованием смолистых соединений. Нефтяные шламы неоднородны по своему составу и физико-химическим свойствам [1]. В республике достигнуты определенные теоретические и практические результаты в области нефтепереработки и подготовки нефтешламов к первичной переработке [2].

В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи по подъему промышленности на новый качественный уровень, ускорению производства готовой продукции на основе глубокой переработки местного сырья, освоению деятельности новых промышленных предприятий. В связи с этим важное значение имеют научные исследования, проводимые по созданию энергосберегающей технологической линии очистки углеводородных отходов от воды и различных механических примесей, подготовке нефтяного шлама к первичной переработке [3].

Соотношение нефтепродуктов, воды и механических примесей (частиц песка, глины, ржавчины и др.) варьируется в широких пределах: углеводороды 5-90%, вода 1-52%, твердые примеси 0,8-65%. Такие значительные изменения состава нефтяных шламов объясняются широким диапазоном изменения их физико-химических свойств. Плотность нефтяного шлама составляет 830-1700 кг/м³.

Методы и методология

В ходе исследования были взяты пробы трех типов нефтяного шлама разного происхождения и определено количество механических примесей в их составе. Для проведения анализа фильтровальную бумагу предварительно сушили при температуре 105 °C до постоянной массы. Поскольку анализируемые нефтяные шламы обладали высокой вязкостью, пробу нефтяного шлама нагревали на водяной бане до температуры 40-60 °C. Затем перемешивали путем ручного встряхивания в емкости в течение 5 минут.

Для анализа отбирали навеску нефтяного шлама массой 2 г и разбавляли органическим растворителем (бензином или бензолом) массой 25 г. Горячий раствор пробы фильтровали через сухой бумажный фильтр, помещенный в стеклянную воронку. После фильтрования фильтр переносили в стаканчик и сушили в термостате в течение 1 часа. После сушки стаканчик охлаждали в эксикаторе в течение 30 минут, а затем взвешивали на аналитических весах. Масса чистого стаканчика с фильтром составила 19,5498 г [6].

Более точный анализ количества механических примесей в трех типах нефтяных шламов проводили с помощью аппарата Сокслета. Круглодонную колбу помещали в аппарат Сокслета, наливали в нее экстрагирующий растворитель и присоединяли холодильник. Гильзу с экстрагируемой пробой помещали в центр аппарата, растворитель нагревали до температуры кипения и испаряли. Пары поднимались по аппарату, конденсировались в холодильнике и стекали каплями в гильзу. Органическая часть нефтяного шлама внутри гильзы на фильтровальной бумаге растворялась с помощью растворителя и стекала в основную массу [7].

Содержание механических примесей в процентах рассчитывали по следующей формуле:

$$X = ((m_2 - m_1) / m) \times 100$$

Где: m_1 – масса пустого фильтра со стаканчиком, г; m_2 – масса фильтра со стаканчиком и механическими примесями, г; m – масса пробы нефтяного шлама, взятая для анализа, г.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных научных исследований и лабораторных экспериментов был определен компонентный состав (механические примеси, вода и органическая часть) 3 типов нефтяных шламов по их происхождению. Полученные показатели приведены на рисунке 1.

Результаты компонентного анализа нефтяных шламов из различных источников

Рисунок 1.



Анализ результатов исследований показывает следующее:

✓ Шлам отходов очистки технической воды: Содержание механических примесей составило 18%, воды – 42%, органической части – 40%. Высокое содержание воды и механических примесей в данном типе шлама объясняется тем, что он представляет собой водную дисперсную систему из очистных сооружений.

✓ Донный нефтяной шлам резервуаров: ххарактеризуется наиболее высоким содержанием органической части (83%), а также относительно низким содержанием механических примесей (5%) и воды (12%). Направление этого типа шлама на технологии первичной переработки обеспечивает высокую экономическую эффективность.

✓ Нефтяной шлам из шламонакопителей: содержит наибольшее количество механических примесей 30%. Содержание воды составляет 21%, а органической части 49%. Длительное хранение в открытых прудах-накопителях приводит к попаданию частиц пыли, песка и глины из окружающей среды, что вызывает резкое увеличение количества механических примесей.

Заключение

В результате проведенных исследований доказано, что компонентный состав нефтяных шламов и содержание в них механических примесей существенно различаются в зависимости от источника происхождения. Донные шламы резервуаров богаты органической частью, тогда как шламы открытых накопителей сильно загрязнены механическими примесями.

Метод анализа с использованием аппарата Сокслета позволил точно выделить механические примеси из нефтяных шламов. Полученные результаты служат основой для проектирования энергосберегающих технологических линий по очистке нефтяных отходов от механических примесей и воды перед их переработкой.

Список литературы

[1]. Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов. – М.: Химия, 1983. – 192 с.

[2]. Ахмедов К.С. и др. Водные эмульсии нефтей и их расслоение. – Ташкент: Фан, 2010. – 145 с.

[3]. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 "О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан".

[4]. Позднышев Г.Н. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий. – М.: Недра, 1982. – 221 с.

[5]. Мановян А.К. Технология переработки нефти и природных газов. – М.: Химия, 2002. – 560 с.

[6]. Эмилдорф А.А. Методы анализа нефти и нефтепродуктов. – СПб.: Химиздат, 2015.

– 280 с.

[7]. ГОСТ 6370-2018. Нефть, нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей. – М.: Стандартинформ, 2018.

NEFT-SUV MUHITI KORROZIYASIGA QARSHI AMINONITRILLI INGIBITORLARNI SAMARADORLIGI

Ataqulova D.D.

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti Qarshi 180100, O‘zbekiston

E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annotatsiya. *Neft-gaz-suv muhiti korroziyasini oldini olish uchun, molekulasi tarkibida korroziya jarayonlarini faol himoyalaydigan amino va nitril guruhlari saqlovchi organik birikmalarni sintezlash natijasida olingan ingibitorlarni tarkibi va tuzilishini zamonaviy fizik-tadqiqot usullari yordamida aniqlangan. Aminonitrilli ingibitorning neft-gaz-suv muhiti korroziyasiga qarshi samaradorligi gravimetrik usulda aniqlangan.*

Kalit so‘z: *korroziya, aminonitrilli ingibitor, mineral tuzlar, po’lat namunasi, gravimetrik usul.*

Аннотация. *Для предотвращения коррозии в нефтегазоводяных средах с помощью современных методов физико-химического анализа были определены состав и структура ингибиторов, синтезированных из органических соединений, содержащих амино- и нитрильные группы, которые активно подавляют коррозионные процессы. Эффективность аминонитрильного ингибитора в отношении коррозии в нефтегазоводяных средах оценивалась гравиметрическим методом.*

Ключевые слова: *коррозия, аминонитрильный ингибитор, минеральные соли, образец стали, гравиметрический метод.*

Abstract. *To prevent corrosion in oil-gas-water environments, the composition and structure of inhibitors—synthesized from organic compounds containing amino and nitrile groups that actively inhibit corrosion processes—were determined using modern physicochemical analysis methods. The effectiveness of the aminonitrile inhibitor against corrosion in oil-gas-water environments was evaluated using the gravimetric method.*

Keywords: *corrosion, aminonitrile inhibitor, mineral salts, steel sample, gravimetric method.*

Kirish.

Neft va gaz sanoatining asosini metallkonstruksion materiallardan yasalgan uskunalar tashkil etadi. Ayni shu uskunalarning korroziya oqibatida yemirilishi har qanday mamlakatning iqtisodiyotiga katta putur yetkazadi. Korroziya ingibitorlarini qo‘llash korroziya jarayonining oldini oluvchi eng samarali usullardan biri bo‘lib hisoblanadi. Metallar korroziyasi oldini oluvchi ingibitorlar bo‘yicha tadqiqotlar olib borish uzoq muddatli muhim investitsiya hisoblanib, iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan strategik ahamiyatga ega. Samarali ingibitorlar bilan ta’minlash maqsadida yurtimizda ishlab chiqarilayotgan korroziya ingibitorlarining sifatini standart talablariga mos holda, import o‘rnini bosuvchi ingibitorlarni mahalliy xom-ashyolar asosida ishlab chiqarish va sanoatning turli tarmoqlarida qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar.

Qazib olinayotgan neft va gaz odatda o‘zinig tarkibida qatlam suvi (erkin emulsiya bilan qoplangan holda), har xil mineral tuzlar: $NaCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ va boshqalar, hamda mexanik qo‘shimchalardan iborat bo‘ladi. Shuningdek neft tarkibida har xil organik gazlar, jumladan, (CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12}) va noorganik gazlar (H_2S, CO_2) lar mavjud bo’ladi.

Neft va gaz tarkibidagi turli tumanlik uni qazib olish, tozalash, saqlash, transport qilish va ishlov berishda qo‘llaniladigan jihozlarning korroziyaga uchrashiga sabab bo‘ladi. Ayniqsa bu

sohada ishlatiladigan quvurlar va po‘lat rezervuarlar korroziyasi bir vaqtning o‘zida kimyoviy va elektrokimyoviy korroziyaga uchraydi.

Natijalar.

Ushbu maqolada molekulasi tarkibida bir nechta azot atomi tutgan 2,7-dimetil-2,7-ditsiano-3,6-diazaoktan molekulalarini korroziya ingibitori sifatida o‘rganish uchun ushbu birikmalarning sintezi amalga oshirildi. Sintez qilingan moddalarni nazariy jihatdan tavsiflashda, rentgenologik tahlil, PMR (^{13}C,^{1}H) analizlarining eksperimental ravishda o‘lchangan natijalariga qarama-qarshi tekshirish uchun nazariy tavsifnomalari o‘rganildi. PMR ^{15}N kimyoviy siljishlar nazariy jihatdan hisoblab chiqilgan. Ushbu tadqiqot ishida zamonaviy DFT hisoblash dasturlaridan foydalanilgan.Aminonitrilli ingibitorlarning ishchi eritmasi zichligini aniqlash. Ingibitorlarni laboratoriyada tadqiq qilish o‘z ichiga ikkita bosqichni oladi: fizik-kimyoviy va texnologik tavsifnomasini aniqlash, korroziya jarayonini himoyalash samaradorligini aniqlash. Aminonitrilli ingibitorining fizik-kimyoviy va texnologik tavsifnomalarini aniqlash uchun birinchi navbatda ularning ishchi eritmalari zichligini aniqlandi. Ushbu ishda 20 ^{0}C haroratdagi 0,10 %-li ishchi eritmaning zichligi GOST 3900-85 bo‘yicha AN tipli areometrda aniqlandi. Aminonitrilli ingibitorining 0,10 %-li ishchi eritmasini 200 ml hajmdagi silindrni tekis joyga o‘tqazib, ishchi eritmani slindrning devorlari bo‘ylab yuqorgi qismidan 2–3 sm joy qolgunga qadar quyildi. Silindr va tadqiqot uchun olingan ingibitor eritmasining harorati 20 ^{0}C ni tashkil qildi.

Muhokama.

Neft va gaz konlari ionlari qatlam tarkibida CO_2 ning bo‘lishi ham kimyoviy korroziyaga sababchi bo‘ladi. Aminonitrillar asosida olingan birikmalarning ingibitorlik xossasi metallarni kislotali muhit korroziyasidan himoyalashda yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, turli sanoat sohalarida foydalanish uchun asosiy arzon korroziya ingibitori sifatida xizmat qilishi mumkin.. Tadqiqotlarni olib borish atrof muhit harorati sharoitida yuqorida ko‘rsatilgan agressiv muhitlarda amalga oshirildi. Tadqiqot davomiyligi 330 soat. Ingibitorning samaradorligini aniqlashda yuqoridagi agressiv muhitlar uchun ingibitorning massa ulushlari gaz kondensati uchun 0,0006 % eritmada va qolgan H_2SO_4, H_2S, CO_2 va ammiakli suvlarning 0,5 %-li eritmalarining gazokondensatdagi aralashmasi uchun ingibitorning 0,5 %-li eritmalarida olib borildi. Tadqiqotlar GOST 9.506-87 bo‘yicha suv-neft muhitida metallar korroziyasi ingibitori “Himoyalash qobiliyatini aniqlash usuli” metodikasi asosida olib borildi. Belgilangan vaqt (330 soat) o‘tgandan keyin namunalar agressiv eritmadan olindi, korroziya mahsulotlarini metall sirtidan yo‘qotish maqsadida sovuq suvda bir necha bor yuvildi, maxsus yuvish eritmasida ishlandi, yumshoq rezina o‘chirg‘ich yordamida tozalandi, benzol bilan yuvib yog‘sizlantirildi. So‘ngra eksikatorda 30 minut ushlab turildi va tarozida tortib ko‘rildi.

Korroziya ingibitorlarini sanoatda qo‘llash o‘ziga xos bo‘lib, ingibitor qo‘llanganda texnologik zanjirdagi: shlef-gazquvuri gazni qayta ishlovchi zavodlarning barcha qurilmalarni himoyalashi kerak bo‘ladi va ularni qo‘llashda texnologik jarayonlarning yangi talablarini qondirishi zarur bo‘ladi. Ma’lumki, tabiiy gaz tarkibida vodorod sulfid, karbonat angidrid, quyi molekulyar organik kislotalar doimiy ravishda bo‘lib, konstruksion materiallarni korroziyadan himoyalashning texnikaviy tasdig‘ini va iqtisodiy samaradorligini ta’minlashda organik birikmalar asosida olingan ingibitorlarni qo‘llash o‘z tasdig‘ini topgan. Sanoat miqyosida ingibitorlarni qo‘llash uchun ular ma’lum bir talablarga javob berishi kerak bo‘ladi. Ingibitorlarga qo‘yiladigan eng katta talab bu ularning konstruksion materiallarni korroziyadan samarali himoyalashiga bog‘liq. Turli holatlar uchun oxirgi o‘rinda ingibitorlarni tanlashda ularni qo‘llashning texnologik xususiyatlariga ahamiyat beriladi. Bu o‘rinda ingibitorga bo‘lgan talab bir qancha sharoitlarni hisobga olgan holda aniqlanadi.

Xulosa.

Aminonitrilli ingibitorlarning samaradorligi turli konsentrasiyali agressiv muhitlarida, turli harorat oraliqlarida va ingibitorning turli konsentrasiyalarida o’rganilgan. Shuningdek, korroziyalanish tezligi, korroziya jarayonining mexanizmlari va substrat tuzilishining korroziya jarayonini ingibirlash samaradorligiga ta’siri kabi qonuniyatlari ham o‘ganildi. O‘tkazilgan tadqiqot ishlarida ingibitor gaz kondensati, H_2SO_4, H_2S, CO_2 va ammiakli suvlarning 0,5 %-li eritmalarining gazokondensatdagi aralashmasi muhitida St.20 po‘lat namunasining korroziyasiga qarshi yuqori

samaradorlikni namoyon qilishi aniqlangan. Tadqiqotlar tajriba-sinov ishlari GOST 9.506-87 bo‘yicha, suv-neft muhitida metallar korroziyasi ingibitorining “Himolash qobiliyatini aniqlash usuli” metodikasi asosida olib borilgan. Aminonitrillar asosida olingan birikmalarning ingibitorlik xossasi metallarni kislotali muhitdagi korroziyadan himoyalashda yuqori samaradorlikka ega ekanligi va import o’rnini bosuvchi asosiy arzon korroziya ingibitori sifatida xizmat qilishi mumkinligi taklif etilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров Изучение Ингибирующих Свойств 2, 7-Диметил-2, 7-Дицианид-3, 6-Диазаоктана Universum: технические науки 5-4 (86). Москва 2021. стр 16-19.
2. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.
3. Атакулова, Д. Д., & Абдувалиев, С. А. (2023). Использование Ингибиторов Коррозии Металлов. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 938-942 ст.
4. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).
5. Ataqulova D.D., Qurbanov M.J. MAD-20 preperatining ingibitorlik xossasini gravimetrik usulda o‘rganish. QDU XABARNOMA. 2022 6/1(56). 55-58 bet.
6. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.
7. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

YER TAQSIMOTIDA HUDUDIY-INVESTITSIYAVIY MUHITNI SHAKLLANTIRISH.

Bobomurodova Shohsanam.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: bobomurodovashohsanam@gmail.com

Annotatsiya.*Bu maqola bugungi kunning eng dolzarb masalalaridan biri bo‘lgan yerlarni oqilona va samarali taqsimlash orqali iqtisodiyot tarmoqlariga ichki va xorijiy investitsiyalarni jalb etish yo‘llari va bu borada hududiy-investitsiyaviy muhitni shakllantirish yuzasidan ilmiy-amaliy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqishga bag‘ishlangan.*

Kalit so‘zlar: *yer fondi, davlat koordinatlari tizimi, investitsiyaviy*

Абстрактный.*Данная статья посвящена разработке научно-практически обоснованных предложений и рекомендаций по способам привлечения отечественных и иностранных инвестиций в отрасли экономики посредством рационального и эффективного распределения земли, что является одним из наиболее актуальных вопросов современности, и по формированию региональной инвестиционной среды в этом отношении.*

Ключевые слова:*земелный фонд государственная система координат связанный с инвестициями*

Abstract.*This article is dedicated to the development of scientifically-practically based proposals and recommendations on ways to attract domestic and foreign investments to economic sectors through the rational and effective distribution of land, which is one of the most urgent issues of today, and on the formation of a regional investment environment in this regard.*

Key words*: land fund, state coordinate system, investment-related*

Mamlakatimiz yer fondidan samarali va oqilona foydalanish iqtisodiyotni rivojlantirish va erkinlashtirish yuzasidan strategik maqsad va vazifalarni hal qilish nuqtai nazardan juda katta ijtimoiy-iqtisodiy axamiyatga molik bo‘lmoqda. Zero, respublikamiz iqtisodiyotining barcha tarmoqlarini, biznes va tadbirkorlikni, ijtimoiy sohalarni rivojlantirish istiqbollari yer fondidan foydalanish, uning darajasi bilan chambarchas bog‘liqdir. Bu esa, yer maydonlarini ularning toifalari, tamoqlari va hududlarni yerdan foydalanuvchilar o‘rtasidagi qayta taqsimlanishni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning ob’ektiv talablaridan kelib chiqqan holda davlat va jamiyat ehtiyojlarini qondirish nuqtai nazaridan amalga oshirishni talab etadi.

Amaliyotda bugungi kunda yer taqsimotini hududlarda investitsiyaviy muhitni shakllantirishga moslab to‘g‘ri tadqiq etish maqsadga muvofiqdir. Chunki hududlarni investitsiyaviy jozibadorligini oshirishni ushbu jarayon bilan bevosita bog‘liq eng ta’sirchang omili sifatida baholanadi.

O‘zbekiston Respublikasida bu borada ko‘plab islohotlar olib borilmoqda. Ularning maqsadi yer taqsimoti bilan milliy iqtisodiyotda raqobatdosh tuzilmalarni shakllantirishni bog‘liqligini kuchaytirish, qishloq ho‘jaligini modernizatsiya qilish va jadal rivojlantirishga qaratilgan yerdan foydalanish tizimini yaratish, iqtisodiyotda davlat ishtirokini kamaytirish bo‘yicha institutsional va tarkibiy islohotlarni davom ettirish, hususiy mulk huquqini himoya qilish va uning ustuvor mavqeini yanada kuchaytirish, hududlar, tuman va shaharlarni kompleks va mutanosib holda ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiy ettirish, investitsiyaviy muhitni yaxshilash orqali mamlakatimiz iqtisodiyoti tarmoqlari va hududlariga xorijiy sarmoyalarni faol jalb etish kerak. Chet el investitsiyalarini jalb etishda faoliyat yuritmayotgan yoki qurilishi tugallanmagan ob’ektlar, samarasiz foydalanilayotgan ishlab chiqarish binolari hamda yer maydonlarining ularda to‘g‘ridan-to‘g‘ri investitsiyalar ishtirokidagi investitsiya loyixalarini joylashtirish uchun puxta xatlovdan o‘tkazish va buning uchun yerlar taqsimotini mukammal darajada bajarish lozim. Buning asosi sifatida O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «O‘zbekiston Respublikasida investitsiya muhitini tubdan yaxshilash chora-tadbirlari to‘g‘risida» 2018 yil 1 avgustdagi PF-5495-son Farmoniga muvofiq 2018 yil 1 oktabrdan investitsiya faoliyatini amalga oshirish uchun yer uchastkalari berishning quyidagi yangi mexanizmlari joriy etildi:

1. Qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallanmagan yer uchastkasini 50 yilgacha muddatga, lekin arizada ko‘rsatilganidan kam bo‘lmagan muddatga investitsiya loyihalarini amalga oshirish uchun uzoq muddatli ijaraga berish.
2. Ko‘chmas mulk ob’ektlarini qurish uchun yer uchastkalariga doimiy egalik qilish huquqini auksion orqali sotish.

Chet el investitsiyalar ishtirokidagi korxonalar ustav fondidagi xorijiy investitsiyalar ulushining eng kam miqdorini 30 foizdan 15 foizgacha kamaytirish va chet el investitsiyalar ishtirokidagi korxonalar ustav fondining eng kam miqdorini 600 million so‘mdan 400 million so‘mgacha, aksiyadorlik jamiyatlari ustav fondining eng kam miqdorini 400 million so‘m miqdorida belgilash ko‘rsatilgan.

Bundan tashqari keyingi yillarda mamlakatda investitsiya jarayonlarini talay darajada takomillashtirish, davlat rivojlanish dasturlarini shakllantirish tartibini belgilash, loyihalarni tanlash shaffofligi va samaradorligini oshirish, ularni moliyalashtirish borasida sa’y-harakatlar amalga oshirilmoqda. Shu bilan birga davlat rivojlanish dasturlarini shakllantirish yangi tartibining barcha komponentlari endigina boshlangan, ma’qullangan, shuningdek, joriy yilda shakllantiriladigan yirik va strategik muhim investitsiya loyihalarini, xususan, to‘g‘ridan-to‘g‘ri xorijiy investitsiyalar ishtirokidagi shunday loyihalarni amalga oshirish bosqichlari bilan ularning muddatlari uyg‘unlashtirilmaganligi ularni o‘z vaqtida nihoyasiga yetkazish, ishlab chiqarish quvvatlarini ko‘paytirish, mahsulot ishlab chiqara boshlash va yangi ish o‘rinlari yaratish uchun investitsiyaviy hamda moliyaviy xavotirliklarni vujudga keltiradi.

Ayniqsa cho‘l zonalardagi foydalanilmayotgan xududlarni kompleks rivojlantirish kerak va axolini ish bilan ta’minlash o‘z-o‘zidan hal bo‘la boshlaydi. Buning uchun esa mablag‘ zarur. Bu masalani hal etishning eng maqbul yechimi chet eldan investitsiyalarni joriy etishdir. Investitsiya loyixalarini ko‘proq jalb etishda avvalo iqtisodiyot tarmoqlarida yerlarni to‘g‘ri taqsimlashda

investitsiyaviy muhitlarni amalga oshirish, investitsiya loyihalarini amalga oshirishni ko‘zlab uzoq muddatga investitsiyalarni jalb etishni ko‘zlash yotishi kerak.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 11 sentabrdagi “Hududlarda tadbirkorlik tashabbuslari va loyihalarini jadal amalga oshirishni tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ-3939-sonli qaroriga asosan Respublikamizda hududlarni jadal ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishni ta’minlash, tadbirkorlik faoliyatini amalga oshirish va investitsiyalar, shu jumladan, to‘g‘ridan-to‘g‘ri xorijiy investitsiyalarni jalb etish uchun maksimal darajada qulay shart-sharoitlar yaratish borasida qator tizimli chora-tadbirlar ishlab chiqish bugungi kun davr talabidir.

Yer resurslaridan foydalanishda yer solig‘i stavkalarining miqdorlarini takomillashtirish va iqtisodiy mehanizmlar orqali cho‘l zo‘nalarga kiritiladigan investitsiyalar uchun qulayliklar yaratish darkor. Buning uchun eng avvalo tadbirkorlik faoliyatiga keng imkoniyatlar yaratish kerak.

Bunda halq ho‘jaligining turli tarmoqlariga yer davlat tomonidan turli xo‘jalik maqsadlari uchun taqsimlanadi. Yer maydonlarining tarkibi respublika viloyatlarida yer fondidan foydalanish usullarini ko‘rsatib turadi. Investitsiyalarni ko‘proq jalb etishning birinchi hususiyati esa hududlardagi yer taqsimotining to‘g‘ri tashkil etilishidir.

Yerdan foydalanish iqtisodiy jihatlarining tarkibiy qismlariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- yerlardan qishloq xo‘jaligi va o‘rmon xo‘jaligida ishlab chiqarish maqsadlarida foydalanish;
- qishloq xo‘jaligiga oid bo‘lmagan sanoatda yerdan foydalanish;
- yerga ijara haqi to‘lash;
- yerdan foydalanishning fiskal tomoni;
- bozor (oldi-sotdi) sohasida yerdan foydalanish;
- yer maydonlarini qaytarib olganda ko‘rilgan zarar va yo‘qotishlar uchun tovon to‘lash;
- yerlarni qayta ishlab chiqarish samaradorligi;
- yerlarni himoya qilish;
- yerlardan ratsional foydalanishga rag‘batlantirish (shuningdek, jazo sanksiyalari)ni qo‘llash.

Quyidagi ishlarni amalga oshirishda albatta biz yer qonunchiligiga va qonunlariga so‘zsiz aloqadorlikda ishlar olib boramiz va bu qonunlar xar tomonlama mukammal bo‘lishi kerak.

Yer taqsimotini to‘g‘ri taqsimlashda huquqiy asoslar ham muhim ahamiyatga egadir. Yer resurslarini boshqarishda tegishli huquqiy normalarni tubdan yaxshilash va ularni amaliyotdagi ishtirokini va iqtisodiyot tarmoqlaridagi rol’ini oshirish zarur.

O‘zbekiston Respublikasida iqtisodiyot tarmoqlarini tartibga solishda yer resurslari boshqaruvining xuquqiy asoslari tarkibiga O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi, Yer kodeksi, “Davlat yer kadastri to‘g‘risida”, “Fermer xo‘jaligi to‘g‘risida”, “Dehqon xo‘jaligi to‘g‘risida”, “Qishloq xo‘jaligi kooperativi (shirkat xo‘jaligi) to‘g‘risida”, “Ijara to‘g‘risida”gi qonuni va boshqa qonun xujjatlari va qonun osti xujjatlari bilan tartibga solinadi.

Iqtisodiyot tarmoqlari ichida yer taqsimotining axamiyatli tomoni me’yoriy-xuquqiy asoslari yer soxasidagi mavjud kamchiliklar asosida shakllantirilmoqda. Masalan, O‘zbekiston Respublikasining 1998 yil 30 aprelda qabul qilingan Yer kodeksi qonunida yerlardan foydalanishda yuridik va jismoniy shaxslarni yerlardan oqilona foydalanish va yerlarni muxofaza qilish borasida yordam ko‘rsatish to‘g‘risida xech qanday so‘z yuritilmagan. Ya’ni iqtisodiy rag‘batlantirish borasida xech qanday modda kiritilmagan.

Shu bilan birga Yer kodeksi qonunida tushunarsiz xolatlar ham mavjud. Masalan, 3-bob Yer tuzish, davlat yer kadastri to‘g‘risidagi 15 va 19 moddalarining oxirgi bandlarida quyida keltirilgan “davlat yer kadastrini yuritish tartibi qonun hujjatlari bilan belgilanadi” so‘zlar mavjud. Ammo bu aynan qaysi qonun hujjatlariga muvofiqligi aniq ko‘rsatilmagan va yoritilmagan. Bunday xolatlar faqat bu moddalarda emas, Yer kodeksining boshqa moddalarida xam ko‘rish mumkin. 4-bob, 18-modda Yer uchastkalari berish masalalarini ko‘rib chiquvchi komissiyalar to‘g‘risidagi moddasining oxirgi bandida xam “Yer uchastkalari berish masalalarini ko‘rib chiquvchi komissiyalar o‘z faoliyatini qonun hujjatlarida belgilangan tartibda amalga oshiradi” deb ko‘rsatilgan. Qonun hujjatlariga asosan yerlarni berish tuman va viloyat xokimlari yuridik shaxslarga qishloq xo‘jalik

ehtiyojlari hamda boshqa davlat va jamoat ehtiyojlari uchun egalik qilishga, foydalanishga va ijaraga yer berish, o‘lchamidan qat’i nazar barcha yerlarni olib qo‘yish, alohida qimmatga ega bo‘lgan unumdor sug‘oriladigan yerlar, alohida muhofaza etiladigan hududlar egallagan yerlar, diplomatiya vakolatxonalari hamda ularga tenglashtirilgan, O‘zbekiston Respublikasida akkreditatsiya qilingan halqaro tashkilotlarga mazkur vakolatxonalarning binolarini, shu jumladan vakolatxona boshlig‘i qarorgohini qurish uchun yer uchastkalarini mulk etib realizatsiya qilish; yerga egalik qilish va undan foydalanish, shuningdek yer uchastkasini ijaraga olish huquqlarini hamda yer uchastkalariga bo‘lgan mulk huquqini belgilangan tartibda berish xuquqlariga ega ekanligi belgilab qo‘yilgan.

Albatta yerlarni tabiiy moslashuvi jixatidan to‘g‘ri taqsimlash ko‘pgina muommo va qonun buzarliklarni oldini oladi. Bunga sabab yerlarni yuridik va jismoniy shaxslarga ajratib berish huquqining tuman yoki viloyat xokimlari ihtiyoridaligidadir. Va bu qonun xujjatlarida ham ko‘rsatilgan.

Nega, yer resurslaridan samarali va oqilona foydalanish bo‘yicha yuqori organlar va tashkilotlar turganida bunday muhim vazifalarni tuman va viloyat xokimlar bajarishi kerak?

Yerlar to‘g‘ri taqsimlanishida iqtisodiyotda va investitsiyalarni to‘g‘ri jalb etishda ham muommoning tub negizi manashundadir.

Quyida keltirilgan misollardan ko‘rinib turibdiki, iqtisodiyot tarmoqlarida yer taqsimotining to‘g‘ri va aniq taqsimlashda to‘siq xuquqiy normalarda noaniqliklar mavjudligiga borib taqaladi.

Xulosa va takliflar

O‘zbekiston Respublikasida iqtisodiyotni rivojlantirishda invistitsiyalarni jalb qilish uchun eng avvalo yerlarni to‘g‘ri taqsimlash, yuksaltirish kerak.

Buning uchun esa yerlardan oqilona foydalanish va yer taqsimotini to‘g‘ri tashkil etishda iqtisodiyotni turli yo‘llar bilan rag‘batlantirish orqali erishish mumkin:

Yer uchastkalarini ajratish tuman va viloyat xokimining huquqlarini bekor qilish.

- Meliorativ holati yomon bo‘lgan yerlarni o‘zlashtirishda qonun hujjatlarida belgilangan tartibda yer solig‘i bo‘yicha imtiyozlar berish;
- Sanoat korxonalarini tashkil etish va mavjudlarini yanada kengaytirish;
- yerlarni muhofaza qilish va qayta tiklash bo‘yicha faoliyatni amalga oshirayotgan yuridik va jismoniy shaxslarga kamchiqim va resurslarni tejovchi texnologiyalarni joriy etishda soliqqa, kreditga oid va boshqa imtiyozlar berish;
- Cho‘l zo‘nalarni kompleks rivojlantirish dasturlarini tuzish va uzoq muddatlarga investitsiyalar joriy etish.
- Turizmni rivojlantirish uchun xar bir hudud infrastrukturasini tashkil etish;

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1].O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «O‘zbekiston Respublikasida investitsiya muhitini tubdan yaxshilash chora-tadbirlari to‘g‘risida» 2018 yil 1 avgustdagi PF-5495-son Farmoni

[2].O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 11 sentabrdagi “Hududlarda tadbirkorlik tashabbuslari va loyihalarini jadal amalga oshirishni tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ-3939-sonli qarori

[3].O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 19 iyuldagi “2018-2019 yillarda investitsiyaviy va infratuzilmaviy loyihalarni amalga oshirishni jadallashtirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-3874-sonli qarori

[4].O‘zbekiston Respublikasi Yer kodeksi 1998 yil 30 aprel.

[5].A.R.Babajanov, A.M.Muqimov, S.R. Sharipov “Hududlarni rivojlantirish”. O‘quv qo‘llanma. Toshkent 2018.

PO‘LAT MATERIALlARINI KORROZIYADAN HIMOYALASHDA Zn-BTC METALL-ORGANIK KARKASLI STRUKTURASINING (MOF) INGIBITORLIK SAMARADORLIGI

G.B. Raxmatova, I.I.Allaberdiyev
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston
guzal85raxmatova@mail.ru

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda 1,3,5-benzoltrikarbon kislotasi (BTC) va ruh (Zn^{+2})ionlari asosida sintez qilingan Zn-BTC metall-organik karkasli strukturasining (MOF) po‘lat materiallarini agressiv xloridli muhitda korroziyadan saqlash samaradorligi tadqiq qilindi. Zn-BTC MOF birikmasi epoksid qoplamasi tarkibiga qo‘shilganda, metall yuzasida faol parda hosil qilishi, elektrokimyoviy usul hamda IQ spektroskopiyasi usullari orqali tasdiqlandi. 3,5%li NaCl muhitida o‘tkazilgan tajribalarda nanokompozit qoplamaning korroziyadan himoyalash samaradorligi 94.5% ni tashkil etdi.*

Kalit so‘zlar: *1,3,5-benzoltrikarbon kislotasi, MOF, Zn-BTC, korroziya ingibitori, epoksid qoplama****Аннотация.*** *В данном исследовании изучена эффективность защиты стальных материалов от коррозии в агрессивной хлоридной среде с использованием металлоорганической каркасной структуры (MOF) Zn-BTC, синтезированной на основе 1,3,5-бензолтрикарбоновой кислоты (BTC) и ионов цинка (Zn^{2+}). Установлено, что при введении соединения Zn-BTC MOF в состав эпоксидного покрытия на поверхности металла формируется активная защитная плёнка, что было подтверждено электрохимическими методами и методом ИК-спектроскопии. В экспериментах, проведённых в 3,5%-ном растворе NaCl, эффективность защиты нанокомпозитного покрытия от коррозии составила 94,5%.*

Ключевые слова: *1,3,5-бензолтрикарбоновая кислота, MOF, Zn-BTC, ингибитор коррозии, эпоксидное покрытие.*

Abstract. *This study investigated the corrosion protection efficiency of a Zn-BTC metal-organic framework (MOF) synthesized from 1,3,5-benzenetricarboxylic acid (BTC) and zinc ions (Zn^{2+}) for steel materials exposed to an aggressive chloride environment. When the Zn-BTC MOF compound was incorporated into an epoxy coating, the formation of an active protective film on the metal surface was confirmed by electrochemical methods and Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy. Experimental tests conducted in a 3.5% NaCl solution demonstrated that the nanocomposite coating achieved a corrosion protection efficiency of 94.5%.*

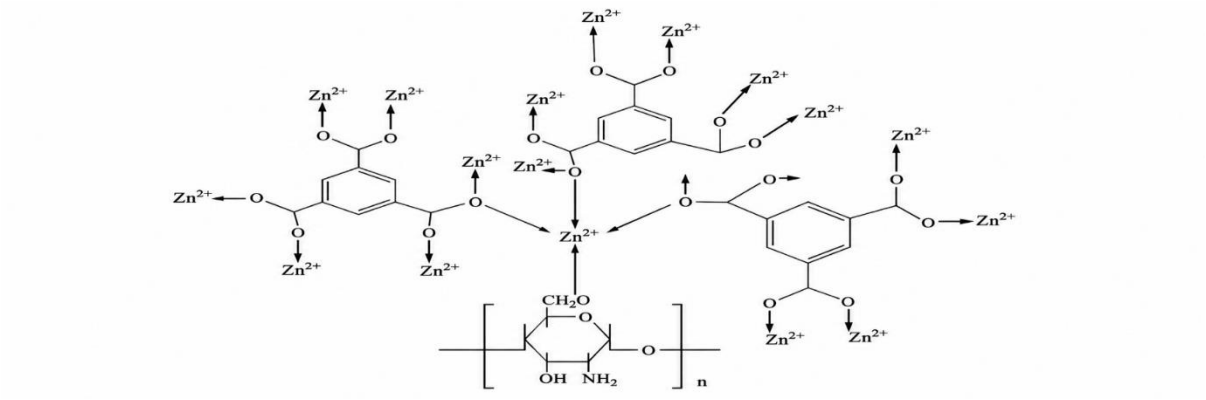
Keywords: *1,3,5-benzenetricarboxylic acid, MOF, Zn-BTC, corrosion inhibitor, epoxy coating.*

Kirish.

Sanoatda foydalaniladigan metall konstruksiyalar va quvurlar kislotali hamda tuzli agressiv muhitlar ta'sirida tez fursatda korroziyaga uchraydi. An'anaviy organik ingibitorlar ko‘p holatlarda suvda tez yuvilib ketishi va uzoq muddatli barqarorlikka ega emasligi sababli, zamonaviy materialshunoslikda chidamli qoplamalarni yaratish dolzarb masalalardan biridir. Oxirgi yillarda metall-organik karkasli strukturalar (MOF) yuqori solishtirma sirt maydoni va g‘ovakliligi sababli korroziya ingibitorlarini tashuvchi hamda mustaqil qatlami sifatida keng o‘rganilmoqda. 1,3,5-benzoltrikarbon kislotasi (BTC) uchta karboksil (-COOH) guruhiga ega bo‘lib, Zn^{+2} ionlari bilan birgalikda mustahkam va gidrofob Zn-BTC g‘ovakli karkasini hosil qiladi. Ushbu tadqiqotda Zn-BTC MOF kukunining St.3 po‘lat namunasida korroziyani sekinlashtirish mexanizmi o‘rganildi.

Tadqiqot usullari va ob'ektlari.

Tadqiqot ob'ekti sifatida laboratoriya usulida sintez qilingan Zn-BTC MOF nano-kristallari va ularning epoksid smolasi bazasidagi nanokompozitlari olindi. Tajribalar St.3 po‘lat namunalarida, *3.5% NaCl* suvli eritmasida o‘tkazildi. Qoplama mikrostruktura va morfolagiyasi SEM (skanerlovchi elektron mikroskop) yordamida tahlil qilindi.



Natijalar va ularning muhokamasi.

O‘tkazilgan elektrokimyoviy tahlillar shuni ko‘rsatdiki, Zn-BTC MOF modifikatsiyalangan epoksid qoplama po‘lat yuzasidagi korroziya tokining zichligini (j_{corr}) keskin kamaytiradi.

1-jadval.

St.3 po‘lati yuzasidagi qoplamalarning 3.5% NaCl muhitidagi elektrokimyoviy ko‘rsatkichlari

Qoplama turi	**E_{corr}, mV**	**j_{corr} , μ_A/sm^2**	**R_{ct} , $k_\Omega \cdot sm^2$**	**IE, %**
Sof epoksid qoplama	-620	4.82	12.5	-
Epoksid + 1% Zn-BTC	-480	0.85	85.3	82.3
Epoksid + 3% Zn-BTC	-415	0.26	228.0	94.5

Zn-BTC MOF birikmasi ikki bosqichli himoya mexanizmini namoyon etdi:

Passiv ingibitorlik himoyasi: Zn-BTC kristallari epoksid matrisasidagi mikro-yoriqlar va g‘ovaklarni to‘ldirib, Cl^- hamda H_2O molekulalarining metall yuzasiga diffuziyalanish yo‘lini uzaytiradi va himoya hosil qiladi.

Faol himoya: Qoplama mexanik shikastlanganda, pH o‘zgarishi natijasida Zn-BTC tarkibidan ajralib chiqqan Zn^{+2} ionlari katod sohasida erimaydigan $Zn(OH)_2$ cho‘kmasini hosil qiladi, erkin BTC ligandlari esa temir ionlari bilan Fe-BTC xelat kompleksini shakllantirib, korroziya o‘chog‘ini qayta pasaytiradi (passivlashtiradi).

Xulosa.

1,3,5-benzoltrikarbon kislotasi va ruh ionlari asosida olingan Zn-BTC metall-organik karkasli strukturasi po‘lat materiallarini agressiv tuzli muhitda korroziyadan himoyalashda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Zn-BTC MOF ni polimer va lak-bo‘yoq qoplamalariga sinergetik va faol ingibitor-qo‘shimcha sifatida qo‘llash tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1].Ren B., Zhang Q., Li J. et al. Metal-organic framework (MOF) based smart anticorrosive coatings: A review // Corrosion Science. – 2021. – Vol. 190. – P. 109680.

[2].Formoso P., Pantuso E., De Filpo G. et al. Zinc-based MOF-5 as corrosion inhibitor for steel protection in saline medium // Progress in Organic Coatings. – 2020. – Vol. 147. – P. 105790.

[3].Raxmatova G.B., Kurbanov M.J. Agressiv muhitlarda metallarni korroziyadan saqlashda organik ingibitorlarning rol // Fan va texnologiyalar rivoji. – 2023. – №3. – B. 45-50.

NEFT VA GAZ MAGISTRAL QUVURLARIDA OQOVA SUVLARNING GIDRAVLIK HISOB SXEMASI VA ULARNING TAHLILI

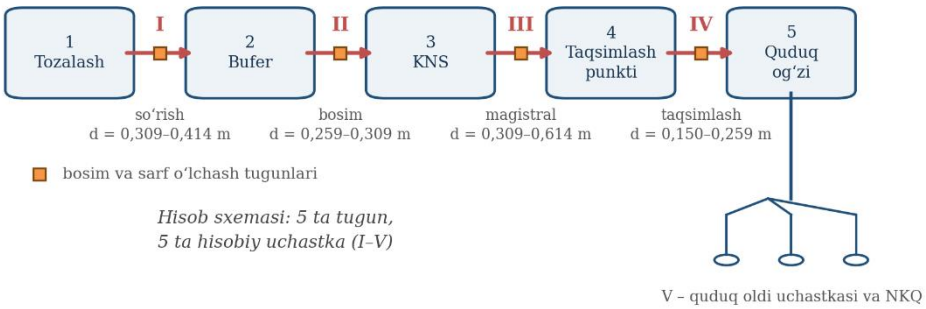
J.A. Xalilov
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti Qarshi 180100, O‘zbekiston,
Email: jamshidxalilov885@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu maqolada neft va gaz magistral quvurlaridagi oqava suvlarni gidravlik hisob sxemasi va ularning fizik kimyoivy xususiyatlari ustida ish olib borilgan.*
Kalit so‘zlar. Neft,gaz, oqava suvlar, gidravlik rejim.
Аннотация. *В данной статье рассматривается схема гидравлического расчета сточных вод из магистральных нефтегазопроводов, а также их физико-химические свойства.*
Ключевые слова: нефть, газ, сточные воды, гидравлический режим.
Abstract. *This article examines the hydraulic calculation schemes for wastewater in main oil and gas pipelines, as well as the physicochemical properties of the wastewater.*
Keywords: Oil, gas, wastewater, hydraulic regime.

Tizimning gidravlik hisob sxemasi

Gidravlik tahlil uchun tizim beshta tugun va beshta hisobiy uchastkadan iborat graf ko‘rinishida rasmiylashtirildi (1-rasm). Tugunlar sifatida bosim yoki sarf keskin o‘zgaradigan nuqtalar - inshoot, rezervuar, nasos stansiyasi, taqsimlash punkti va quduq og‘zi - qabul qilindi. Uchastkalar esa diametri va sarfi doimiy bo‘lgan quvur bo‘laklaridir. Bunday ajratish har bir uchastka uchun tezlik, Reynolds soni va devor urinma kuchlanishini mustaqil hisoblash hamda ularni yemirilish ko‘rsatkichlari bilan solishtirish imkonini beradi [1].

1-rasm.



Qatlam bosimini ushlab turish tizimining gidravlik hisob sxemasi: tugunlar, hisobiy uchastkalar va o‘lchash nuqtalari

Har bir uchastka uchun bosim yo‘qotishi uzunlik bo‘yicha ishqalanish va mahalliy qarshiliklar yig‘indisi sifatida yoziladi [2]:

$$\Delta H_{\mathrm{i}} = \left(\lambda_{\mathrm{i}} \frac{L_{\mathrm{i}}}{d_{\mathrm{i}}} + \sum \zeta_{\mathrm{ij}}\right) \frac{v_{\mathrm{i}}^2}{2\,g} \tag{1}$$

bu yerda i - uchastka nomeri; λ_{i} - gidravlik ishqalanish koeffitsienti; L_{i} va d_{i} - uchastkaning uzunligi va ichki diametri, m; ζ_{ij} - uchastkadagi j-mahalliy qarshilik koeffitsienti; v_{i} - uchastkadagi o‘rtacha tezlik, m/s. Tugunlarda massa saqlanish sharti bajariladi:

$$\sum_k Q_{\mathrm{k}}^{\mathrm{kir}} = \sum_m Q_{\mathrm{m}}^{\mathrm{chiq}} \tag{2}$$

Har bir uchastkaning gidrodinamik holati Reynolds soni bilan tavsiflanadi, devorga bo‘lgan mexanik ta’sir esa urinma kuchlanish bilan:

$$\mathrm{Re}_{\mathrm{i}} = \frac{v_{\mathrm{i}}\, d_{\mathrm{i}}}{\nu}, \qquad \tau_{\mathrm{w,i}} = \frac{\lambda_{\mathrm{i}}\, \rho\, v_{\mathrm{i}}^2}{8} \tag{3}$$

Urinma kuchlanish orqali dinamik tezlik va yopishqoq ostki qatlamning qalinligi topiladi - bular devor yaqinidagi massa almashinuvni baholashda asosiy kattaliklardir [4]:

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau_{\mathrm{w}}}{\rho}}, \qquad \delta_{\mathrm{v}} = \frac{5\,\nu}{u_*} \tag{4}$$

Ishqalanish koeffitsienti Kolbruk-Uayt tenglamasi bo‘yicha, ekvivalent g‘adir-budurlikning joriy qiymati bilan hisoblanadi [27]. Birinchi bobda asoslanganidek, bu qiymat o‘zgarmas emas, shu sababli hisob sxemasida u vaqt funksiyasi sifatida kiritiladi:

$$k_e(\tau) = k_{e,0} + \varepsilon\,\tau \quad (5)$$

bu yerda $k_{e,0}$ - yangi quvurning ekvivalent g‘adir-budurligi (0,05 mm qabul qilingan [3]), mm; ε - g‘adir-budurlikning o‘sish tezligi, mm/yil; τ - ekspluatatsiya davri, yil. ε ning qiymatini eksperimental aniqlash mazkur ishning asosiy vazifalaridan biridir.

1. Oqava suvning fizik-kimyoviy tavsifi

Tizimda harakatlanadigan suyuqlik - konning qatlam suvi bilan aralashgan ishlab chiqarish oqava suvi. Uning tarkibi 2.1-jadvalda keltirilgan; ma’lumotlar bir yil davomida olingan 24 ta namunani umumlashtiradi. Suv xlorid-kalsiyli turga mansub, yuqori minerallashgan va erigan gazlar saqlaydi.

1-jadval

Ko‘kdumaloq koni oqava suvining fizik-kimyoviy tavsifi

Ko‘rsatkich	O‘lchov birligi	Diapazon	O‘rtacha qiymat
Umumiy minerallashuv	g/dm³	54-82	68
$Na^+ + K^+$	mg/dm³	17 200-26 400	21 500
Ca^{2+}	mg/dm³	2 800-5 100	3 900
Mg^{2+}	mg/dm³	540-1 020	780
Cl^-	mg/dm³	31 500-48 900	40 200
SO_4^{2-}	mg/dm³	260-640	420
HCO_3^-	mg/dm³	95-290	180
pH	-	6,2-6,8	6,5
Erigan H_2S	mg/dm³	40-120	74
Erigan CO_2	mg/dm³	180-420	295
Erigan O_2	mg/dm³	0,02-0,35	0,11
Mexanik aralashmalar	mg/dm³	25-90	52
Neft mahsulotlari	mg/dm³	15-60	34
Zichlik (20 °C)	kg/m³	1 048-1 082	1 068
Harorat	°C	18-52	34

Izoh. Namunalar KNS so‘rish kollektoridan GOST 9.905 talablariga muvofiq olingan [95]; har bir ko‘rsatkich uchun uchta parallel tahlil bajarilgan.

Gidravlik hisoblar uchun zichlik va kinematik qovushqoqlikning minerallashuv hamda haroratga bog‘liqligi zarur. O‘lchov natijalarini qayta ishlash asosida quyidagi taqribiy bog‘liqliklar qabul qilindi:

$$\rho(M,T) = \rho_0\,[1 + 1{,}03 \cdot 10^{-3}\,M - 3{,}4 \cdot 10^{-4}\,(T - 20)\,] \quad (6)$$

$$\nu(M,T) = \nu_0\,(T)\,[1 + 2{,}1 \cdot 10^{-3}\,M\,] \quad (7)$$

bu yerda M - minerallashuv, g/dm³; T - harorat, °C; $\rho_0 = 998$ kg/m³ - toza suvning 20 °C dagi zichligi; $\nu_0(T)$ - toza suvning shu haroratdagi kinematik qovushqoqligi, m²/s [1]. Bog‘liqliklarning aniqligi o‘lchov natijalari bo‘yicha 1,8 % dan yaxshi. 68 g/dm³ va 25 °C uchun $\rho = 1066$ kg/m³, $\nu = 1{,}02 \cdot 10^{-6}$ m²/s qiymatlari olinadi; barcha keyingi hisoblarda aynan shu qiymatlar bazaviy deb qabul qilingan.

2. Hisobiy rejimlar va ularning gidrodinamik ko‘rsatkichlari

Hisob sxemasining har bir uchastkasi uchun loyihaviy va amaldagi rejimlar bo‘yicha gidrodinamik ko‘rsatkichlar hisoblandi (2.2-jadval). Jadvalda keltirilgan urinma kuchlanish qiymatlari keyingi bandlarda stend va aylanma silindrli elektrod rejimlarini tanlash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

2-jadval

Hisobiy uchastkalarning gidrodinamik ko‘rsatkichlari (ρ = 1066 kg/m³, $\nu = 1{,}02 \cdot 10^{-6}$ m²/s, k_e = 0,05 mm)

Uchastka	d, m	v, m/s	$Re \cdot 10^{-5}$	$\lambda \cdot 10^3$	τ_w, Pa	δ_v, mkm
I - so‘rish	0,309-0,414	0,8-1,2	2,4-4,9	14,7-16,4	1,3-3,0	96-145

Uchastka	d, m	v, m/s	$Re \cdot 10^{-5}$	$\lambda \cdot 10^{3}$	τ_w, Pa	δ_v, mkm
II - bosim	0,259-0,309	1,4-2,2	3,6-6,7	14,7-15,9	4,0-9,8	53-83
III - magistral	0,309-0,614	1,0-1,8	3,0-10,8	13,1-15,9	1,9-6,5	66-122
IV - taqsimlash	0,150-0,259	0,4-0,9	0,6-2,3	16,8-21,4	0,4-2,0	117-262
V - quduq oldi	0,100-0,150	0,3-0,7	0,3-1,0	19,5-24,9	0,3-1,4	141-320

Jadvaldan uchta muhim xulosa kelib chiqadi. Birinchidan, tizimning butun rejim sohasi turbulent, aralash qarshilik zonasida joylashgan [4]. Ikkinchidan, urinma kuchlanishning o‘zgarish diapazoni 0,3 dan 9,8 Pa gacha, ya’ni 33 barobar - eksperimental qurilma aynan shu diapazonni qamrab olishi shart. Uchinchidan, yopishqoq ostki qatlamning qalinligi 53 dan 320 mkm gacha o‘zgaradi, holbuki Nernst diffuzion qatlamining qalinligi esa undan ikki-uch barobar kichik (20-95 mkm) - demak, o‘lchov usullari mikron o‘lchamdagi sohaga sezgir bo‘lishi kerak [5]. Qayd etish kerakki, IV va V uchastkalardagi past tezliklar cho‘kma hosil bo‘lishining kritik chegarasiga yaqin, II uchastkadagi eng katta tezlik esa eroziyaga qarshi tavsiya etiladigan chegaraga yaqinlashadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1].Xalilov J.A., F.N.Nurqulov., F.N.Raxmatullayev., Metal konstruksiyalarni korroziyasi va ularni himoya qilish usullari.// Yong‘in-portlash xavsizligi ISSN 2181-9327 № 1(18), 2025.74-79 bet. (https://t.me/ilmiy_jurnal_FVV)

[2].Xalilov J.A., F.N.Nurqulov., F.N.Raxmatullayev., Kinetic research results of PF-1 brand corrosion inhibitors based on chlorinated organic waste processing // Green economics Vol.3, No.2, 2025, pp.117-121 https://doi.org/10.62476/ge.32.117

[3.]Xalilov J.A., F.A. Otamuradov, K.T. Toshov, S.Z. Khodjamkulov, N.B. Chorieva, N. Urakov, G.J. Mukumova, Z.E. Jumaeva, A.I. Kholboyeva, Z.M. Kurbonova Recent advances in machine learning for the design and performance prediction of corrosion inhibitors // Int. J. Corros. Scale Inhib., 2026, 15, no. 3, 1–26. Received: March 7, 2026 Published: April 28, 2026. doi: 10.17675/2305-6894-2026-15-3-1 (https://ijcsi.pro/papers/recent-advances-in-machine-learning-for-the-design-and-performance-prediction-of-corrosion-inhibitors)

[4].Xalilov J.A., Z.Kh. Misirov, S.Ch. Eshkaraev, Kh.Ch. Mirzakulov, B.A. Normurodov, G.J. Mukumova, G.E. Melikulova, K.S. Arifdjanova, Sh. Botirov. Corrosion inhibition performance of a hybrid organic–inorganic EDFS-1 inhibitor for steel evaluated by gravimetric, electrochemical, SEM and AFM methods // Int. J. Corros. Scale Inhib., 2026, 15, no. 1, 304–319. Received: December 27, 2025 Published: February 9, 2026. doi: 10.17675/2305-6894-2026-15-1-15. (https://ijcsi.pro/papers/corrosion-inhibition-performance-of-a-hybrid-organic-inorganic-edfs-1-inhibitor-for-steel-evaluated-by-gravimetric-electrochemical-sem-and-afm-methods)

[5].Xalilov J.A. Methodology For Forming Innovative Anti-Corrosion Thinking Among Students // Oscar publishing. International Journal of Pedagogics (ISSN: 2771-2281). VOLUME Vol.05 Issue12 2025 PAGE NO. 409-411 DOI 10.37547/ijp/Volume05Issue12-107. (https://theusajournals.com/index.php/ijp/article/view/8896)

[6].Xalilov J.A., Raxmatov E.A., Raxmatullayev F.N. Исследование присадок, улучшающих качество нефтяного топлива и выполняющих функцию ингибиторов // Qo‘qon davlat pedagogika instituti ilmiy xabarlari. (2025-yil 1-son). ISSN: 3030-3958. (https://journals-kokandsu.uz/index.php/kspi/issue/archive)

СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ТЕРРИГЕННОГО ПЛАСТА КИСЛОТНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ

Tojiyev Obid Olimovich[1], Yaxyayev Nodir Sharifovich[2], Yaminov Feruzjon Fayzullo o‘g‘li[3]
[1] Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston
e-mail: obidtojiyev64@gmail.ru

Аннотация. *В процессе разработки месторождений дебит добывающих и приёмистость нагнетательных скважин со временем снижаются, поэтому необходимо восстанавливать фильтрационные характеристики призабойной зоны пласта; особенно остро проблема стоит для низкопроницаемых коллекторов, в частности баженовской свиты. В статье обобщён опыт кислотных обработок добывающих скважин в терригенных коллекторах: описаны механизмы взаимодействия наиболее применяемых кислотных композиций с минералами и возможные осложнения, приводящие к отсутствию эффекта или негативному результату. Указаны параметры, обязательные к учёту при подборе кислотного состава: минералогический состав породы, скорости реакций, степень растворения пород, пластовая температура, состав и свойства пластовых флюидов. Показано, что применение ПАВ и специальных добавок позволяет исключить ряд негативных факторов.*

Ключевые слова: *кислотная обработка, обработка призабойной зоны, терригенный коллектор, соляная кислота, грязевая кислота, плавиковая кислота, азотная кислота, баженовская свита.*

Abstract. *During field development, the production rate of producing wells and the injectivity of injection wells decrease with time, so the filtration characteristics of the bottomhole zone have to be restored; the problem is especially acute in low-permeability reservoirs, in particular the Bazhenov formation. The article summarizes the experience of acid treatments of production wells in terrigenous reservoirs: the mechanisms of interaction of the most frequently used acid compositions with minerals are described, together with possible complications leading to no effect or to a negative effect. The parameters that must be taken into account when selecting an acid composition are indicated: the mineralogical composition of the rock, reaction rates, the degree of rock dissolution, the formation temperature, and the composition and properties of formation fluids. It is shown that surfactants and special additives make it possible to eliminate a number of negative factors.*

Keywords: *oil well acidizing, bottomhole treatment, terrigenous reservoir, hydrochloric acid, mud acid, hydrofluoric acid, nitric acid, Bazhenov formation.*

Annotatsiya. *Konlarni o‘zlashtirish jarayonida ishlab chiqaruvchi quduqlarning debiti va haydovchi quduqlarning qabul qiluvchanligi vaqt o‘tishi bilan kamayadi, shu sababli quduq tubi zonasining filtratsiya xususiyatlarini tiklash zarur; bu muammo past o‘tkazuvchanlikka ega kollektorlarda, xususan Bajenov svitasida ayniqsa keskin. Maqolada terrigen kollektorlarda ishlab chiqaruvchi quduqlarga kislotali ishlov berish tajribasi umumlashtirilgan: eng ko‘p qo‘llaniladigan kislota kompozitsiyalarining minerallar bilan o‘zaro ta’sir mexanizmlari hamda ishlov samarasi bo‘lmasligiga yoki salbiy natijaga olib keluvchi asoratlar tavsiflangan. Kislota tarkibini tanlashda hisobga olish shart bo‘lgan parametrlar ko‘rsatilgan: tog‘ jinsining mineral tarkibi, reaksiya tezliklari, jinslarning erish darajasi, qatlam harorati, qatlam flyuidlarining tarkibi va xossalari. Sirt-faol moddalar va maxsus qo‘shimchalarni qo‘llash bir qator salbiy omillarni bartaraf etishi ko‘rsatilgan.*

Kalit so‘zlar: *kislotali ishlov berish, quduq tubi zonasiga ishlov berish, terrigen kollektor, xlorid kislota, gil kislotasi, vodorodftorid kislota, nitrat kislota, Bajenov svitasi.*

Введение

В процессе разработки нефтяных и газовых месторождений дебит добывающих и приёмистость нагнетательных скважин со временем могут существенно снижаться, поэтому возникает необходимость увеличивать или восстанавливать фильтрационные характеристики призабойной зоны пласта (ПЗП), особенно при разработке низкопроницаемых коллекторов, в частности баженовской свиты. Первые упоминания о патенте на кислотную обработку

известняка соляной кислотой относятся к 1896 г.; реакция HCl с кальцитом представлена уравнением (1):

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O \quad (1)$$

Несмотря на рост продуктивности скважин в четыре раза, технология не нашла широкого применения из-за сильной коррозии скважинного оборудования [1]. С тех пор найдено множество способов решения этой проблемы, и сегодня кислотные обработки (КО) применяются практически повсеместно: технология проста и эффективна при относительно невысокой стоимости. На Средне-Назымском месторождении КО в условиях баженовской свиты показывают эффективность на уровне ГРП [2]. Тем не менее доля неуспешных обработок на некоторых объектах достигает 30–50 %: на Средне-Хулымском месторождении в 2013–2016 гг. из 39 обработок минимальный рентабельный прирост дебита нефти получен лишь в 60 % случаев. Причины — сложное геологическое строение, разнообразный минералогический состав и высокая пластовая температура; их можно нивелировать научным подходом к выбору состава и добавок (ПАВ, ингибиторы коррозии и др.) [1, 3, 4]. Цель работы — обобщить опыт КО призабойной зоны добывающих скважин в терригенных коллекторах: описать взаимодействие наиболее применяемых композиций с минералами, возможные осложнения и параметры, обязательные к учёту при подборе состава.

Материалы и методы

Работа выполнена как обобщение литературных данных с привлечением результатов собственных лабораторных исследований авторов. При оценке воздействия кислотных композиций на породу-коллектор учитывали: степень растворения пород и кольматирующих материалов; скорость реакций с минералами пласта; возможность образования трудно- и нерастворимых продуктов; изменение фильтрационно-ёмкостных характеристик. Для терригенных коллекторов это особенно важно, так как пласты представляют собой совокупность различных минералов (таблица 1) [1].

Таблица 1.

Основные минералы, слагающие терригенные коллекторы

Минералы	Химический состав
Кварц (20–70 %)	SiO_2
Полевые шпаты (25–60 %)	ортоклаз, микроклин $K[AlSi_3O_8]$; альбит $Na[AlSi_3O_8]$; плагиоклазы
Глины (3–40 %)	каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$; смектит, иллит, монтмориллонит, хлорит
Карбонаты (0–30 %)	кальцит $CaCO_3$; доломит $CaMg(CO_3)_2$; анкерит; сидерит $FeCO_3$
Слюды (1–10 %), сульфаты, прочие (до 5 %)	биотит, мусковит; гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, ангидрит $CaSO_4$; галит NaCl; оксиды железа FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4

Наиболее сложна обработка коллекторов смешанного литологического состава, в том числе терригенных с содержанием глинистых минералов свыше 15 % и карбонатных более 3 % [3, 5]. Наибольшее распространение получили смеси соляной и плавиковой кислот — «грязевая кислота». Типичны реакции растворения кварца (2) и глинистого минерала (3) [1]:

$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4\uparrow + 2H_2O \quad (2)$$

$$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 + 24HF + 4H^+ \rightarrow 4AlF_2^+ + 4SiF_4\uparrow + 18H_2O \quad (3)$$

Результаты и обсуждение

При реакции HF с силикатами и глинами образуются малорастворимые соединения — фторалюминаты и фторсиликаты щелочных и щёлочноземельных металлов, студенистый гель гидроксида кремния, гидроксид железа(III), — которые по мере нейтрализации кислоты (снижения pH) или при достижении критической концентрации выпадают в осадок [5, 6] и кольматируют поровое пространство, резко снижая продуктивность скважин. Образующийся по реакции (2) SiF_4 реагирует с HF (неэффективный расход кислоты) с образованием H_2SiF_6

(4), а SiF_6^{2-} гидролизуется (5) до коллоидного гидроксида кремния, выпадающего в нейтральной среде в виде геля:

$$SiF_4 + 2HF \rightarrow H_2SiF_6 \quad (4)$$

$$SiF_6^{2-} + 4H_2O \rightarrow Si(OH)_4\downarrow + 4HF + 2F^- \quad (5)$$

Одним из частых осадков является фторид алюминия [7] (6); кислоты H_2SiF_6 и H_3AlF_6 реагируют также с калий- и натрийсодержащими минералами и растворами их солей, образуя Na_2SiF_6, Na_3AlF_6 и аналогичные калиевые осадки; интенсивность выпадения растёт с концентрацией фторсодержащих кислот:

$$\text{Минерал} + 3HF \rightarrow AlF_3\downarrow + 3H^+ \quad (6)$$

Высокая карбонатность пластов также ограничивает применение HF: реакция кальцита с HF (7) сопровождается выпадением фторида кальция [7]. Его мелкозернистый осадок закупоривает пласт слабее алюмосиликатных; образования можно избежать предварительной промывкой HCl, но это не исключает вторичного осадкообразования. В фильтрационных испытаниях на кернах полимиктовых песчаников [8] составы с HF (10 % HCl + 3 % HF) в большинстве случаев снижали проницаемость, а 10 %-ный HCl — лишь в одном случае из шести.

$$CaCO_3 + 2HF \rightarrow CaF_2\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O \quad (7)$$

Общая проблема КО всех коллекторов — рыхлый нерастворимый осадок гидроксида железа; источники железа — минералы коллектора и продукты коррозии оборудования. Для предотвращения осадка нужно поддерживать pH ≤ 3 органическими кислотами (уксусной, лимонной, муравьиной); возможно и восстановление трёхвалентного железа до двухвалентного хлорным оловом или эриторбовой кислотой [9]. Осложняют обработку токсичность грязевой кислоты (первый класс опасности по ГОСТ 12.1.005) и её коррозионная активность. Борфтористоводородная кислота HBF_4 даёт борсиликаты, фиксирующие мелкие частицы на зёрнах породы, но полностью диссоциирует, а анион BF_4^- быстро гидролизуется до HF (тем быстрее, чем выше температура) с образованием геля кремниевой кислоты [10]. Азотная кислота не даёт вторичных осадков гидроксида железа, но менее реакционноспособна к карбонатам [6], более коррозионно активна, чем HCl, и, будучи сильным окислителем, вызывает коксование нефти и стабильные нефтекислотные эмульсии даже с лёгкой баженовской нефтью [11]. Асфальтены и смолы могут выпадать в осадок после контакта с кислотой, чему способствуют ионы Fe^{3+} и повышение температуры [7]; поскольку такие отложения не растворимы в кислоте, для их удаления целесообразны ПАВ [4] или ароматические растворители [12].

Для увеличения охвата обработкой снижают скорость реакции кислот с минералами, особенно при высоких температурах; составы пролонгированного действия здесь эффективнее традиционных. Для высокотемпературных скважин многие специалисты рекомендуют хелатные агенты [1, 3, 13] (глюконат натрия, тетранатриевые соли ЭДТА и N,N-диацетоглутамата): они связывают катионы металлов, предотвращают осадкообразование, слабо коррозионно активны и медленно реагируют с минералами. В испытаниях [13] состав на основе натриевой соли гидроксиэтилэтилендиаминтриуксусной кислоты повысил при 149 °C проницаемость керна с 24 % карбонатов в 25 раз. Оценить распространение кислоты в образце при условиях, близких к пластовым, позволяет рентгеновская 3D-томография [14]: на модели керна баженовской свиты после прокачки кислоты серым показан скелет породы, тёмным — зоны фильтрации, где виден значительный рост фильтрационного канала.

Заключение

Кислотная обработка терригенного коллектора — сложное технологическое мероприятие, для максимального эффекта которого нужен комплексный анализ факторов с обоснованием решений. Характер взаимодействия «традиционных» кислот с основными минералами показывает необходимость учёта минералогического состава объекта и его физических характеристик. Чтобы избежать описанных проблем, например несовместимости состава с пластовыми флюидами, следует учитывать свойства флюидов и научно обоснованно подбирать добавки, включая ПАВ. Современный лабораторный комплекс и обширный рынок

реагентов дают все возможности для качественной разработки кислотных составов; запланирован ряд исследований по подбору оптимальной технологии КО на добывающих скважинах Средне-Хулымского месторождения.

Список литературы

1. Цыганков В. А. Разработка кислотных составов для низкопроницаемых терригенных коллекторов с повышенным содержанием карбонатов: дис. … канд. техн. наук: 02.00.11. — Москва, 2011. — 162 с.
2. Литвин В. Т., Стрижнев К. В., Шевчук Т. Н., Рощин П. В. Кислотная обработка призабойной зоны пласта баженовской свиты после проведения гидроразрыва пласта // Нефтяное хозяйство. — 2018. — № 4. — С. 70–73.
3. Литвин В. Т. Обоснование технологии интенсификации притока нефти для коллекторов баженовской свиты с применением кислотной обработки: дис. … канд. техн. наук: 25.00.17. — Санкт-Петербург, 2016. — 131 с.
4. Хромых Л. Н., Литвин А. Т., Никитин А. В. Обзор существующих поверхностно-активных веществ для интенсификации добычи нефти // Ашировские чтения. — 2016. — Т. 2. — № 1-1 (8). — С. 30–35.
5. Кислотные обработки пластов и методики испытания кислотных составов: учеб. пособие для студентов вузов / М. А. Силин, Л. А. Магадова, В. А. Цыганков и др. — М.: РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2011. — 120 с.
6. Глущенко В. Н., Силин М. А. Нефтепромысловая химия: в 5 т. — Т. 4. Кислотная обработка скважин. — М.: Интерконтакт Наука, 2010. — 703 с.
7. Харламов К. Н., Андреев О. В., Киселев К. В. Изучение химизма взаимодействия кислотных растворов с горной породой низкопродуктивных залежей нефти // Известия вузов. Нефть и газ. — 2005. — № 1. — С. 19–24.
8. Исследования кислотных составов ЗАО НПФ «Бурсинтез-М», предназначенных для интенсификации добычи нефти / А. В. Кореняко, А. Н. Игнатов, В. В. Сергеев и др. // Нефтепромысловое дело. — 2014. — № 9. — С. 24–31.
9. Харисов Р. Я. и др. Комплексный подход к выбору оптимального кислотного состава для стимуляции скважин в карбонатных коллекторах // Нефтяное хозяйство. — 2011. — № 2. — С. 78–82.
10. Kunze K. R., Shaughnessy C. M. Acidizing sandstone formations with fluoboric acid // SPE Journal. — 1983. — Vol. 23. — № 1. — P. 65–72.
11. Фарманзаде А. Р., Литвин В. Т., Рощин П. В. Подбор основы кислотного состава и специальных добавок для обработки призабойной зоны пласта баженовской свиты // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. — № 3-4 (34). — С. 68–72.
12. Силин М. А., Магадова Л. А. и др. Проведение исследований глубинных проб из нагнетательных скважин с целью разработки составов и технологий для обработки призабойной зоны пласта // Нефтепромысловое дело. — 2013. — № 7. — С. 36–39.
13. Возможности интенсификации притока в высокотемпературных скважинах / Салах Аль-Харти, Оскар А. Бастос, Мэтью Сэмюэл и др. // Нефтегазовое обозрение. — 2008–2009. — Т. 20. — № 4. — С. 66–79.
14. Карпунин Н. А., Литвин В. Т. Применение рентгеновской компьютерной томографии для оценки степени повреждения пласта в лабораторных условиях // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. LII междунар. науч.-практ. конф. — № 3 (50). — Новосибирск: СибАК, 2017. — С. 62–69.

XO‘JAOBOD GAZNI YER OSTI SAQLASH INSHOOTI QUDUQLARINING MAQBUL TEXNOLOGIK ISH REJIMINI NAZORAT TIZIMLARI ASOSIDA ASOSLASH

Murodov Abdullaziz Ilhom o’g’li,[1] Maxmudov Nazirila Nasimxonovich. [1]
Axmedova Nargiza Alimdjanovna. [1]
[1]*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston*
e-mail: murodov_8600@mail.ru, nazirilla.maxmudov@mail.ru

Annotatsiya. *Maqolada Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshooti (GYOSI) Muyon qatlamining XIX–XXII gorizontlarida ishlayotgan quduqlarning gaz olish mavsumidagi texnologik ish rejimini asoslash masalasi ko‘rib chiqilgan.*

Statsionar filtratsiya rejimidagi gidrogazdinamik tadqiqotlar, bosim tiklanish egri chiziqlari (BTECH) va geofizik tadqiqotlar (GK, NGK, NNK) natijalari asosida quduq tubi zonasini buzmasdan maksimal debit olish imkonini beruvchi maqbul ish depressiyasi aniqlangan.

Quduqlarni mahsuldorlik va depressiyaga sezgirlik bo‘yicha uch guruhga ajratish hamda har bir guruh uchun individual nazorat tartibi taklif qilingan. Natijalar faol gaz hajmini yiliga 1,8 dan 2,0 mlrd m³ gacha oshirish va mahsuldorlikni 8–12% ga ko‘tarish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: *gazni yer osti saqlash inshooti, ish depressiyasi, shayba diametri, qum tiqini, gidrogazodinamik tadqiqotlar, monitoring tizimi.*

Аннотация. *В статье рассмотрен вопрос обоснования технологического режима эксплуатации скважин Ходжаабадского подземного хранилища газа (ПХГ), работающих на XIX–XXII горизонтах мионской свиты, в период отбора газа.*

По результатам газогидродинамических исследований на стационарных режимах фильтрации, кривых восстановления давления (КВД) и геофизических исследований (ГК, НГК, ННК) установлено, что оптимальная рабочая депрессия, обеспечивающая максимальный дебит без разрушения при забойной зоны. Предложено разделение скважин на три группы по продуктивности и чувствительности к депрессии и индивидуальный порядок контроля для каждой группы. Результаты позволяют увеличить объём активного газа с 1,8 до 2,0 млрд м³ в год и повысить продуктивность на 8–12%.

Ключевые слова: *подземное хранилище газа, рабочая депрессия, диаметр штуцера, песчаная пробка, газогидродинамические исследования, система мониторинга.*

Abstract. *The paper addresses the substantiation of the technological operating regime of wells at the Khojaabad underground gas storage (UGS) facility producing from the XIX–XXII horizons of the Muyon formation during the withdrawal season.*

Based on steady-state gas-hydrodynamic well tests, pressure build-up curves and well logging (GR, NGL, NNL), the optimal operating drawdown ensuring maximum flow rate without damaging the bottom hole zone was determined. A classification of wells into three groups by productivity and drawdown sensitivity, with an individual monitoring procedure for each group, is proposed. The results make it possible to increase the working gas volume from 1.8 to 2.0 bcm per year and raise productivity by 8–12%.

Keywords: *underground gas storage, operating drawdown, choke diameter, sand plug, gas-hydrodynamic well testing, monitoring system.*

Kirish

O‘zbekistonda tabiiy gaz iste’moli yaqqol mavsumiy xarakterga ega: qish oylarida talab keskin oshsa, yoz mavsumida sezilarli darajada kamayadi. Bu notekislikni bartaraf etishda gazni yer osti saqlash inshootlari asosiy rostlovchi bo‘g‘in hisoblanadi [3, 4]. Xo‘jaobod GYOSI Farg‘ona vodiysi iste’molchilarini gaz bilan barqaror ta’minlashda strategik ahamiyatga ega.

Inshoot Muyon qatlamining XIX–XXII gorizontlarida, 1970–2320 m chuqurlikda joylashgan. XIX gorizont gidrodinamik jihatdan eng barqaror sof gazli qatlam bo‘lsa, XX–XXII gorizontlar neftli hoshiyaga ega gaz qatlamlaridir. Faol fonddagi 72 ta quduqdan 45 tasi maxsus sharoitlarda ishlatiladi. Siklik ekspluatatsiya – har yili takrorlanadigan haydash va olish jarayonlari – quduq tubi zonasi va ekspluatatsion kolonnaga o‘zgaruvchan yuklama ta’sir etishiga olib keladi.

2019–2020-yillar qishki gaz olish mavsumida XX–XXII gorizontlarning 30 dan ortiq qudug‘ida ekspluatatsion kolonna qisilishi, filtr intervallarining qisman yopilishi va qum tiqini hosil bo‘lishi qayd etildi. Xususan, №828, 829, 831, 832, 836, 838, 840, 843, 852 va 853 quduqlarda qabul qiluvchanlik 30–60% gacha pasaydi. Ushbu holatlarning asosiy sabablari sifatida belgilangan chegaradan yuqori depressiyada ishlash va quduq tubi zonasining ifloslanishi ko‘rsatildi [6]. Shu sababli quduqlarning maqbul texnologik ish rejimini ilmiy asoslash va uni doimiy nazorat qilish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi – gidrogazdinamik va geofizik tadqiqotlar natijalari asosida Xo‘jaobod GYOSI quduqlari uchun maqbul ish depressiyasi va shayba diametrini aniqlash hamda ularni nazorat qilish tartibini ishlab chiqishdan iborat.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda Xo‘jaobod GYOSI quduqlarida o‘tkazilgan statsionar filtratsiya rejimidagi sinovlar, bosim tiklanish egri chiziqlari (BTECH), debitometriya hamda gamma-karotaj (GK), neytron-gamma karotaj (NGK) va neytron-neytron karotaj (NNK) ma’lumotlaridan foydalanildi. GK litologik ajratish uchun, NGK gaz va suvli intervallarni aniqlash uchun, NNK esa gaz to‘yinganlik koeffitsientini baholash uchun qo‘llanildi [5].

Statsionar rejimdagi sinov natijalari gaz qudug‘i oqimining ikki hadli tenglamasi orqali qayta ishlandi:

$$P_{qat}^2 - P_{tub}^2 = aQ + bQ^2 \quad (1)$$

bu yerda P_{qat} – qatlam bosimi, kgk/sm²; P_{tub} – quduq tubi bosimi, kgk/sm²; Q – quduq debiti, ming m³/sut; a va b – mos ravishda chiziqli va kvadratik filtratsion qarshilik koeffitsientlari. Koeffitsientlar bir necha rejimdagi o‘lchovlar bo‘yicha $(P_{qat}^2 - P_{tub}^2)/Q = f(Q)$ bog‘liqligini to‘g‘ri chiziq bilan approksimatsiya qilish orqali aniqlandi.

Ish depressiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P = P_{qat} - P_{tub} \quad (2)$$

Shayba orqali kritik oqim sharoitida quduq debiti shayba diametrining kvadratiga va shaybagacha bo‘lgan bosimga proporsional bo‘ladi:

$$Q = k\frac{d^2 P_1}{\sqrt{\rho_{nis} zT}} \quad (3)$$

bu yerda d – shayba diametri, mm; P_1 – shaybagacha bo‘lgan bosim; ρ_{nis} – gazning havoga nisbatan zichligi; z – gazning o‘ta siqiluvchanlik koeffitsienti; T – harorat, K; k – tajriba yo‘li bilan aniqlanadigan koeffitsient. (1)–(3) ifodalar birgalikda shayba diametri, depressiya va debit o‘rtasidagi bog‘liqlikni belgilaydi va har bir quduq uchun ruxsat etilgan chegaraviy rejimni tanlash imkonini beradi.

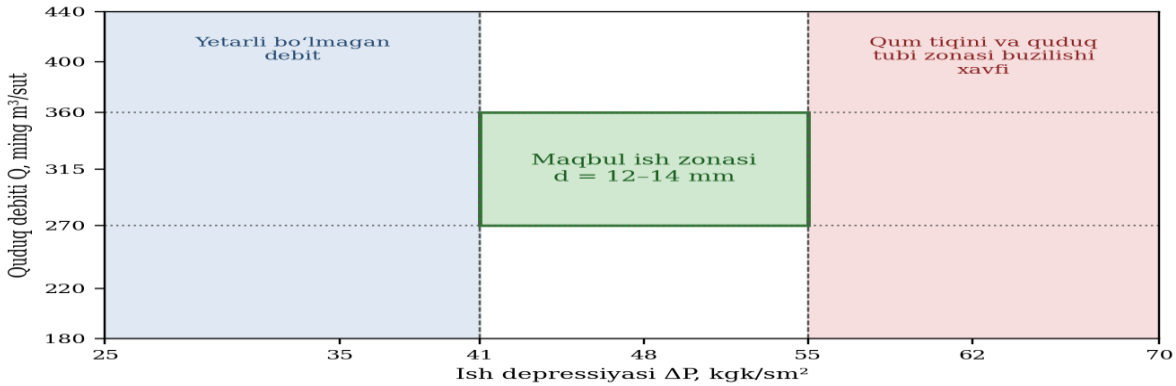
Gorizontlardagi gaz zaxiralari moddiy balans usuli bilan baholandi:

$$\frac{P}{z} = \frac{P_0}{z_0}\left(1 - \frac{Q_{ol}}{Q_{zax}}\right) \quad (4)$$

bu yerda P_0, z_0 – boshlang‘ich bosim va o‘ta siqiluvchanlik koeffitsienti; Q_{ol} – olingan gaz hajmi; Q_{zax} – boshlang‘ich gaz zaxirasi.

Natijalar va muhokama. NNK ma’lumotlari bo‘yicha gaz to‘yinganlik koeffitsienti XIX gorizontda o‘rtacha 56–57%, XX gorizontda taxminan 58%, XXI gorizontda 63–65% ni tashkil etdi; XXII gorizontda bu ko‘rsatkich pastroq. Demak, XXI gorizont eng istiqbolli hisoblanadi. Moddiy balans hisobiga ko‘ra, XIX gorizontdagi gaz zaxirasi 575 mln m³, XX–XXII gorizontlarda 603 mln m³ ni tashkil etadi; maksimal loyihaviy qatlam bosimi 250,0 kgk/sm² bo‘lganda inshootda jami 2346,3 mln m³ gaz saqlash mumkin.

Statsionar sinovlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, depressiya 41 kgk/sm² dan past bo‘lganda quduq debiti iste’molchilarning qishki talabini qondirish uchun yetarli bo‘lmaydi, 55 kgk/sm² dan oshganda esa quduq tubi zonasida filtratsion qarshilik keskin oshib, jins donachalarining ko‘chishi va qum tiqini hosil bo‘lish xavfi ortadi [1, 2]. 41–55 kgk/sm² oralig‘ida, 12–14 mm diametrli shayba bilan ishlaganda debit 270–360 ming m³/sut ni tashkil etadi va filtratsion qarshilik minimal darajada saqlanadi (1-rasm).



1-rasm. Xo‘jaobod GYOSI quduqlarining maqbul ish zonasi

Olingan natijalar asosida quduqlar mahsuldorlik va depressiyaga sezgirlik bo‘yicha uch guruhga ajratildi hamda har bir guruh uchun nazorat tartibi belgilandi (1-jadval).

1-jadval.

Quduqlarni guruhlash va nazorat tartibi

Guruh	Tavsifi	Ish rejimi va nazorat tartibi
1-guruh	Yuqori mahsuldor, barqaror ishlaydigan quduqlar (asosiy fond)	Depressiya 41–55 kgk/sm², shayba 12–14 mm; bosim va debitni rejali nazorat qilish
2-guruh	O‘rtacha mahsuldor, depressiyaga sezgir quduqlar	Depressiyani quyi chegaraga yaqin ushlab turish; bosim, debit va qum chiqishini kuchaytirilgan nazorat qilish
3-guruh	Past mahsuldor, quduq tubi zonasi ifloslangan quduqlar	Quduq tubi zonasini tozalash va kimyoviy ishlov berish; ishlovdan keyin BTECH asosida rejimni qayta tanlash

Suvlangan quduqlarda ustki statik bosim o‘lchovlari qatlam bosimini taxminan ikki barobar past ko‘rsatishi aniqlandi [3]. Shu bois qatlam bosimini chuqurlik manometrlari yordamida bevosita o‘lchash, shuningdek quduq tubi bosimi, harorat va gaz-suv kontakti holatini har 1–5 daqiqada qayd etuvchi avtomatlashtirilgan SCADA monitoring tizimini joriy etish tavsiya etiladi. Bunday tizim depressiya ruxsat etilgan chegaradan chiqqan zahoti operatorni ogohlantirish va shayba diametrini o‘z vaqtida o‘zgartirish imkonini beradi.

Taklif etilgan yondashuv Xo‘jaobod GYOSIda 2023-yil 21-sentabrdan boshlab joriy etilgan va “O‘ztransgaz” AJ tomonidan tasdiqlangan. Hisob-kitoblarga ko‘ra, u faol gaz hajmini yiliga 1,8 dan 2,0 mlrd m³ gacha oshirish, ekspluatatsiya xarajatlarini 10–15% ga qisqartirish va mahsuldorlikni 8–12% ga oshirish imkonini beradi.

Xulosa

1. Xo‘jaobod GYOSI XX–XXII gorizontlari quduqlaridagi asoratlar (kolonna qisilishi, filtr yopilishi, qum tiqini) asosan belgilangan chegaradan yuqori depressiyada ishlash va quduq tubi zonasining ifloslanishi bilan bog‘liq.

2. Gidrogazdinamik va geofizik tadqiqotlar asosida maqbul ish depressiyasi 41–55 kgk/sm², shayba diametri 12–14 mm ekanligi asoslandi; bunda quduq debiti 270–360 ming m³/sut ni tashkil etadi.

3. Quduqlarni uch guruhga ajratish va har bir guruh uchun individual nazorat tartibini qo‘llash, shuningdek chuqurlik manometrlari va SCADA tizimi asosida uzluksiz monitoring olib borish inshootning ishlatish samaradorligini oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Dai K., Liu T., Ren S., Liu Z., Zhang C., Lu J., Cai Y., Hu J. Prediction model for critical drawdown pressure under multicycle injection-production in underground gas storage based on

experiments // Discover Applied Sciences. — 2026. — Vol. 8. — Art. 369. — DOI: 10.1007/s42452-026-08416-4.

2. Zhang W., Zhao H., Wang T., Xue J., Tan Y., Tian S. Influence of Cyclic Loading Parameters on Sand-Production Characteristics and Particle-Size Distribution in Gas Storage // Processes. — 2026. — Vol. 14, № 3. — Art. 465. — DOI: 10.3390/pr14030465.

3. Муродов А.И. Значение пластового давления в разработке и эксплуатации подземных хранилищ газа // Universum: технические науки. — М., 2026. — № 1(142). — С. 10–15.

4. Махмудов Н.Н., Муродов А.И. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ишлатишдаги қатлам босимининг аҳамияти // «Углеводород қазиб чиқаришни кўпайтириш» халқаро илмий-техник анжумани материаллари. — Тошкент: ТДТУ, 2025. — Б. 246–252.

5. Хабибуллаев С.Ш., Муродов А.И. Газни ер ости сақлаш иншоотларини ишлатишдаги гидродинамик ва геофизик тадқиқотларнинг аҳамияти // Ўзбекистон нефт ва газ илмий-техника журнали. — Тошкент, 2024. — № 1. — Б. 26–33.

6. Muydinov M.M., Murodov A.I., Khabibullaev S.Sh., Abidov A.Sh. Methods of improving complex cleaning of sand plugs in Khodjaobad underground gas wells // Technical Science and Innovation. — Tashkent, 2021. — № 4(10). — P. 87–92. — DOI: 10.51346/tstu-01.21.4-77-0145.

ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ И МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДАХ

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**

[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан

Аннотация. *Рассмотрены современные методы предупреждения образования газовых гидратов в промысловых и магистральных газопроводах. Проанализированы роль воды, давления и температуры, осушка газа, теплоизоляция, подогрев и химическое ингибирование. Рассмотрены термодинамические ингибиторы (метанол и МЭГ), кинетические ингибиторы и антиагломеранты, а также цифровое моделирование и мониторинг режима трубопроводов.*

Ключевые слова: *газовые гидраты, газопровод, метанол, МЭГ, осушка, теплоизоляция, кинетический ингибитор, поток.*

Abstract. *This paper looks at modern ways to prevent gas hydrates from forming in production and main gas pipelines. It analyzes the roles of water, pressure, and temperature, as well as gas dehydration, insulation, heating, and chemical inhibition. Thermodynamic inhibitors (methanol and MEG), kinetic inhibitors, and anti-agglomerates are discussed, along with digital modeling and pipeline condition monitoring.*

Keywords*: gas hydrates, pipeline, methanol, MEG, dehydration, insulation, kinetic inhibitor, flow.*

Annotatsiya. *Zamonaviy usullar gaz quduqlari va magistral gaz quvurlarida gaz gidratlarining hosil bo‘lishini oldini olish bo‘yicha ko‘rib chiqildi. Suvning, bosim va haroratning roli, gazni quritish, issiq izolyatsiya, qizdirish va kimyoviy ingibitorlash tahlil qilindi. Termodinamik ingibitorlar (metanol va MEG), kinetik ingibitorlar va antiaglomerantlar, shuningdek, quvurlarni raqamli modellashtirish va monitoring qilish ko‘rib chiqildi.*

Kalit so‘zlar: *gaz gidratlari, gaz quvuri, metanol, MEG, quritish, issiq izolyatsiya, kinetik ingibitor, oqim.*

Введение. Газовые гидраты — кристаллические соединения воды и газа, способные образовываться при высоком давлении и сравнительно низкой температуре. Их появление в промысловых шлейфах и магистральных трубопроводах может привести к уменьшению проходного сечения, росту перепада давления и полной закупорке участка.

Базовая стратегия обеспечение потока заключается в исключении условий образования гидрата либо в изменении этих условий с помощью тепла, снижения давления, удаления воды или ингибиторов.

Материалы и методы. Методика включает термодинамическую оценку гидратного равновесия, тепловой расчёт трубопровода, определение степени осушки и подбор дозировки ингибитора. Для инженерной оценки используется:

$$\Delta T = T_{раб} - T_{гидр}$$

где, $T_{раб}$ - температура газа, $T_{гидр}$ - температура начала гидратообразования при заданных давлении и составе. При необходимости применяют материальный баланс ингибитора:

$$G_{инг} = w_{инг} \cdot G_{вод}$$

где, $G_{инг}$ - расход ингибитора; $w_{инг}$ - требуемая массовая доля; $G_{вод}$ - расход воды. Современные модели позволяют рассчитывать дозировку метанола и требования к изоляции трубопровода.

Результаты. Наиболее надёжная защита достигается комбинацией методов: осушка удаляет воду, теплоизоляция уменьшает тепло потери, подогрев поддерживает температуру выше гидратной, а ингибиторы расширяют безопасное рабочее окно. Метанол и МЭГ применяются как термодинамические ингибиторы.

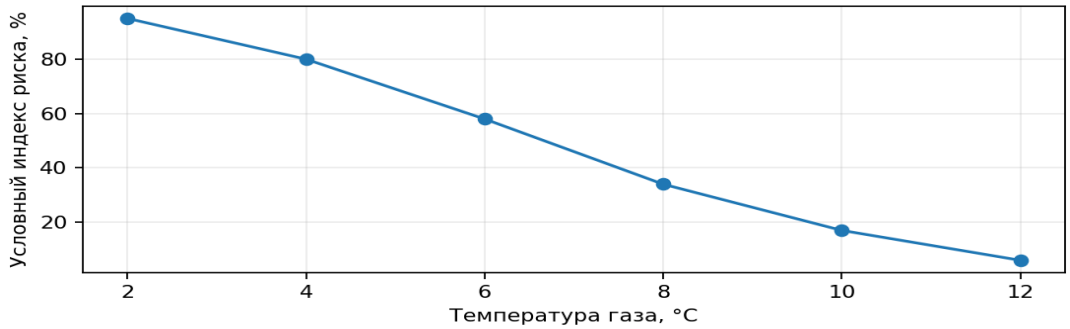


Рис.1.
Зависимость условного риска гидратообразования от температуры газа.

Таблица.1
Основные методы предупреждения гидратообразования.
(КНИ и антиагломеранты относятся к низко дозированным технологиям)

Метод	**Механизм**	**Преимущество**	**Ограничение**
Осушка	Удаление воды	Снижение риска	Энергоёмкость
Теплоизоляция	Снижение теплопотерь	Пассивная защита	Не удаляет воду
Подогрев	Повышение Т	Эффективен при охлаждении	Расход энергии
Метанол/МЭГ	Снижение Тгидр	Проверенная технология	Расход химиката
КНИ	Замедление роста кристаллов	Низкие дозировки	Нужен подбор
Антиагломерант	Предотвращение слипания	Контроль пробок	Зависит от жидкой фазы

Обсуждение. Осушка является фундаментальной мерой для магистральных систем: снижение содержания воды уменьшает вероятность свободной воды и образования гидратов, одновременно снижая риск коррозии.

Для промышленной подготовки применяются установки с три этиленгликолем, и точка росы воды выбирается относительно минимальной температуры трубопровода.

Тепловая стратегия включает изоляцию, заглубление и активный подогрев. Расчёт теплопередачи позволяет определить необходимую толщину изоляции и участки, где требуется подогрев.

Химическая стратегия включает метанол, МЭГ и низкодозированные ингибиторы. KHI воздействуют на зарождение и рост кристаллов, а антиагломеранты препятствуют их слипанию в крупные массы.

В опубликованном SLB промысловом кейсе переход с 4000 л/сут метанола на оптимизированную подачу 700 л/сут кинетического ингибитора сопровождался снижением расхода химиката более чем на 80% и операционных затрат более чем на 50%. Это результат конкретного объекта и не является универсальной нормой.

Таблица.2
Комплексная система управления риском гидратообразования

Участок	Комплекс мер	Контроль
Промысловый шлейф	Осушка + изоляция + ингибитор	T, P, вода, ΔP
Компрессорная станция	Контроль точки росы + сепарация	T_{dew}, P, ΔP
Магистраль	Осушка + тепловой расчёт + мониторинг	T по трассе, P, расход
Останов/пуск	Расчёт охлаждения + регламент пуска	T, P, время до безопасного режима

Заключение. Предупреждение гидратообразования требует комплексного управления риском. Рациональная последовательность включает определение гидратной кривой, удаление воды, тепловой расчёт, выбор изоляции и при необходимости дозирование ингибитора. Для сложных систем целесообразны динамическое моделирование и онлайн-контроль давления, температуры и расхода.

Перспективными направлениями являются низкодозированные кинетические ингибиторы, автоматизированное управление дозированием, цифровые модели flow assurance и прогнозирование гидратообразования в реальном времени.

Литература:

[1] SLB. PIPESIM Technical Description: hydrate mitigation by thermal insulation and chemical inhibition.

[2] SLB. PIPESIM Flow Assurance Modeling: hydrate prediction, methanol dosing, insulation and burial-depth calculations.

[3] SLB. Hydrate Management: kinetic hydrate inhibitors and antiagglomerants.

[4] SLB. Glycol Dehydration Systems: dehydration for hydrate and corrosion prevention.

[5] OnePetro. Hydrates: thermodynamic conditions and prevention.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**
[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com
[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан

Аннотация. *В статье рассмотрены современные технологии переработки технических газов нефтегазовой промышленности, включая кислые газы, содержащие H_2S и CO_2, а также газовые потоки, образующиеся при стабилизации нефти и регенерации растворителей. Проанализированы аминовая абсорбция, мембранное разделение, гибридные мембранно-абсорбционные схемы, осушка, получение элементарной серы по процессу Клауса и очистка хвостовых газов. Рассмотрены направления повышения энергоэффективности, снижения выбросов и цифровой оптимизации.*

Ключевые слова*: технический газ, кислый газ, H_2S, CO_2, аминовая очистка, мембрана, процесс Клауса, сера, осушка, газопереработка.*

Annotatsiya. *Maqolada neft-gaz sanoatidagi texnik gazlarni qayta ishlashning zamonaviy texnologiyalari ko‘rib chiqilgan, jumladan H_2S va CO_2 ni o‘z ichiga olgan kislotali gazlar, shuningdek yog‘ni barqarorlashtirish va erituvchilarni regeneratsiya qilish jarayonida hosil bo‘ladigan gaz oqimlari. Amin qabul qilish, membranali ajratish, gibrid membrana-absorbsion sxemalar, quritish, Klaus jarayoniga ko‘ra elementar oltingugurt hosil qilish va quyi gazlarni tozalash analiz qilingan. Energiya samaradorligini oshirish, chiqindilarni kamaytirish va raqamli optimizatsiya yo‘nalishlari ko‘rib chiqilgan.*

Kalit so‘zlar: *texnik gaz, kislotali gaz, H_2S, CO_2, amin tozalash, membrana, Klaus jarayoni, oltingugurt, quritish, gazni qayta ishlash.*

Abstract. *The article looks at modern technologies for processing industrial gases in the oil and gas industry, including acid gases containing H_2S and CO_2, as well as gas streams formed during oil stabilization and solvent regeneration. It analyzes amine absorption, membrane separation, hybrid membrane-absorption schemes, dehydration, production of elemental sulfur via the Claus process, and tail gas treatment. The article also covers ways to improve energy efficiency, reduce emissions, and optimize processes digitally.*

Keywords: *industrial gas, acid gas, H_2S, CO_2, amine treatment, membrane, Claus process, sulfur, dehydration, gas processing.*

Введение. Под техническими газами в нефтегазовой промышленности целесообразно понимать технологические газовые потоки, требующие очистки, разделения или переработки перед повторным использованием, утилизацией либо получением товарных продуктов. Наиболее сложными являются кислые газы с H_2S и CO_2. H_2S токсичен и коррозионно-опасен, а CO_2 снижает теплотворную способность и при наличии воды способствует коррозии. Поэтому современные установки должны одновременно обеспечивать качество газа, безопасность и высокую степень извлечения ценных компонентов. Традиционной технологией удаления кислых компонентов остаётся абсорбция растворами алканоламинов. Однако регенерация растворителя требует значительных энергетических затрат. Мембранные установки позволяют осуществлять компактное разделение и могут применяться как самостоятельная или предварительная ступень перед аминовой очисткой. Исследования показывают, что гибридная схема способна использовать преимущества обеих технологий.

Материалы и методы. Исследование основано на сравнительном анализе технологий переработки кислых и технологических газов, инженерных материальных балансах и оценке эффективности разделения. Для степени удаления компонента используется:

$$\eta = (C_{вх} - C_{вых}) / C_{вх} \cdot 100\ \%$$

где, η — степень удаления компонента; $C_{вх}$ и $C_{вых}$ — концентрации компонента до и после установки. Материальный баланс компонента выражается:

$$G_{вх} \cdot y_{вх} = G_{вых} \cdot y_{вых} + G_{уд}$$

где G — массовый расход газа, y — массовая доля компонента, $G_{уд}$ — поток удалённого компонента. Для мембранного разделения используется упрощённая зависимость потока через мембрану:

$$J = P/l \cdot \Delta p$$

где, J - поток через мембрану; P - проницаемость; l - толщина селективного слоя; Δp - движущая сила давления. При проектировании учитываются селективность, давление, состав газа и допустимые потери углеводородов. Современные исследования рассматривают гибридные мембранно-аминовые схемы именно как средство снижения нагрузки на аминовую установку.

Результаты. Анализ показывает, что выбор технологии определяется концентрацией H_2S и CO_2, расходом газа, требуемым качеством товарного газа, давлением, температурой, соотношением H_2S/CO_2 и необходимостью извлечения серы. Для больших потоков кислого газа эффективной является интеграция предварительного мембранного удаления с последующей тонкой аминовой очисткой.

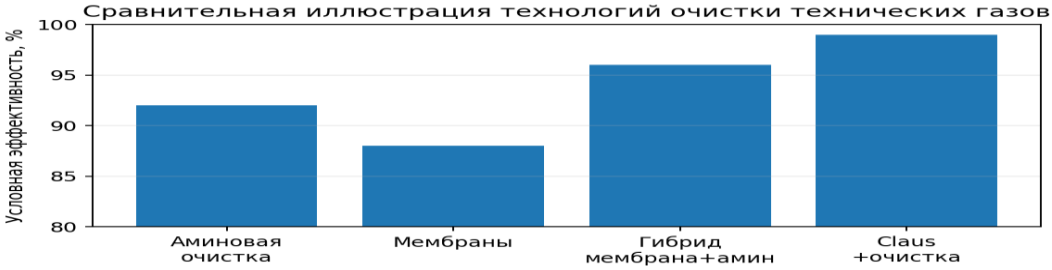


Рис.1

Сравнительный анализ эффективности различных технологических подходов

После аминовой очистки образуется кислый газ, содержащий преимущественно H_2S и CO_2. При достаточной концентрации H_2S он может направляться на установку получения серы по процессу Клауса.

Процесс включает термическую стадию, каталитическое превращение и конденсацию серы. Для повышения общей степени извлечения серы применяются установки очистки хвостового газа.

Таблица.1

Сравнение основных технологий переработки технических газов

Технология	Основное назначение	Преимущества	Ограничения
Аминовая абсорбция	Удаление H_2S/CO_2	Высокая степень очистки	Расход энергии на регенерацию
Мембранное разделение	Предварительное/ селективное удаление	Компактность, отсутствие регенерационного пара	Потери CH_4 и зависимость от давления
Гибридная схема	Мембрана + амин	Снижение нагрузки на абсорбер	Более сложная интеграция
Claus	Получение элементарной серы	Утилизация H_2S как продукта	Нужна очистка хвостового газа
Осушка	Удаление воды	Защита трубопроводов и оборудования	Расход энергии/сорбента

Для Узбекистана практический интерес представляет модернизация действующих серных установок. Опубликованный в 2024 году материал по Мубарекскому газоперерабатывающему заводу описывает модернизацию установки Клауса, включая

совершенствование сероулавливающего оборудования, обогащение воздуха кислородом и применение нового типа катализатора; сообщается о росте выпуска элементарной серы и снижении нагрузки на оборудование.

Обсуждение. Перспективным направлением являются мембранные технологии обогащения кислого газа по H_2S. Исследование 2025 года рассмотрело двухступенчатую мембранную схему и показало возможность достижения 97–99% извлечения H_2S при определённых характеристиках мембраны; результаты относятся к конкретной модельной системе и требуют технико-экономической адаптации к реальному сырью.

Дополнительный эффект даёт цифровизация: онлайн-анализ состава, автоматическое управление циркуляцией амина, контроль перепада давления, прогнозирование деградации растворителя и оптимизация печей и реакторов сероулавливания. Для снижения энергозатрат целесообразна интеграция тепла между регенератором амина, теплообменниками и другими горячими потоками.

Таблица.2

Перспективные направления совершенствования переработки технических газов

Направление	**Технологическое решение**	**Контролируемый эффект**
Очистка	MDEA/DEA + оптимизация регенерации	H_2S/CO_2 в товарном газе
Разделение	Мембраны и гибридные схемы	Нагрузка аминовой установки
Сера	Claus + tail-gas treatment	Извлечение H_2S и выбросы
Энергоэффективность	Теплообмен и оптимизация регенератора	Расход пара/топлива
Цифровизация	Онлайн-анализ и APC	Стабильность качества

Заключение. Современная переработка технических газов развивается от отдельных операций очистки к интегрированным схемам, объединяющим абсорбцию, мембранное разделение, осушку и сероулавливание. Аминовая технология сохраняет важную роль как надёжный метод глубокой очистки, однако её энергетические затраты создают предпосылки для предварительного мембранного удаления кислых компонентов и гибридных схем.

Для предприятий нефтегазовой промышленности перспективны модернизация установок Клауса, повышение эффективности очистки хвостового газа, применение селективных мембран, снижение потерь углеводородов и цифровое управление процессами. Комплексный подход позволяет одновременно повышать качество товарного газа, извлечение серы, энергоэффективность и экологическую безопасность.

Литература:

[1] Rezakazemi M., Heydari I., Zhang Z. Hybrid systems: Combining membrane and absorption technologies for acid gas removal. Journal of CO_2 Utilization, 2017.

[2] Membranes for acid gas enrichment: A techno-economic analysis. Journal of Membrane Science, 2025.

[3] Medhat A. et al. Process simulation, optimization, and cost analysis of a sulfur recovery unit using modified Claus technology, 2024.

[4] Eow J.S. Recovery of sulfur from sour acid gas: A review of the technology. Environmental Progress.

[5] Увеличение эффективности установки производства элементарной серы на Мубарекском ГПЗ, 2024.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УЗБЕКИСТАНА

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**
[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com
[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан

Аннотация. *В статье рассмотрены современное состояние, основные технологические и геолого-промысловые проблемы добычи природного газа на месторождениях Узбекистана, а также направления повышения эффективности разработки. Проанализирована официальная динамика добычи за 2019–2024 гг.; показано значение зрелых месторождений, поддержания пластового давления, подготовки газа и снижения потерь. Обоснованы перспективы применения цифрового мониторинга, интенсификации добычи, повышения коэффициента извлечения и комплексной переработки сырья.*

Ключевые слова: *природный газ, месторождение, газовая скважина, пластовое давление, газоконденсат, интенсификация, коэффициент извлечения.*

Annotatsiya*. Maqolada O‘zbekistondagi tabiiy gaz konlarida gaz ishlab chiqarishning zamonaviy holati, asosiy texnologik va geologik-ishlab chiqarish muammolari hamda samaradorlikni oshirish yo‘nalishlari ko‘rib chiqilgan. 2019–2024 yillarda rasmiy ishlab chiqarish dinamikasi tahlil qilingan; yetilgan konlarning ahamiyati, qatlam bosimini saqlash, gazni tayyorlash va yo‘qotishlarni kamaytirish ko‘rsatilgan. Raqamli monitoringni qo‘llash, ishlab chiqarishni intensivlashtirish, olish koeffitsientini oshirish va xom ashyoni komplekt qayta ishlash istiqbollari asoslangan.*

Kalit so‘zlar: *tabiiy gaz, kon, gaz qudugi, qatlam bosimi, gaz-kondensat, intensivlashtirish, olish koeffitsienti.*

Abstract. *The article looks at the current state, main technological and geological-production problems of natural gas extraction at fields in Uzbekistan, as well as ways to improve development efficiency. It analyzes official production trends from 2019 to 2024; highlights the importance of mature fields, maintaining reservoir pressure, gas processing, and reducing losses. The prospects for using digital monitoring, boosting production, improving recovery rates, and integrated raw material processing are also discussed.*

Keywords: *natural gas, field, gas well, reservoir pressure, gas condensate, production intensification, recovery rate.*

Введение. Природный газ является одним из ключевых компонентов топливно-энергетического комплекса Узбекистана. Газовая отрасль обеспечивает энергетику, коммунальный сектор и сырьевую базу для химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности. Одновременно зрелость ряда месторождений, падение пластового давления и рост требований к эффективности разработки повышают роль технологического совершенствования.

По данным Национального комитета по статистике, добыча природного газа в стране составила 60 711,9 млн м³ в 2019 г., 49 768,2 млн м³ в 2020 г. и 41 523,7 млн м³ в 2024 г. Таким образом, за 2019–2024 гг. показатель снизился примерно на 31,6 %.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе открытых данных Национального комитета по статистике Республики Узбекистан и инженерного анализа типичных факторов, влияющих на продуктивность газовых скважин.

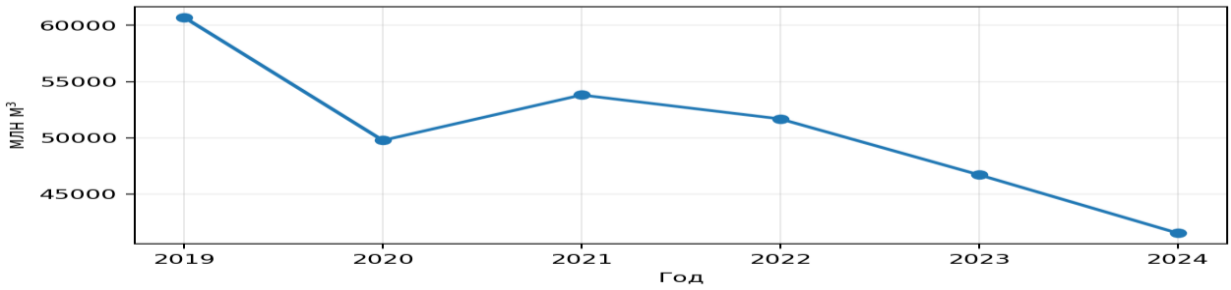


Рис.1

Динамика добычи природного газа в Узбекистане в 2019–2024 гг. по данным официальной статистики.

Использованы методы сравнительного анализа временного ряда, расчёт относительного изменения добычи и обобщение промысловых технологических решений.

Для оценки изменения добычи использована зависимость:

$$\Delta Q = ((Q_2 - Q_1) / Q_1) \cdot 100\ \%,$$

где, Q_1 - начальный объём добычи, Q_2 - конечный объём добычи. Для газовой скважины также применяется продуктивностная зависимость в упрощённой форме:

$$Q = C \cdot (p_{пл} - p_{заб})^n,$$

где, Q - дебит газа; C - коэффициент продуктивности; $p_{пл}$ и $p_{заб}$ — пластовое и забойное давления; n - показатель фильтрационных свойств пласта.

Результаты. Анализ показывает устойчивое снижение национального объёма добычи после 2018–2019 гг. при отдельных годах частичного восстановления. В 2024 г. добыча составила 41 523,7 млн м³. При этом официальная статистика также показывает, что потребление природного газа в 2024 г. составило 47 057,4 млн м³, а в 2025 г. — 46 965,1 млн м³. Это подчёркивает необходимость сочетания роста эффективности добычи с рациональным управлением внутренним спросом и инфраструктурой.

Таблица.1

Динамика добычи природного газа в Узбекистане

(Расчёт изменений выполнен по данным официальной статистики)

Год	Добыча, млн м³	Изменение к пред. году, %	Характеристика
2019	60 711,9	—	Высокий уровень
2020	49 768,2	−18,0	Резкое снижение
2021	53 802,0	+8,1	Частичное восстановление
2022	51 678,4	−3,9	Снижение
2023	46 710,4	−9,6	Снижение
2024	41 523,7	−11,1	Минимум периода

Основные проблемы добычи:

1) Геолого-промысловые осложнения: истощение отдельных продуктивных горизонтов, неоднородность коллекторов, обводнение и снижение пластового давления.

2) Техническое состояние фонда скважин: рост гидравлических сопротивлений, необходимость капитального ремонта, оптимизации забойного оборудования и систем сбора.

3) Подготовка и транспортировка: наличие воды, конденсата и механических примесей требует эффективной сепарации, осушки и контроля качества газа.

4) Экономические и экологические факторы: капиталоёмкость новых проектов, энергоёмкость компримирования, необходимость снижения технологических потерь и выбросов метана.

Обсуждение. Перспективы добычи связаны не только с вводом новых запасов, но и с повышением конечной газоотдачи действующих месторождений. На зрелых объектах целесообразны поэтапная оптимизация режима скважин, повторные исследования пластов, интенсификация притока и применение методов управления пластовым давлением. Для газоконденсатных объектов особое значение имеют контроль ретроградной конденсации и оптимизация давления сепарации.

Практический эффект может быть получен за счёт цифровых моделей месторождений, автоматизированного контроля дебита и давления, диагностики оборудования, интеллектуального управления компрессорными станциями и обнаружения утечек. Важным направлением остаётся повышение глубины переработки газа и использование побочных компонентов в качестве сырья для газохимии.

Таблица.2

Перспективные направления повышения эффективности добычи

Направление	**Ожидаемый технологический эффект**	**Приоритетные меры**
Интенсификация скважин	Рост текущего дебита	Кислотные обработки, ГРП по показаниям, оптимизация забойного режима
Управление пластом	Стабилизация добычи	Гидродинамические исследования, моделирование, контроль давления
Подготовка газа	Снижение потерь и повышение качества	Сепарация, осушка, удаление примесей
Цифровизация	Сокращение простоев и потерь	Онлайн-мониторинг, цифровые двойники, предиктивная диагностика
Экология	Снижение выбросов и расхода энергии	Контроль метана, утилизация факельного газа, энергоэффективность

Заключение. Добыча природного газа в Узбекистане в последние годы характеризуется снижением: официальный показатель уменьшился с 60,7 млрд м³ в 2019 г. до 41,5 млрд м³ в 2024 г. Основными вызовами являются истощение и усложнение разработки части месторождений, снижение пластового давления, техническое состояние фонда скважин и необходимость повышения эффективности подготовки и транспорта газа.

Перспективы отрасли определяются комплексным использованием геолого-технических мероприятий, цифровых технологий, современных методов интенсификации, оптимизации систем сбора и подготовки, а также развитием глубокой переработки газа. Наиболее устойчивый результат может быть достигнут при одновременном повышении коэффициента извлечения, снижении технологических потерь и улучшении экологических показателей.

Литература:

[1] Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике. SIAT: Объём добычи природного газа, 2010–2024 гг.

[2] Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике. SIAT: Объём потребления природного газа, 2010–2025 гг.

[3] Официальные статистические материалы Республики Узбекистан по промышленности и энергетике.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОВЫХ СЕПАРАТОРОВ НА ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТАХ

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**
[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com
[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики,
Карши, 180100, Узбекистан

Аннотация. *Рассмотрены технологические факторы, определяющие эффективность газожидкостной сепарации на промысловых объектах. Проанализированы влияние скорости газа, входного устройства, времени пребывания, уноса жидкости и состояния каплеуловителя. Приведены расчётные зависимости Саудерс-Браун и закона Стокса, а также практические направления повышения эффективности: оптимизация гидродинамического режима, модернизация внутренних устройств, контроль уровня и давления, очистка и диагностика каплеуловителей и CFD-моделирование.*

Ключевые слова: *газовый сепаратор, газожидкостная сепарация, каплеуловитель, Саудерс-Браун, закон Стокса, унос жидкости, промысловый объект.*

Annotatsiya*. Loyihaviy ob'ektlarda gaz-suyuqlik ajratish samaradorligini belgilovchi texnologik omillar ko'rib chiqilgan. Gaz tezligi, kirish qurilmasi, saqlanish vaqti, suyuqlikni olib chiqish va tomchi ushlagichning holatining ta'siri tahlil qilingan. Sauders–Braun hisoblash bog'lanmalari va Stoks qonuni keltirilgan, shuningdek samaradorlikni oshirishning amaliy yo'nalishlari: gidrodinamik rejimni optimallashtirish, ichki qurilmalarni modernizatsiya qilish, daraja va bosimni nazorat qilish, tomchi ushlagichlarni tozalash va diagnostika qilish hamda CFD-modellashtirish.*

Kalit so'zlar: *gaz separator, gaz-suyuqlik ajratish, tomchi ushlagich, Sauders–Braun, Stoks qonuni, suyuqlikni olib chiqish, loyihaviy ob'ekt.*

Abstract. *The technological factors that determine the efficiency of gas-liquid separation at field facilities are considered. The effects of gas velocity, inlet device, residence time, liquid carryover, and mist eliminator condition are analyzed. Calculation dependencies of Souders–Brown and Stokes' law are given, as well as practical ways to improve efficiency: optimizing the hydrodynamic regime, upgrading internal devices, monitoring level and pressure, cleaning and diagnosing mist eliminators, and CFD modeling.*

Keywords: *gas separator, gas-liquid separation, mist eliminator, Souders–Brown, Stokes' law, liquid carryover, field facility.*

Введение. Газовые сепараторы являются важным элементом систем сбора и подготовки продукции скважин. Их задача заключается в разделении газа и жидкости, снижении уноса капель в газовую линию и обеспечении устойчивой работы последующего оборудования. Конструкция включает входное устройство, газовую зону гравитационного разделения, каплеуловитель и жидкостную часть.

Недостаточная эффективность приводит к уносу жидкости, загрязнению трубопроводов, повышению нагрузки на компрессоры и риску гидравлических ударов. При увеличении скорости газа возрастает вероятность повторного уноса отделившихся капель.

Материалы и методы. Для предварительного подбора диаметра и проверки режима используется уравнение Souders–Brown:

$$\mathbf{V_{max} = K_s \cdot \sqrt{[(\rho_L - \rho_G) / \rho_G]}}$$

где, V_{max} - допустимая поверхностная скорость газа; K_s — коэффициент сепарации; ρ_L и ρ_G — плотности жидкости и газа. Метод K_s широко применяется для предварительного расчёта газожидкостных сепараторов.

Для оценки осаждения мелких капель в области малых чисел Рейнольдса используется закон Стокса:

$$\mathbf{Vt = g \cdot d^2(\rho_L - \rho_G) / (18\mu_G)}$$

Для промежуточных и высоких чисел Рейнольдса необходимо учитывать коэффициент сопротивления Cd и соответствующий режим осаждения.

Упрощённая оценка диаметра аппарата: $D = \sqrt{(4Qg/(\pi Vmax))}$, где Qg — объёмный расход газа при рабочих условиях.

Результаты. Эффективность определяется скоростью газа, распределением потока после входного устройства, размером капель, плотностями фаз, вязкостью газа, геометрией аппарата и состоянием каплеуловителя. Современный подход учитывает распределение размеров капель и профиль скоростей.

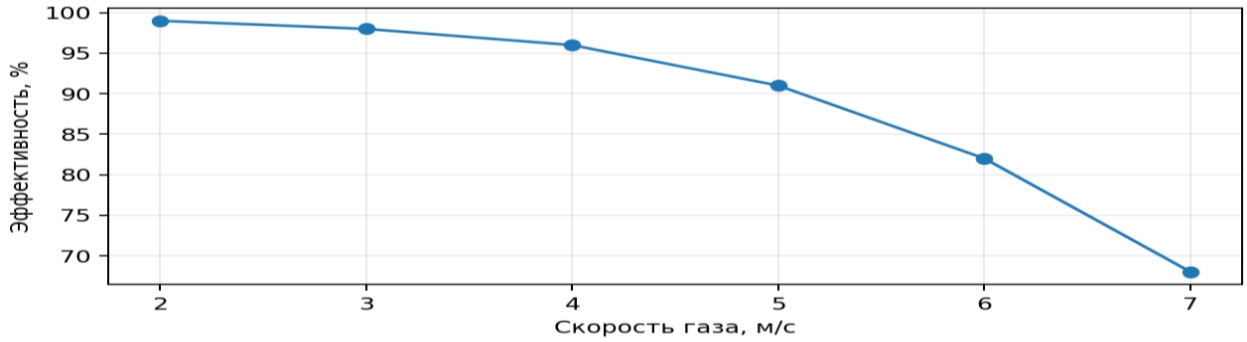


Рис.1. Зависимость эффективности сепарации от скорости газа.

Таблица 1 — Основные факторы снижения эффективности и методы их устранения

Фактор	Проблема	Мероприятие	Результат
Высокая скорость	Унос капель	Снижение нагрузки/увеличение сечения	Меньше перенос
Плохое распределение	Неравномерная загрузка	Оптимизация устройство впуска	Равномерный профиль
Загрязнение сетчатая подушка	Рост ΔP	Очистка/замена	Восстановление работы
Колебания уровня	Захлёбывание	Автоматическое регулирование	Стабильность
Мелкие капли	Проход через аппарат	Лопасть/сетка/циклон	Лучшее улавливание

Обсуждение. Входное устройство снижает импульс двухфазного потока, уменьшает дробление жидкости и формирует более равномерный профиль скоростей. При повышенной входной скорости увеличиваются нагрузка на каплеуловитель и количество мелких капель.

Каплеуловители бывают сетчатыми, лопаточными и циклонными. Для mesh- и vane-элементов важен механизм инерционного соударения капель; превышение расчётной нагрузки может снижать эффективность.

Для сложных промысловых режимов целесообразно применять CFD-моделирование для выявления зон рециркуляции и неравномерного распределения скорости.

Таблица 2 — Практические меры повышения эффективности

Направление	Решение	Показатель
Гидродинамика	Перерасчёт диаметра и устройство впуска	Vg, ρV^2, ΔP
Каплеуловитель	Выбор Лопасть/сетка/циклон	Перенос, ΔP
Автоматизация	Контроль P и уровня	P, L, расход
Диагностика	Контроль ΔP и состояния внутренности	ΔP

Моделирование	CFD-анализ	Профиль скорости

Заключение

Повышение эффективности газовых сепараторов является комплексной задачей: необходимо правильно выбирать размеры аппарата, поддерживать рациональную скорость газа, обеспечивать эффективное входное устройство, исправность каплеуловителя и стабильное автоматическое регулирование. Одного увеличения времени пребывания недостаточно — следует учитывать распределение капель и реальные гидродинамические условия.

На промысловых объектах целесообразны регулярная диагностика, контроль перепада давления на каплеуловителях, очистка внутренних устройств, оптимизация уровня жидкости и давления, а также расчётное моделирование при реконструкции.

Литература:

[1] SPE Journal of Petroleum Technology. Gas/Liquid Separators: Quantifying Separation Performance — Part 1.

[2] SPE Journal of Petroleum Technology. Gas/Liquids Separators — Part 2.

[3] SPE Journal of Petroleum Technology. Gas/Liquids Separators — Part 3.

[4] SPE. A Savvy Separator Library: API RP 12J и GPSA Engineering Data Book.

QUDUQLARNI BURG‘ULASHDA GIL ERITMALARINING XOSSALARINI BOSHQARISH

Abdiyev Sarvar Tursunovich[1], Bozorov Jurabek Turonovich[2]

[1]Katta o‘qituvchi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston

[2]Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston.

e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы контроля основных технологических свойств глинистых растворов, используемых при бурении нефтегазовых скважин. Анализируется влияние таких показателей, как плотность, вязкость, фильтрация, водоотделение, прочность геля и pH, на забойное давление, транспортировку бурового раствора, устойчивость стенок скважины и эффективность бурения. Для практического управления предлагается последовательность лабораторного контроля, подбора химических реагентов и оперативной коррекции параметров.*

Ключевые слова*: глинистый раствор, бурение, плотность, вязкость, фильтрация, pH, прочность геля, устойчивость скважины.*

Annotatsiya. Maqolada neft va gaz quduqlarini burg‘ulash jarayonida qo‘llaniladigan gil eritmalarining asosiy texnologik xossalarini boshqarish masalalari ko‘rib chiqiladi. Zichlik, qovushqoqlik, filtratsiya, suv ajralishi, gel mustahkamligi va pH kabi ko‘rsatkichlarning quduq tubi bosimi, burg‘ilash shlami tashilishi, quduq devori barqarorligi va burg‘ulash samaradorligiga ta’siri tahlil qilinadi. Amaliy boshqaruv uchun laboratoriya nazorati, kimyoviy reagentlarni tanlash va parametrlarni operativ tuzatish ketma-ketligi taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: *gil eritmasi, burg‘ulash, zichlik, qovushqoqlik, filtratsiya, pH, gel mustahkamligi, quduq barqarorligi.*

Abstract. *This article examines issues related to managing the key technological properties of clay-based drilling fluids used in the drilling of oil and gas wells. It analyzes the impact of parameters such as density, viscosity, filtration, water loss, gel strength, and pH on bottom-hole pressure, cuttings transport, wellbore stability, and drilling efficiency. A sequence of actions - comprising laboratory monitoring, the selection of chemical reagents, and the real-time adjustment of parameters - is proposed for practical management.*

Keywords: *clay-based drilling fluid, drilling, density, viscosity, filtration, pH, gel strength, wellbore stability.*

Kirish

Burg‘ulash eritmasi quduq qurilishining muhim texnologik tizimidir. U burg‘ulash asbobini sovitish va moylash, tog‘ jinslarini maydalash mahsulotlarini yer yuzasiga olib chiqish, qatlam bosimini muvozanatlash hamda quduq devorini barqarorlashtirish vazifalarini bajaradi. Shu sababli eritma xossalarining me’yoridan chetga chiqishi mexanik burg‘ulash tezligining pasayishi, shlamning quduqda to‘planishi, filtrat yo‘qotilishi, quduq devorining yemirilishi yoki qatlamga ortiqcha bosim berilishiga olib kelishi mumkin.

Maqolada gil eritmalarining asosiy parametrlarini o‘lchash va ularni burg‘ulash sharoitiga mos ravishda boshqarishning amaliy yondashuvi tizimlashtirib berilgan.

Tadqiqot vazifalari: (1) nazorat qilinadigan xossalarni ajratish; (2) ularning texnologik ahamiyatini baholash; (3) asosiy hisoblash formulalarini keltirish; (4) parametrlar o‘zgarishini grafik va jadval yordamida ko‘rsatish.

Tahlil va tavsiyalar. Tahlilda suv asosidagi gil eritmasi uchun amaliy burg‘ulash nazoratida keng qo‘llanadigan ko‘rsatkichlar tanlandi. Zichlik areometr yoki mud balance bilan, qovushqoqlik Marsh voronkasi yoki reometr yordamida, filtratsiya esa standart filtr-press sinovi orqali baholanadi. pH indikator yoki elektron pH-metr bilan aniqlanadi. Gel mustahkamligi qisqa va uzoq dam olishdan keyingi strukturaviy mustahkamlikni ifodalaydi. Asosiy hisoblash formulalari:

Zichlik: $\rho = m/V$, bu yerda ρ — eritma zichligi, m — eritma massasi, V — hajm.

Gidrostatik bosim: $P_h = \rho g H$, bu yerda P_h — gidrostatik bosim, ρ — eritma, zichligi, g — erkin tushish tezlanishi, H — eritma ustuni balandligi.

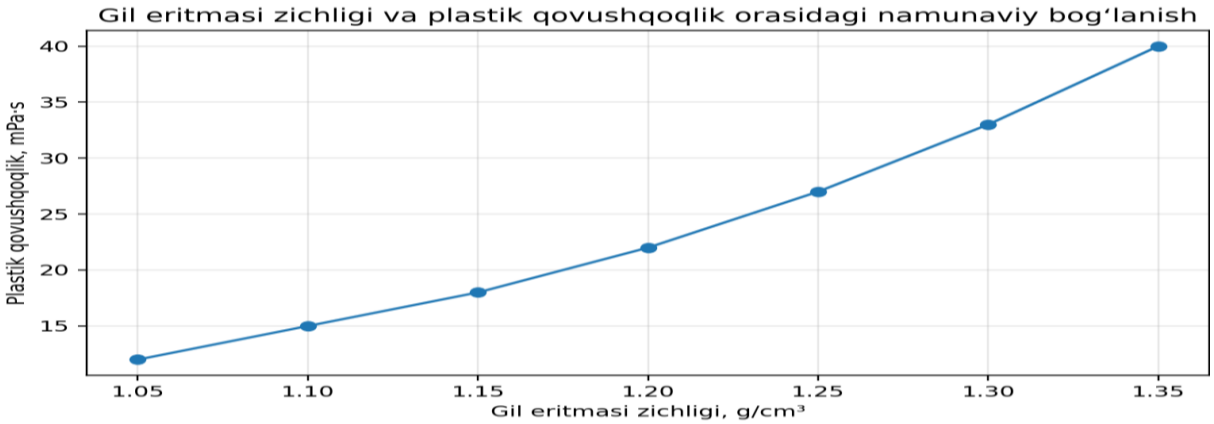
Filtratsiya tezligi: $q_f = V_f / t$, bu yerda V_f — filtrat hajmi, t — sinov vaqti.

Suyultirish hisobining soddalashtirilgan ko‘rinishi: $V_1 C_1 = V_2 C_2$, bunda C — kerakli konsentratsiya.

1-jadval. Asosiy ko‘rsatkichlar

Ko‘rsatkich	Texnologik vazifa	Me’yor buzilganda ehtimoliy muammo	Boshqarish usuli
Zichlik	Qatlam bosimini muvozanatlash	Namoyon bo‘lish, yo‘qotishlar	Barit qo‘shish yoki suyultirish
Qovushqoqlik	Shlamni tashish	Nasos bosimi ortishi yoki shlam cho‘kishi	Polimer/gil miqdorini sozlash
Filtratsiya	Filtrat kirishini cheklash	Qatlam shikastlanishi, qalin filtr qobig‘i	Filtratsiya nazoratchilari
Gel mustahkamligi	To‘xtashda shlamni ushlab turish	Qayta ishga tushirishda yuqori moment	Strukturani boshqarish
pH	Reagentlar samaradorligi va korroziya nazorati	Reagent samarasizligi	Ishqoriylikni sozlash

Natijalar. Gil eritmasining xossalari o‘zaro bog‘langan. Masalan, qattiq faza miqdori ortishi ko‘pincha zichlik va qovushqoqlikning oshishiga olib keladi. Biroq bu bog‘lanish qat’iy chiziqli emas: gil turi, zarracha o‘lchami, polimer turi, ion tarkibi va harorat ham natijaga ta’sir qiladi. Shuning uchun bitta parametrni alohida boshqarish o‘rniga, eritmaning kompleks holatini nazorat qilish maqsadga muvofiq.



1-**rasm. Zichlik va qovushqoqlik orasidagi bog‘lanish**.

1-rasmdagi qiymatlar real quduq o‘lchovlari boshqaruv tamoyilini ko‘rsatish uchun keltirilgan ma’lumotlardir.

Holat	Zichlik, g/cm³	Qovushqoqlik, mPa·s	Filtratsiya, mL/30 min	Tavsiya
Me’yoriy	1.10–1.20	15–25	≤ 10–15	Barqaror nazorat
Qattiq faza ko‘paygan	↑	↑	Ko‘pincha ↑	Shlamni chiqarish, suyultirish
Eritma juda suyulgan	↓	↓	↑ bo‘lishi mumkin	Gil/reagent balansini tiklash
Filtratsiya yuqori	O‘zgarishi shart emas	O‘zgarishi shart emas	↑	Filtratsiya nazoratchisi va sifatli gil

Xossalarni boshqarish algoritmi:

1) Eritmadan reprezentativ namuna olish.
2) Zichlik, qovushqoqlik, filtratsiya, pH va gel mustahkamligini o‘lchash.
3) O‘lchovlarni burg‘ulash dasturidagi maqsadli interval bilan solishtirish.
4) Muammo sababini aniqlash: qattiq faza, suv, tuz, harorat yoki reagentlar ta’siri.
5) Kichik dozada tuzatish kiritish va qayta o‘lchash.
6) Natijani eritma jurnaliga qayd etish va keyingi aylanishda trendni kuzatish.

Muhokama. Burg‘ulash eritmasini boshqarishda eng muhim tamoyil — parametrlarni alohida emas, o‘zaro bog‘langan tizim sifatida ko‘rishdir. Zichlikni oshirish uchun og‘irlashtiruvchi material qo‘shilganda qovushqoqlik va qattiq faza ham o‘zgarishi mumkin. Aksincha, suv bilan suyultirish zichlikni kamaytiradi, biroq filtratsiya va reologik xossalarni ham o‘zgartirishi ehtimol. Shu bois har bir tuzatishdan so‘ng kamida zichlik va qovushqoqlik, zaruratga ko‘ra filtratsiya va pH qayta tekshirilishi lozim.

Quduqning chuqurligi va qatlam bosimi oshgani sari eritmaning gidrostatik bosimini aniq nazorat qilish alohida ahamiyat kasb etadi. Juda past zichlik qatlamdan suyuqlik kirib kelishi xavfini oshirishi mumkin, ortiqcha zichlik esa yutilish va qatlamga zarar yetkazish xavfini kuchaytiradi. Shuning uchun maqsadli zichlik faqat geologik va gidravlik sharoitlar asosida belgilanadi.

Qovushqoqlikni oshirish shlamni tashishni yaxshilashi mumkin, ammo haddan tashqari yuqori reologik qarshilik nasos bosimini va gidravlik yo‘qotishlarni oshiradi. Filtratsiyani kamaytirish uchun sifatli filtr qobig‘i hosil qiluvchi komponentlar tanlanadi; bunda qobiqning qalinligi va o‘tkazuvchanligi ham nazorat qilinadi.

Xulosa

Gil eritmalarining xossalarini boshqarish quduqni xavfsiz va samarali burg‘ulashning muhim shartidir. Zichlik qatlam bosimini muvozanatlashda, qovushqoqlik va gel mustahkamligi shlamni tashishda, filtratsiya xossalari esa qatlam bilan o‘zaro ta’sirni cheklashda muhim rol o‘ynaydi. Samarali boshqaruv uchun muntazam laboratoriya nazorati, dala o‘lchovlarini jurnalga qayd etish, parametrlar trendini grafikda kuzatish va reagentlarni bosqichma-bosqich dozalashtirish tavsiya etiladi. Keltirilgan formulalar boshlang‘ich hisoblar uchun xizmat qiladi; real loyiha uchun burg‘ulash dasturi, quduq geologiyasi va gidravlik hisoblar bilan birgalikda qo‘llanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] Bourgoyne A.T. et al. Applied Drilling Engineering. SPE Textbook Series.
[2] Mitchell R.F., Miska S.Z. Fundamentals of Drilling Engineering. SPE Textbook Series.
[3] API Recommended Practice 13B-1. Field Testing Water-Based Drilling Fluids.
[4] API Recommended Practice 13D. Rheology and Hydraulics of Oil-Well Drilling Fluids.

KARBONAT KOLLEKTORLARGA KISLOTALI ISHLOVDA SENSOR MA’LUMOTLARINI BIRLASHTIRISH VA KENGAYTIRILGAN KALMAN FILTRI ASOSIDA QUDUQ ATROFI HOLATINI ONLAYN BAHOLASH

Mallayev Alisher Rajabaliyevich[1], Samatov Sherzod Shavkatovich[2]
[1] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti professori, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: yangitong60@gmail.com
[2] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Abstract. *The paper proposes an online state-estimation scheme for carbonate acidizing based on sensor fusion and an Extended Kalman Filter (EKF). The hidden state includes an effective wormhole length and a reaction-intensity parameter representing local geological/mineralogical variability. Differential pressure and calcium-ion concentration in the return fluid are used as complementary measurements. A nonlinear synthetic experiment demonstrates that adding chemical information to pressure measurements reduces reaction-parameter RMSE from 0.131 to 0.030 and improves effective channel-length estimation. The method provides a state observer suitable for future closed-loop acidizing automation.*

Keywords: *carbonate acidizing, sensor fusion, Extended Kalman Filter, state estimation, differential pressure, calcium concentration, wormhole, automation.*

Аннотация. *Предложена схема оперативной оценки состояния при кислотной обработке карбонатного коллектора на основе объединения сенсорных данных и расширенного фильтра Калмана (EKF). Скрытое состояние включает эффективную длину червеобразного канала и параметр интенсивности реакции, отражающий локальную геолого-минералогическую изменчивость. В качестве взаимодополняющих измерений используются перепад давления и концентрация ионов кальция в возвратной жидкости. Нелинейный вычислительный эксперимент показал снижение RMSE параметра реакции с 0.131 до 0.030 при добавлении химического измерения.*

Ключевые слова: *кислотная обработка, объединение сенсоров, расширенный фильтр Калмана, оценка состояния, перепад давления, кальций, червеобразный канал, автоматизация.*

Annotatsiya. *Maqolada karbonat kollektorlarni kislotali ishlov berish jarayonida bevosita o‘lchanmaydigan quduq atrofi holatini real vaqtga yaqin baholash uchun sensor ma’lumotlarini birlashtirish va kengaytirilgan Kalman filtri (EKF) taklif etiladi. Yashirin holat vektori samarali chuvalchangsimon kanal uzunligi hamda mahalliy geologik-mineralogik o‘zgarishni aks ettiruvchi reaksiya intensivligi parametridan tashkil topadi. O‘lchov sifatida differensial bosim va qaytuvchi suyuqlikdagi Ca^{2+} konsentratsiyasi birgalikda ishlatiladi. Nolinear hisobiy tajribada kimyoviy o‘lchovni qo‘shish reaksiya parametri RMSE sini 0.131 dan 0.030 gacha kamaytirdi.*

Kalit so‘zlar: *karbonat kollektor, kislotali ishlov, sensor ma’lumotlarini birlashtirish, kengaytirilgan Kalman filtri, holatni baholash, differensial bosim, kalsiy ioni, avtomatlashtirish.*

Kirish

Kislotali ishlovning avtomatik boshqaruvi uchun jarayonning ichki holatini bilish zarur. Biroq chuvalchangsimon kanalning haqiqiy uzunligi, kislota-jins reaksiya intensivligi va lokal o‘tkazuvchanlik ishlov vaqtida bevosita o‘lchanmaydi. Amaliyotda nasos sarfi, quduq tubi yoki quvur usti bosimi, harorat va qaytuvchi suyuqlik tarkibi kabi bilvosita signal mavjud. Faqat bitta signalga, masalan bosimga tayanish ayrim holatlarda yetarli emas: bosim pasayishi kanal kengayishi, viskozlik o‘zgarishi yoki yoriq bo‘ylab oqimning kuchayishi bilan bir xil tarzda namoyon bo‘lishi mumkin.

Holatni baholash nazariyasida Kalman filtri va uning nolinear tizimlar uchun kengaytirilgan varianti model prognozi bilan shovqinli o‘lchovlarni optimal tarzda birlashtirishga xizmat qiladi [1,2]. Mazkur maqolada bu tamoyil karbonat kislotali ishloviga moslashtirilib, differensial bosim va Ca^{2+} konsentratsiyasi birgalikda ishlatildi. Ilmiy yangilik – geologik-reaction o‘zgaruvchanligini yashirin holat parametri sifatida baholash va keyingi yopiq konturli boshqaruv uchun “raqamli kuzatuvchi” yaratishdan iborat.

Materiallar va metodlar

Qisqartirilgan holat vektori $x = [r_w, \theta]^T$ ko‘rinishda qabul qilindi, bu yerda r_w – samarali dominant kanalning ekvivalent uzunligi, θ – minerallik, reaktiv sirt va harorat ta’sirini jamlovchi samarali reaksiya parametri. Holat dinamikasi quyidagicha yozildi:

$$r_{w,k+1} = r_{w,k} + \Delta t \frac{a q_k \theta_k}{1 + b r_{w,k}} + w_{1,k}$$

$$\theta_{k+1} = \theta_k + w_{2,k}$$

Bosim kanali reaktiv erish natijasida gidravlik qarshilik kamayishini, kimyoviy kanal esa erigan karbonat miqdorini ifodalovchi soddalashtirilgan nolinear o‘lchov tenglamalari bilan berildi:

$$\Delta p_k = \frac{A q_k}{1 + c r_{w,k}^2} + v_{1,k}$$

$$C_{Ca,k} = B\left[1 - \exp\left(-\frac{\theta_k r_{w,k}}{q_k}\right)\right] + v_{2,k}$$

Bu tenglamalar to‘liq reaktiv-transport modelining o‘rnini bosmaydi; ular EKF metodikasini tekshirish uchun Panga va Fredd–Fogler ishlari bilan fizik ma’nosi uyg‘un bo‘lgan reduksiyalangan modeldir [3,4]. EKF da avval model bo‘yicha prognoz, so‘ng o‘lchov orqali tuzatish amalga oshiriladi [1]:

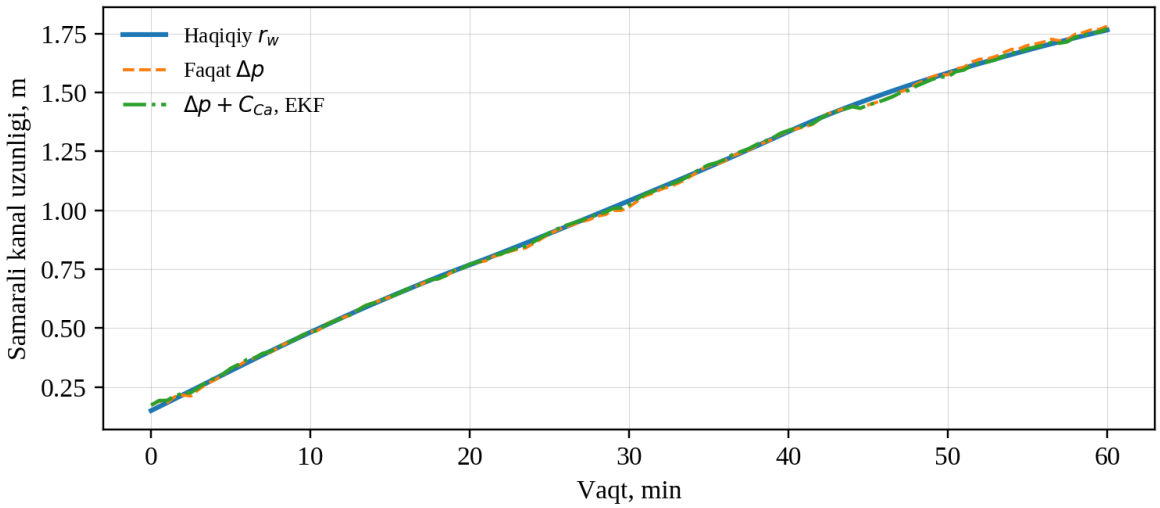
$$\widehat{x_k^-} = f(\widehat{x_{k-1}}, q_{k-1}), \qquad P_k^- = F_k P_{k-1} F_k^T + Q$$

$$K_k = P_k^- H_k^T (H_k P_k^- H_k^T + R)^{-1}, \qquad \widehat{x_k} = \widehat{x_k^-} K_k [y_k - h(\widehat{x_k^-})]$$

Hisobiy tajriba 60 min davomida $\Delta t = 0.5$ min qadam bilan bajarildi. Haydash sarfi 2.25–2.75 diapazonda sekin o‘zgartirildi. Geologik reaktivlikni ifodalovchi θ 20–40 min oralig‘ida yuqori, 40-minutdan keyin past qiymatli zonaga o‘tdi. Bosim o‘lchovi uchun standart shovqin 0.045 MPa, Ca^{2+} o‘lchovi uchun 0.018 shartli konsentratsiya birligi qabul qilindi. Ikki algoritm taqqoslandi: (i) faqat Δp bilan EKF; (ii) $\Delta p + C_{Ca}$ sensor-fusion EKF.

Natijalar

1-rasmda haqiqiy va baholangan r_w dinamikasi ko‘rsatilgan. Bosimning o‘zi kanal uzunligini ancha yaxshi kuzatsa-da, geologik reaksiya parametri o‘zgargan paytda kechikish va sistematik og‘ish paydo bo‘ladi. Kimyoviy signal qo‘shilganda model θ dagi o‘zgarishni bevosita reaksiya mahsuloti orqali sezadi va r_w bahosi ham barqarorlashadi.



1-rasm. Samarali kanal uzunligini baholash: faqat differensial bosim va bosim + Ca^{2+} ma'lumotlarini birlashtirgan EKF (sintetik hisobiy tajriba).

1-jadval. EKF holat baholash aniqligining taqqoslanishi

Baholanadigan holat	**Faqat Δp EKF**	**$\Delta p + C_{Ca}$ EKF**	**Yaxshilanish**
r_w RMSE, m	0.0112	0.0087	22.3%
θ RMSE	0.1308	0.0297	77.3%
Yakuniy r_w, m	1.781	1.769	haqiqiy 1.765 m
Yakuniy θ	0.848	0.735	haqiqiy 0.715

Muhokama

Hisobiy natijada bosim + kimyoviy sensor kombinatsiyasi θ ni baholash RMSE sini 0.1308 dan 0.0297 gacha, ya'ni qariyb 77% ga kamaytirdi. r_w bo'yicha xato 0.0112 m dan 0.0087 m gacha qisqardi. Bu farq fizik jihatdan tushunarli: bosim asosan gidravlik qarshilikka sezgir, Ca^{2+} esa karbonat erishi va reaksiya intensivligi haqida mustaqil axborot beradi. Ikki turdagi signal bir-birini to'ldirganda tizimning kuzatuvchanligi oshadi [1,2].

Amaliy tizimda Ca^{2+} ni real vaqtga yaqin o'lchash uchun ion-selektiv sensor, elektr o'tkazuvchanlik/pH bilan kalibrlangan yumshoq sensor yoki davriy namuna olish ma'lumotlari ishlatilishi mumkin. Bunda quduqdan sirtgacha bo'lgan transport kechikishi, aralashish hajmi va sensor driftini modelga kiritish zarur. Shuningdek, real karbonat qatlamida bir dona r_w butun wormhole tarmog'ini to'liq ifodalamaydi; ko'p kanal yoki zonali holat modeli kerak bo'lishi mumkin. Shunga qaramay, state-estimation yondashuvi keyingi adaptiv yoki MPC boshqaruv algoritmi uchun real vaqt "ichki holat" signali beradigan muhim oraliq qatlamdir.

Xulosa

Kislotali ishlov jarayonini avtomatlashtirishda bevosita o'lchanmaydigan quduq atrofi holatini model va sensorlar orqali baholash zarur. Taklif etilgan EKF sxemasida differensial bosim bilan Ca^{2+} konsentratsiyasini birlashtirish faqat bosimga asoslangan kuzatuvchiga nisbatan reaksiya parametri aniqligini keskin yaxshiladi. Metod real quduq uchun kalibrlansa, wormhole rivojlanishi, reaksiya intensivligi va geologik zona almashishini erta aniqlash hamda haydash sarfini avtomatik boshqarish uchun axborot bazasini yaratishi mumkin. Keyingi bosqich – transport kechikishini hisobga oluvchi EKF/UKF modeli va laboratoriya coreflood sensor ma'lumotlari bilan eksperimental verifikatsiyadir.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Simon D. Optimal State Estimation: Kalman, H∞, and Nonlinear Approaches. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. 552 p. DOI: 10.1002/0470045345.

[2] Åström K.J., Murray R.M. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton: Princeton University Press, 2008. 396 p.

[3] Panga M.K.R., Ziauddin M., Balakotaiah V. Two-scale continuum model for simulation of wormholes in carbonate acidization // AIChE Journal. 2005. Vol. 51, No. 12. P. 3231–3248. DOI: 10.1002/aic.10574.

[4] Fredd C.N., Fogler H.S. Influence of transport and reaction on wormhole formation in porous media // AIChE Journal. 1998. Vol. 44, No. 9. P. 1933–1949. DOI: 10.1002/aic.690440902.

[5] Al-Arji H., Al-Azman A., Le-Hussain F., Regenauer-Lieb K. Acid stimulation in carbonates: A laboratory test of a wormhole model based on Damköhler and Péclet numbers // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2021. Vol. 203. 108593. DOI: 10.1016/j.petrol.2021.108593.

[6] Samatov Sh.Sh., Mahmudov S.I. Optimization of acidizing in carbonate reservoirs with explicit account of near-wellbore geological structure and hydrodynamic conditions // Universum: технические науки. 2025. No. 10(139). P. 45–49. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20968.

[7] Sahu Q., Fahs M., Hoteit H. Optimization and Uncertainty Quantification Method for Reservoir Stimulation through Carbonate Acidizing // ACS Omega. 2023. Vol. 8, No. 1. P. 539–554. DOI: 10.1021/acsomega.2c05564.

[8] Garrouch A.A., Jennings A.R. Jr. A contemporary approach to carbonate matrix acidizing // J. Pet. Sci. Eng. 2017. Vol. 158. P. 129–143. DOI: 10.1016/j.petrol.2017.08.045.

KO‘P ZONALI KARBONAT KOLLEKTORLARDA KISLOTALI ISHLOVNI MODEL-PREDIKTIV BOSHQARISH VA OQIMNI AVTOMATIK TAQSIMLASH

Mallayev Alisher Rajabaliyevich[1], Samatov Sherzod Shavkatovich[2]

[1] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti professori, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: yangitong60@gmail.com

[2] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Abstract. *This study develops a model-predictive control (MPC) framework for automated acid allocation among heterogeneous near-wellbore zones. A reduced multi-zone model links permeability contrast, diversion intensity, local acid flow, Damköhler number and skin-factor reduction. A receding-horizon optimization selects total injection rate and a diversion-control variable subject to process constraints. In a three-zone numerical case with permeabilities of 30, 80 and 180 mD, MPC reduced the variance of final skin factor from 4.28 to 0.26 while keeping the normalized acid consumption essentially unchanged.*

Keywords: *carbonate reservoir, heterogeneous formation, model predictive control, acid diversion, multi-zone model, skin factor, process optimization.*

Аннотация. *Разработана схема модельно-прогнозирующего управления (MPC) для автоматического распределения кислоты между неоднородными зонами прискважинной области. Редуцированная многозонная модель связывает контраст проницаемости, интенсивность отклонения потока, локальный расход кислоты, число Дамкёлера и снижение skin-фактора. На каждом шаге оптимизируются общий расход и управляющий параметр диверсии с учётом технологических ограничений. В расчётном примере для трёх зон с проницаемостями 30, 80 и 180 мД дисперсия конечного skin-фактора снижена с 4.28 до 0.26 при практически неизменном расходе кислоты.*

Ключевые слова: *карбонатный коллектор, неоднородность, модельно-прогнозирующее управление, отклонение кислоты, многозонная модель, skin-фактор, оптимизация.*

Annotatsiya. *Tadqiqotda geologik nobirjinsli quduq atrofi zonasida kislotani qatlamchalar bo‘yicha avtomatik taqsimlash uchun model-prediktiv boshqaruv (MPC) sxemasi ishlab chiqildi. Qisqartirilgan ko‘p zonali model o‘tkazuvchanlik kontrasti, diverter ta’siri, mahalliy kislota sarfi,*

Damköhler soni va skin-faktor kamayishini birlashtiradi. Har bir hisob qadamida umumiy haydash sarfi va oqimni burish boshqaruv signali texnologik cheklovlar ostida optimallashtiriladi. 30, 80 va 180 mD o‘tkazuvchanlikka ega uch zonali hisobiy holatda MPC yakuniy skin-faktor dispersiyasini 4.28 dan 0.26 gacha kamaytirib, kislota sarfini deyarli o‘zgartirmadi.

Kalit so‘zlar: *karbonat kollektor, geologik nobirjinslilik, model-prediktiv boshqaruv, kislotani yo‘naltirish, ko‘p zonali model, skin-faktor, optimallashtirish.*

Kirish

Karbonat qatlamlaridagi keskin o‘tkazuvchanlik kontrasti kislotali ishlovning asosiy amaliy muammolaridan biridir. Kislota tabiiy ravishda yuqori o‘tkazuvchan qatlamcha va yoriqlarga ko‘proq kiradi, natijada ular ortiqcha stimulyatsiyalanishi, past o‘tkazuvchan zonalar esa yetarli qamrab olinmasligi mumkin [1–3]. Viskoelastik yoki self-diverting acid tizimlari oqimni vaqtincha qayta taqsimlash imkonini beradi, biroq ularning bosqichlari ko‘pincha oldindan belgilangan jadval bo‘yicha bajariladi [3].

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda model-prediktiv boshqaruv kelajakdagi tizim javobini model orqali bashorat qilib, boshqaruv signallarini cheklovlar ostida optimal tanlashi bilan ajralib turadi [5]. Ushbu maqolada MPC tamoyili quduq atrofi zonasining ko‘p zonali geologik modeli bilan birlashtirildi. Maqsad faqat umumiy mahsuldorlikni oshirish emas, balki stimulyatsiyani zonalar bo‘yicha tenglashtirish, ortiqcha kislota yo‘qotilishini cheklash va jarayon parametrlarini har bir bosqichda qayta hisoblashdir.

Materiallar va metodlar

Quduq atrofi zonasi n ta radial yoki qatlamiy texnologik zonaga ajratildi. Har bir zona uchun boshlang‘ich o‘tkazuvchanlik k_i, skin-faktor S_i va reaktivlik parametri a_i beriladi. Umumiy haydash sarfi Q ning zonalar bo‘yicha taqsimlanishi geologik o‘tkazuvchanlik va diverter boshqaruv signali d bilan quyidagicha soddalashtirildi:

$$q_i = Q\,\frac{w_i}{\sum_{j=1}^{n} w_j}, \qquad w_i = \frac{k_i^{0.8}}{1 + \beta d (k_i/k_{max})^{1.5}}$$

$d = 0$ da oqim asosan yuqori o‘tkazuvchan zonaga yo‘naladi; d ortishi esa yuqori k li zonaning gidravlik ustunligini kamaytiradi. Mahalliy Damköhler soni $Da_i = a_i/q_i$ ko‘rinishda baholandi. Reaksiya–transport muvozanatining wormhole hosil bo‘lishiga ta’siri Panga va Kalia–Balakotaiah modellariga tayangan holda [1,4], samaradorlik koeffitsienti bilan ifodalandi:

$$\eta_i = \exp\left[-\left(\frac{Da_i - Da^*}{\sigma}\right)^2\right]$$

Skin-faktorning bosqichma-bosqich o‘zgarishi quyidagi reduksiyalangan tenglama bilan yozildi:

$$S_{i,k+1} = S_{i,k} - K_s q_{i,k} \eta_{i,k} g\left(S_{i,k}\right)$$

bu yerda $g(S)$ stimulyatsiya chuqurlashgan sari qo‘shimcha foydaning kamayishini hisobga oladi. MPC har bir bosqichda Q va d ni tanlab, zonalar yakuniy holatining farqini hamda kislota sarfini minimallashtiradi:

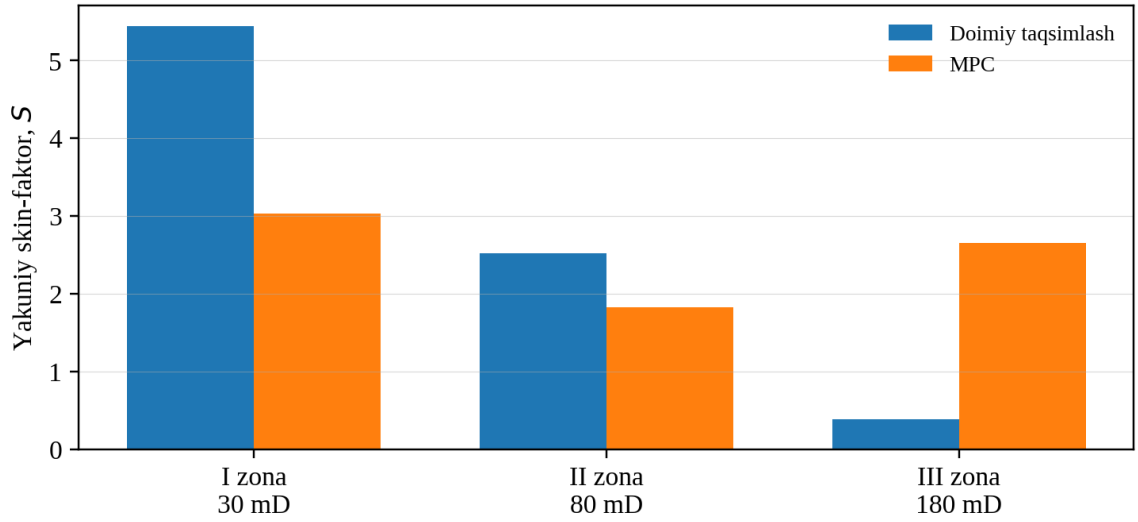
$$J = \sum_{j=1}^{N_p} \left[\lambda_s\, Var\left(S_{k+j}\right) + \lambda_t |S_{k+j} - S_{tar}|_2^2 + \lambda_q Q_{k+j}^2 + \lambda_{\Delta q}\left(Q_{k+j} - Q_{k+j-1}\right)^2\right]$$

Hisobiy misolda uch zona uchun $k = [30; 80; 180]$ mD, boshlang‘ich $S = [6.0; 5.5; 5.0]$ qabul qilindi. Sakkizta boshqaruv bosqichi ko‘rildi. Bazaviy rejimda $Q = 2.7$ va $d = 0$ doimiy bo‘ldi. MPC uchun $2.0 \le Q \le 3.2$, $0 \le d \le 1$ cheklovlari qo‘yildi. Bu raqamlar metodik hisob uchun tanlangan bo‘lib, real quduq dizaynida qatlam yorilish bosimi, nasos quvvati, kislota turi va interval qabul qiluvchanligi bo‘yicha qayta kalibrlanishi shart.

Natijalar

Doimiy taqsimlashda 180 mD li III zona kislota oqimining asosiy qismini qabul qildi va uning skin-faktori 0.39 gacha tushdi, 30 mD li I zonada esa $S = 5.44$ bo‘lib qoldi. MPC rejimi diverter

signalini va umumiy sarfni qayta hisoblab, oqimni past o‘tkazuvchan zonalarga ko‘proq yo‘naltirdi. Natijada yakuniy skin qiymatlari 3.03, 1.82 va 2.66 bo‘ldi. Ya’ni bir zonani haddan tashqari stimulyatsiya qilish o‘rniga quduq atrofi qamrovi bir tekisroq shakllandi.



1-rasm. Uch zonali modelda doimiy taqsimlash va MPC rejimlari uchun yakuniy skin-faktorlar (hisobiy model).

1-jadval. Ko‘p zonali stimulyatsiyaning hisobiy natijalari

Ko‘rsatkich	Doimiy taqsimlash	MPC	Izoh
Yakuniy S_1 (30 mD)	5.44	3.03	past-k zona yaxshiroq qamraldi
Yakuniy S_2 (80 mD)	2.52	1.82	stimulyatsiya kuchaydi
Yakuniy S_3 (180 mD)	0.39	2.66	ortiqcha ishlov cheklangan
Yakuniy S dispersiyasi	4.28	0.26	−94%
Skin kamayishining variatsiya koeffitsienti	0.612	0.182	qamrov bir tekisroq
Nisbiy kislota sarfi indeksi	21.6	21.5	deyarli teng

Muhokama

Natijalar MPC ning karbonat kollektorlar uchun muhim xususiyatini ko‘rsatadi: boshqaruv mezoni faqat “eng katta debit” emas, balki zonalar bo‘yicha qamrov sifati bo‘lishi mumkin. Bu, ayniqsa, yuqori o‘tkazuvchan yoriqlar past o‘tkazuvchan matritsani “soyaga” tushiradigan sharoitda dolzarb. Kalia va Balakotaiah geologik heterojenlik wormhole morfologiyasi va kislota samaradorligini keskin o‘zgartirishini ko‘rsatgan [1]; 2025-yilgi tadqiqotlar self-diverting acid tizimlarida heterojenlik intensivligi texnologik parametrlarni qayta tanlashni talab qilishini tasdiqlaydi [2].

MPC ning amaliy ustunligi — cheklovlarni modelning o‘ziga kiritish imkonidir. Masalan, $p_{bh} < p_{frac}$ sharti, maksimal nasos sarfi, kislota hajmi limiti va diverter konsentratsiyasi boshqaruv masalasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘shilishi mumkin. Shu bilan birga, bu maqoladagi model soddalashtirilgan: real VDA reologiyasi, harorat maydoni, reaksiya issiqligi va yoriqlar tarmog‘i to‘liq yechilmagan. Shuning uchun natijalar metodik “proof-of-concept” sifatida qaraladi. Amaliy algoritm Panga tipidagi reaktiv-transport simulyatori yoki kalibrlangan surrogat model bilan ishlashi maqsadga muvofiq [4,7].

Xulosa

Ko‘p zonali karbonat kollektorlarida kislotali ishlovni model-prediktiv boshqarish geologik heterojenlikni avtomatlashtirish algoritmiga bevosita kiritish imkonini beradi. Hisobiy misolda deyarli bir xil kislota sarfida yakuniy skin-faktor dispersiyasi 4.28 dan 0.26 gacha kamaydi, skin kamayishining variatsiya koeffitsienti esa 0.612 dan 0.182 gacha tushdi. Bu natija yuqori o‘tkazuvchan zonani ortiqcha stimulyatsiya qilishni cheklab, past o‘tkazuvchan zonalarni yaxshiroq qamrash mumkinligini ko‘rsatadi. Keyingi tadqiqotda MPC modeli real PLT/injektivlik ma’lumotlari, qatlam bosimi va diverter reologiyasi bilan kalibrlanishi hamda laboratoriya yoki kon sinovlari bilan tasdiqlanishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Kalia N., Balakotaiah V. Effect of medium heterogeneities on reactive dissolution of carbonates // Chemical Engineering Science. 2009. Vol. 64, No. 2. P. 376–390. DOI: 10.1016/j.ces.2008.10.026.

[2] Luo J., Liu C., Liu A., Zhang X., Nie F. Impact of Heterogeneity in Low-Permeability Reservoirs on Self-Diverting Acid Wormhole Formation and Acidizing Parameter Optimization // Processes. 2025. Vol. 13, No. 4. Art. 1029. DOI: 10.3390/pr13041029.

[3] Keihani Kamal M., Mahdavi Kalatehno J., Daneshfar P., Yousefmarzi F. A comprehensive analysis of carbonate matrix acidizing using viscoelastic diverting acid system in a gas field // Scientific Reports. 2024. Vol. 14. Art. 1499. DOI: 10.1038/s41598-024-52104-5.

[4] Panga M.K.R., Ziauddin M., Balakotaiah V. Two-scale continuum model for simulation of wormholes in carbonate acidization // AIChE Journal. 2005. Vol. 51, No. 12. P. 3231–3248. DOI: 10.1002/aic.10574.

[5] Rawlings J.B., Mayne D.Q., Diehl M.M. Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design. 2nd ed. Madison: Nob Hill Publishing, 2017. 623 p.

[6] Chacon O.G., Pournik M. Matrix Acidizing in Carbonate Formations // Processes. 2022. Vol. 10, No. 1. Art. 174. DOI: 10.3390/pr10010174.

[7] Samatov Sh.Sh., Mahmudov S.I. Optimization of acidizing in carbonate reservoirs with explicit account of near-wellbore geological structure and hydrodynamic conditions // Universum: технические науки. 2025. No. 10(139). P. 45–49. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20968.

[8] Sahu Q., Fahs M., Hoteit H. Optimization and Uncertainty Quantification Method for Reservoir Stimulation through Carbonate Acidizing // ACS Omega. 2023. Vol. 8, No. 1. P. 539–554. DOI: 10.1021/acsomega.2c05564.

KARBONAT KOLLEKTORLARDA KISLOTALI ISHLOVNI DAMKOHLER SONI BO‘YICHA ADAPTIV YOPIQ KONTURLI BOSHQARISH

Mallayev Alisher Rajabaliyevich[1], Samatov Sherzod Shavkatovich[2]

[1] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti professori, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: yangitong60@gmail.com

[2] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Abstract. *The paper proposes a closed-loop adaptive control concept for carbonate matrix acidizing that combines near-wellbore geological heterogeneity with process automation. The controlled variable is an online estimate of the Damkohler number, while the manipulated variable is acid injection rate. A reduced reactive-transport model and a bounded adaptive law are used in a numerical proof-of-concept. Under stepwise changes in effective reaction intensity, the controller restores the target transport–reaction regime within 2–3 min and markedly reduces the time spent outside the desired Damkohler band.*

Keywords: *carbonate reservoir, matrix acidizing, process automation, closed-loop control, Damkohler number, injection rate, near-wellbore zone.*

Аннотация. *В работе предложена концепция адаптивного управления кислотной обработкой карбонатного коллектора в замкнутом контуре, объединяющая геологическую неоднородность прискважинной зоны и автоматизацию технологического процесса. Регулируемой величиной является оперативная оценка числа Дамкёлера, а управляющим воздействием – расход закачки кислоты. Для вычислительного эксперимента использованы редуцированная реакционно-фильтрационная модель и ограниченный адаптивный закон. При ступенчатом изменении эффективной реакционной способности система возвращает процесс к целевому режиму за 2–3 мин.*

Ключевые слова: *карбонатный коллектор, кислотная обработка, автоматизация, замкнутый контур, число Дамкёлера, расход закачки, прискважинная зона.*

Annotatsiya. *Maqolada karbonat kollektorlarga kislotali ishlov berishni quduq atrofi zonasining geologik nobirjinsliligiga mos ravishda yopiq konturda avtomatik boshqarish konsepsiyasi taklif etiladi. Boshqariladigan kattalik sifatida Damkohler sonining onlayn bahosi, boshqaruv ta'siri sifatida esa kislota haydash sarfi qabul qilindi. Qisqartirilgan reaktiv-filtratsion model va chegaralangan adaptiv algoritm asosida hisobiy tajriba bajarildi. Reaksiya intensivligi bosqichma-bosqich o'zgarganda algoritm maqsadli rejimni 2–3 minutda tiklashi va maqbul diapazondan chiqish vaqtini sezilarli qisqartirishi ko'rsatildi.*

Kalit so'zlar: *karbonat kollektor, kislotali ishlov, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, yopiq kontur, Damkohler soni, haydash sarfi, quduq atrofi zonasi.*

Kirish

Karbonat kollektorlarda quduq atrofi zonasining g'ovaklik, o'tkazuvchanlik, minerallik va tabiiy yoriqlilik bo'yicha keskin o'zgaruvchanligi kislota oqimining qatlamga tarqalishini murakkablashtiradi. Statik loyiha bo'yicha tanlangan bitta haydash sarfi ishlov davomida o'zgaradigan reaksiya tezligi va filtratsion qarshilikka mos kelmasligi mumkin. Natijada kislota quduqqa yaqin sohada tez sarflanadi yoki aksincha, yuqori o'tkazuvchan yo'llar bo'ylab yetarlicha reaksiyaga kirishmasdan chuqurga ketadi. Chuvalchangsimon kanal hosil bo'lishi transport va reaksiya nisbatiga kuchli bog'liqligi ko'plab tajriba va modellashtirish ishlarida ko'rsatilgan [2–4].

Samatov va Mahmudov quduq atrofi geologik tuzilishi hamda gidrodinamik sharoitlarni birgalikda hisobga olish zarurligini ko'rsatgan [1]. Biroq odatiy yondashuvlarda texnologik parametrlar ishlov boshlanishidan oldin tanlanadi va jarayon davomida yangi sensor ma'lumotlari asosida qayta hisoblanmaydi. Avtomatik boshqaruv nuqtayi nazaridan bu ochiq konturli rejimdir. Mazkur ishning ilmiy yangiligi – karbonat kislotali ishlovining reaktiv-filtratsion modeli bilan adaptiv yopiq konturli boshqaruvni bog'lab, maqsadli Damkohler rejimini real vaqtga yaqin shaklda saqlash algoritmini taklif etishdan iborat.

Materiallar va metodlar

Quduq atrofi zonasida suyuqlik harakati Darsi qonuni, kislota konsentratsiyasi esa adveksiya–dispersiya–reaksiya tenglamasi bilan soddalashtirilgan ko'rinishda ifodalandi [3,5]:

$$u = -\frac{k}{\mu}\nabla p$$

$$\frac{\partial(\phi C_a)}{\partial t} + \nabla \cdot (uC_a - D_e \nabla C_a) = -R_a$$

bu yerda u – filtratsiya tezligi; k – o'tkazuvchanlik; μ – qovushqoqlik; C_a – faol kislota konsentratsiyasi; D_e – samarali dispersiya koeffitsienti; R_a – kislota-jins reaksiyasi sarfi. Jarayonni boshqarish mezoni sifatida transport va reaksiya nisbatini aks ettiruvchi Damkohler soni qabul qilindi:

$$Da = \frac{k_r a_s L}{u}$$

bu yerda k_r – samarali reaksiya koeffitsienti, a_s – reaktiv solishtirma yuza, L – faol zona uzunligi. Fredd va Fogler tajribalarida dominant kanal hosil bo'lishi uchun $Da \approx 0.29$ atrofidagi qiymat kuzatilgan [2], lekin keyingi tadqiqotlar optimal qiymat jins turi, kislota tizimi va haroratga

bog‘liq ekanini ko‘rsatadi [4,8]. Shuning uchun $Da^* = 0.29$ bu ishda faqat metodik tayanch nuqta sifatida olindi.

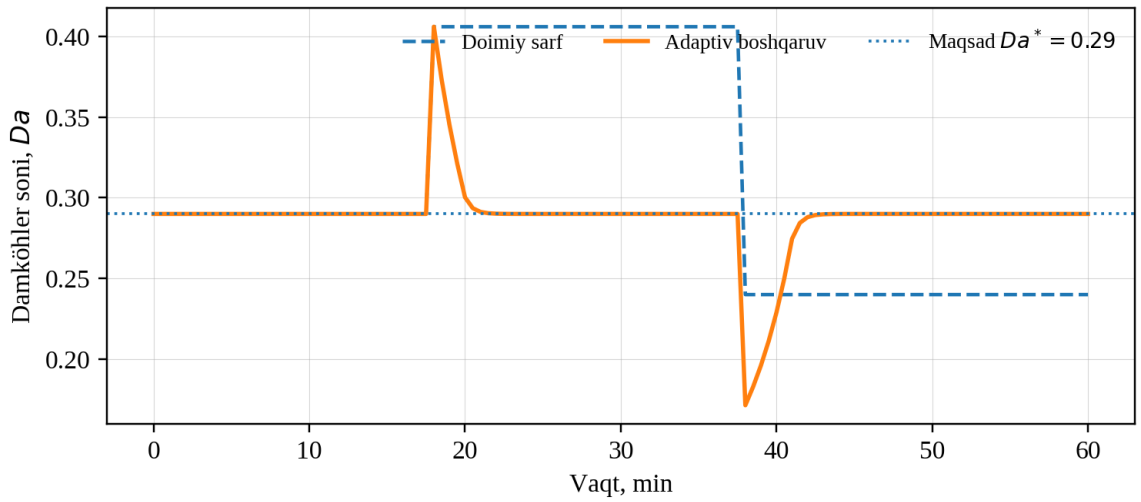
Adaptiv algoritmda o‘lchangan yoki holat kuzatuvchisi orqali baholangan $\widehat{Da_k}$ va joriy sarf q_k asosida jarayonning samarali “reaksiya quvvati” $\widehat{\Theta_k} = \widehat{Da_k} q_k$ aniqlanadi. Keyingi boshqaruv signali quyidagicha hisoblanadi:

$$q_{k+1} = sat_{[q_{min}, q_{max}]} \left[q_k + \alpha \left(\frac{\widehat{\Theta_k}}{Da^*} - q_k \right) \right]$$

Bunda $\alpha = 0.65$, $q_{min} = 1.5$ va $q_{max} = 4.0$ shartli sarf birligi; aktuator tezligi har 0.5 min da $|\Delta q| \leq 0.22$ bilan cheklangan. Hisobiy tajribada boshlang‘ich sarf 2.5 qabul qilinib, geologik-litologik o‘zgarishni ifodalovchi samarali reaksiya parametri 18-minutda 40% ga oshirildi, 38-minutda esa past reaktiv zonaga o‘tishni ifodalash uchun kamaytirildi. Natijalar bir xil boshlang‘ich sharoitdagi doimiy sarf rejimi bilan taqqoslandi.

Natijalar

1-rasmda doimiy sarf va adaptiv algoritm holatida Da dinamikasi ko‘rsatilgan. Geologik xossa o‘zgargan paytda ikkala rejimda ham qisqa muddatli og‘ish paydo bo‘ladi, biroq yopiq konturli tizim sarfni moslashtirib, Da ni maqsadli qiymatga qaytaradi. 18-minutdagi o‘zgarishdan keyin maqbul $|Da - Da^*| \leq 0.03$ diapazonga qaytish vaqti 2 min, 38-minutdagi o‘zgarishdan keyin 3 min bo‘ldi.



1-rasm. Geologik-reaksion parametrning bosqichli o‘zgarishida doimiy va adaptiv boshqaruv uchun Damkohler sonining dinamikasi (hisobiy model).

1-jadval. Boshqaruv rejimlarining hisobiy taqqoslanishi

Ko‘rsatkich	Doimiy sarf	Adaptiv boshqaruv	O‘zgarish
Da bo‘yicha RMSE	0.0733	0.0242	−67.0%
$\|Da - Da^*\| \leq 0.03$ diapazondagi vaqt	29.8%	91.7%	+61.9 f.b.
Haydash sarfi diapazoni	2.50	2.07–3.50	avtomatik moslashuv
O‘tishdan keyingi tiklanish vaqti	–	2–3 min	tezkor

Muhokama

Hisobiy natija yopiq konturli boshqaruvning asosiy afzalligini – oldindan noma’lum bo‘lgan geologik o‘zgarishlarga jarayon davomida moslashishni ko‘rsatadi. Doimiy sarf holatida yuqori

reaktiv zonaga kirilganda Da ortib, sirt bo‘ylab erish xavfi kuchayadi; past reaktiv yoki yuqori o‘tkazuvchan zonada esa Da kamayib, kislota reaksiyasi samarasizlashishi mumkin. Adaptiv algoritm bu og‘ishni sarfni ko‘paytirish yoki kamaytirish orqali kompensatsiya qiladi. Bunday tamoyil klassik teskari aloqali boshqaruvning “o‘lcha–taqqosla–tuzat” sikliga mos keladi [6].

Amaliy joriy etishda Da bevosita sensor bilan o‘lchanmaydi. Uni differensial bosim, haydash sarfi, harorat, qaytuvchi suyuqlik pH yoki ion tarkibi va oldindan kalibrlangan reaktiv-transport modeli orqali baholash talab etiladi. Bundan tashqari, $Da^* = 0.29$ ni universal konstanta sifatida qabul qilish noto‘g‘ri: masalan, HCl konsentratsiyasi, dolomit ulushi, harorat va g‘ovaklar miqyosidagi dispersiya optimal rejimni siljitishi mumkin [4,8]. Shu sababli laboratoriya kern namunasida filtratsion ma’lumotlari bilan quduqqa xos maqsadli diapazon oldindan kalibrlanishi zarur. Boshqaruv signali esa qatlam yorilish bosimidan past bo‘lish, nasosning ish diapazoni va korroziya cheklovlari bilan birgalikda chegaralanishi lozim.

Xulosa

Quduq atrofi zonasining geologik nobirjinsliligi kislotali ishlov jarayonida reaksiya–transport muvozanatini dinamik ravishda o‘zgartiradi. Taklif etilgan adaptiv yopiq konturli algoritm hisobiy tajribada Da bo‘yicha o‘rtacha kvadratik xatoni 67% ga kamaytirdi va maqsadli diapazonda ishlash ulushini 29.8% dan 91.7% gacha oshirdi. Yondashuvning asosiy amaliy qiymati – texnologik sarfni oldindan qat’iy belgilash o‘rniga, sensor va model ma’lumotlari asosida jarayon davomida tuzatib borish imkoniyatidir. Keyingi bosqichda algoritmni laboratoriya kern namunasida filtratsion tajriba va real quduq ma’lumotlari bilan kalibrlash, shuningdek bosim va kimyoviy sensorlar uchun holat kuzatuvchisini ishlab chiqish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Samatov Sh.Sh., Mahmudov S.I. Optimization of acidizing in carbonate reservoirs with explicit account of near-wellbore geological structure and hydrodynamic conditions // Universum: технические науки. 2025. No. 10(139). P. 45–49. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20968.

[2] Fredd C.N., Fogler H.S. Influence of transport and reaction on wormhole formation in porous media // AIChE Journal. 1998. Vol. 44, No. 9. P. 1933–1949. DOI: 10.1002/aic.690440902.

[3] Panga M.K.R., Ziauddin M., Balakotaiah V. Two-scale continuum model for simulation of wormholes in carbonate acidization // AIChE Journal. 2005. Vol. 51, No. 12. P. 3231–3248. DOI: 10.1002/aic.10574.

[4] Al-Arji H., Al-Azman A., Le-Hussain F., Regenauer-Lieb K. Acid stimulation in carbonates: A laboratory test of a wormhole model based on Damkohler and Péclet numbers // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2021. Vol. 203. 108593. DOI: 10.1016/j.petrol.2021.108593.

[5] Garrouch A.A., Jennings A.R. Jr. A contemporary approach to carbonate matrix acidizing // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2017. Vol. 158. P. 129–143. DOI: 10.1016/j.petrol.2017.08.045.

[6] Åstrom K.J., Murray R.M. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton: Princeton University Press, 2008. 396 p.

[7] Sahu Q., Fahs M., Hoteit H. Optimization and Uncertainty Quantification Method for Reservoir Stimulation through Carbonate Acidizing // ACS Omega. 2023. Vol. 8, No. 1. P. 539–554. DOI: 10.1021/acsomega.2c05564.

[8] Chacon O.G., Pournik M. Matrix Acidizing in Carbonate Formations // Processes. 2022. Vol. 10, No. 1. Art. 174. DOI: 10.3390/pr10010174.

O‘ZBEKISTON NEFT VA GAZ SANOATIDA ATROF-MUHIT MUHOFAZASI MASALALARI

Abdiyev Sarvar Tursunovich[1], Bozorov Jurabek Turonovich[2]
[1]Katta o‘qituvchi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston
[2]Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston.
Elektron pochta: bozorovjurabek30@gmail.com

Annotatsiya*. Ushbu maqolada O‘zbekiston neft va gaz sanoatida atmosfera havosi, suv va tuproq resurslarini muhofaza qilish, ishlab chiqarish chiqindilarini boshqarish, metan sizib chiqishlari va fakel yoqish bilan bog‘liq ekologik masalalar ko‘rib chiqiladi. Neft va gazni qazib olish, tayyorlash, tashish hamda saqlash bosqichlarida ekologik xavflarni kamaytirishning texnik va tashkiliy choralari tahlil qilinadi. O‘zbekistonda ekologik ekspertiza, ekologik nazorat, chiqindilarni boshqarish va issiqxona gazlari emissiyalarini cheklash bo‘yicha qonunchilik bazasi takomillashib borayotgani qayd etiladi. Maqolada ekologik monitoringni raqamlashtirish, LDAR (Leak Detection and Repair), yopiq texnologik tizimlar va oqova suvlarni qayta ishlatish kabi yechimlar taklif etiladi.*

Kalit so‘zlar: *neft-gaz sanoati, atrof-muhit, ekologik xavfsizlik, metan, atmosfera havosi, oqova suv, chiqindilar, tuproq, ekologik monitoring, LDAR, fakel gazlari.*

Аннотация. *В данной статье рассматриваются экологические проблемы, связанные с защитой атмосферного воздуха, водных и почвенных ресурсов, управлением производственными отходами, утечками метана и сжиганием попутного газа в нефтегазовой отрасли Узбекистана. Анализируются технические и организационные меры по снижению экологических рисков на этапах добычи, подготовки, транспортировки и хранения нефти и газа. Отмечается совершенствование законодательной базы в области экологической экспертизы, экологического контроля, управления отходами и контроля выбросов парниковых газов в Узбекистане. В статье предлагаются такие решения, как цифровизация экологического мониторинга, ЛДАР (обнаружение и устранение утечек), замкнутые технологические системы и повторное использование сточных вод.*

Ключевые слова: *нефтегазовая отрасль, окружающая среда, экологическая безопасность, метан, атмосферный воздух, сточные воды, отходы, почва, экологический мониторинг, ЛДАР, попутные газы.*

Abstract. *This article examines environmental issues associated with the protection of atmospheric air, water, and soil resources, the management of industrial waste, and methane leaks and flaring within Uzbekistan's oil and gas industry. It analyzes technical and organizational measures to mitigate environmental risks during the extraction, processing, transportation, and storage stages of oil and gas operations. The article notes the ongoing improvement of the legislative framework in Uzbekistan regarding environmental assessment, environmental control, waste management, and the limitation of greenhouse gas emissions. Solutions such as the digitalization of environmental monitoring, LDAR (Leak Detection and Repair), closed-loop technological systems, and wastewater reuse are proposed.*

Key words: *oil and gas industry, environment, environmental safety, methane, atmospheric air, wastewater, waste, soil, environmental monitoring, LDAR, flare gases.*

Kirish. Neft va gaz sanoati energiya ta’minoti va iqtisodiy faoliyat uchun muhim bo‘lsa-da, ishlab chiqarish jarayonlari tabiiy resurslarga bosimni oshirishi mumkin. O‘zbekiston bo‘yicha IEA tahlilida neft-gaz va boshqa sanoat tarmoqlari atmosfera ifloslanishining muhim manbalari qatorida qayd etilgan; energiya sektoridagi issiqxona gazlari tarkibida texnologik metan sizib chiqishlari ham muhim omil sifatida ko‘rsatiladi.

Asosiy muammo — ishlab chiqarish hajmini saqlagan holda emissiyalar, oqova suvlar, chiqindilar va avariya xavflarini kamaytirishdir. Buning uchun ekologik monitoring ishlab chiqarishning barcha bosqichlari bilan integratsiyalangan bo‘lishi kerak.

Rivojlantirish va tahlil. Neft-gaz obyektlarining ekologik ta’siri odatda besh asosiy yo‘nalishda namoyon bo‘ladi: atmosfera emissiyalari; suv resurslariga ta’sir; tuproq va yerlarning ifloslanishi; burg‘ulash va ishlab chiqarish chiqindilari; metan sizib chiqishi va fakel yoqish. Quduqlar, separatorlar, rezervuarlar, kompressorlar va quvur liniyalarida germetiklikning buzilishi uchuvchan uglevodorodlarning chiqishiga olib kelishi mumkin.

O‘zbekistonning amaldagi ekologik qonunchiligida chiqindilar, ekologik nazorat, ekologik ekspertiza, ekologik audit, yer qa’ri va boshqa yo‘nalishlar bo‘yicha alohida huquqiy hujjatlar mavjud. 2025-yilda issiqxona gazlari chiqarilishini cheklash to‘g‘risidagi qonun, 2026-yilda esa ekologik javobgarlik va nazoratni kuchaytiruvchi o‘zgartirishlar qabul qilingan.

2026-yilgi amaliy nazorat misolida Qashqadaryodagi Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasida atmosfera havosini muhofaza qilish, chang-gaz tozalash va oqova suvlarni tozalash bilan bog‘liq kamchiliklar aniqlangani rasmiy xabarda keltirilgan. Bu holat monitoring va texnik xizmat ko‘rsatishning amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi.

Ta’sir manbai	Asosiy ifloslantiruvchi	Ekologik xavf	Kamaytirish chorasi
Quduq va armatura	CH_4, VOC	Havo va iqlimga ta’sir	Germetiklik, LDAR, sensorlar
Rezervuarlar	VOC, bug‘lar	Atmosfera ifloslanishi	Ponton, gaz muvozanatlash, yopiq tizim
Oqova suvlar	Neft mahsulotlari, H_2S	Suv va tuproq ifloslanishi	Ajratish, tozalash, qayta foydalanish
Burg‘ulash chiqindilari	Gil, shlam, reagentlar	Tuproq degradatsiyasi	Yopiq aylanish, xavfsiz utilizatsiya
Fakel tizimi	CO_2, CH_4 va boshqa mahsulotlar	Issiqxona gazlari	Fakelni optimallashtirish, gazni utilizatsiya



1-rasm. Ekologik ta’sir yo‘nalishlarining mualliflik sxematik bahosi.

Metodika. Ekologik samaradorlikni baholashda emissiya inventarizatsiyasi, texnologik balanslar, instrumental o‘lchovlar va masofaviy monitoring ma’lumotlari birlashtiriladi. Emissiya miqdorini umumiy holda quyidagicha hisoblash mumkin:

$$E = Q \times EF \times (1 - \eta)$$

bu yerda E — emissiya miqdori; Q — texnologik jarayon ko‘lami; EF — emissiya koeffitsiyenti; η — tozalash yoki ushlab qolish samaradorligi. Masalan, uskunadagi oqishlarni aniqlashda LDAR dasturi orqali aniqlangan nuqsonlar ro‘yxatga olinadi, ta’mirlanadi va qayta o‘lchanadi.

Suv resurslaridan foydalanish samaradorligini quyidagi ko‘rsatkich bilan baholash mumkin:

$$K_v = V_{qayta} / V_{jami} \times 100\%$$

bu yerda, K_v - suvni qayta ishlatish koeffitsiyenti; V_{qayta} - qayta foydalanilgan suv hajmi; V_{jami} - umumiy texnologik suv sarfi.

Amaliy natijalar va takliflar. Birinchi yo‘nalish — avtomatik ekologik monitoringni kengaytirish. 2026-yilgi qonunchilik o‘zgarishlarida yuqori darajada atrof-muhitga ta’sir ko‘rsatuvchi I va II toifadagi korxonalar uchun ifloslantiruvchi manbalarga avtomatik monitoring stansiyalarini o‘rnatish va ma’lumotlarni davlat monitoringining yagona geoaxborot bazasiga real vaqt rejimida uzatish talabi belgilangan.

Ikkinchi yo‘nalish — metan yo‘qotishlarini kamaytirish. Buning uchun quduq armaturasi, klapanlar, kompressorlar, separatorlar va quvur birikmalarida muntazam LDAR tekshiruvlarini tashkil etish, portativ va statsionar sensorlardan foydalanish maqsadga muvofiq. IEA ma’lumotiga ko‘ra, O‘zbekiston 2030-yilgacha metan emissiyalarini 30 foizga kamaytirish majburiyatini bildirgan.

Uchinchi yo‘nalish — suv va tuproqni himoya qilish. Neft-gaz obyektlarida yopiq drenaj, neft tutgichlar, oqova suvlarni fizik-kimyoviy tozalash, ishlab chiqarish suvini qayta ishlatish va avariya to‘kilishlariga qarshi himoya poddonlari qo‘llanishi kerak. Neft qazib olish obyektlari uchun mavjud texnik talablar ham atmosfera ifloslanishini oldini olish, rezervuarlarni zamonaviy nafas olish armaturalari va gaz muvozanatlash tizimlari bilan jihozlash kabi choralarni nazarda tutadi.

Ko‘rsatkich	Baholash usuli	Kutiladigan natija
Metan sizib chiqishi	LDAR + qayta o‘lchash	Yo‘qotishlarni kamaytirish
Oqova suv	Laboratoriya nazorati + onlayn sensor	Suv sifatini barqarorlashtirish
Havo emissiyasi	Avtomatik monitoring	Tezkor aniqlash va boshqarish
Chiqindilar	Hisob, saralash va utilizatsiya auditi	Poligon yuklamasini kamaytirish

Tavsiyalar va xulosa. O‘zbekiston neft va gaz sanoatida atrof-muhit muhofazasini kuchaytirish ishlab chiqarish samaradorligi bilan birgalikda olib borilishi lozim. Eng muhim amaliy choralar: emissiya manbalarini to‘liq inventarizatsiya qilish; LDAR tizimini joriy etish; avtomatik ekologik monitoringni rivojlantirish; fakel gazlarini kamaytirish va imkon qadar foydali mahsulotga aylantirish; oqova suvlarni yopiq siklda tozalash va qayta ishlatish; burg‘ulash chiqindilarini xavfsiz boshqarish; avariya holatlariga tayyorgarlikni oshirish.

Xulosa qilib, ekologik boshqaruvning zamonaviy modeli “nazorat — aniqlash — ta’mirlash — qayta o‘lchash — tahlil” uzluksiz sikliga asoslanishi kerak. Bunday yondashuv atmosfera havosi, suv va tuproqni muhofaza qilish bilan birga uglevodorod yo‘qotishlarini kamaytirishga ham xizmat qiladi. O‘zbekistonning ekologik qonunchiligidagi so‘nggi o‘zgarishlar esa korxonalarning ekologik mas’uliyati va monitoringini kuchaytirish yo‘nalishida huquqiy asosni mustahkamlamoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya va iqlim o‘zgarishi milliy qo‘mitasi. Ekologiya sohasidagi qonunlar va normativ hujjatlar.

[2] International Energy Agency (IEA). Uzbekistan Energy Profile — Sustainable Development.

[3] International Energy Agency (IEA). Global Methane Tracker 2026 — Regional insights.

[4] O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi. Ekologiya sohasidagi javobgarlikni kuchaytirish bo‘yicha 2026-yilgi materiallar.

[5] O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya va iqlim o‘zgarishi milliy qo‘mitasi. Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi bo‘yicha ekologik nazorat natijalari, 2026.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**
[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com
[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан

Аннотация. *В статье рассмотрены подход к моделированию переработки технических газов нефтегазового производства с использованием материального и теплового балансов, термодинамического описания и расчётных моделей основных аппаратов. Предложена последовательность моделирования: сепарация, удаление кислых компонентов, осушка и получение товарного газа. Приведены расчётные зависимости, пример иллюстративного сценария и критерии вариации модели.*

Ключевые слова: *технический газ, моделирование, материальный баланс, H_2S, CO_2, осушка, адсорбция, абсорбция, оптимизация, товарный газ.*

Annotatsiya. *Ushbu maqolada neft-gaz ishlab chiqarishidagi texnik gazlarni qayta ishlashni modellashtirish yondashuvi ko‘rib chiqilgan bo‘lib, bunda moddiy va issiqlik balanslari, termodinamik tavsiflar va asosiy apparatlarning hisoblash modellari ishlatiladi. Modellashtirish ketma-ketligi taklif qilingan: ajratish, kislotali komponentlarni olib tashlash, quritish va tovar gazini olish. Hisoblash bog‘liqliklari, illustrative sahna misoli va modelning o‘zgarish mezonlari keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *texnik gaz, modellashtirish, material muvozanati, H_2S, CO_2, quritish, adsorbsiyalash, adsorbsiyalash, optimizatsiya, tovar gaz.*

Abstract. *The article looks at the approach to modeling the processing of industrial gases from oil and gas production is considered using material and heat balances, thermodynamic descriptions, and calculation models of the main equipment. A sequence of modeling is proposed: separation, removal of acidic components, drying, and production of commercial gas. Calculation dependencies, an example illustrative scenario, and criteria for model variation are provided.*

Keywords: *technical gas, modeling, material balance, H_2S, CO_2, drying, adsorption, absorption, optimization, commercial gas.*

Введение

Переработка технических газов представляет собой совокупность взаимосвязанных операций, в которых состав, давление и температура сырья изменяются от скважины или промысловой системы до кондиционированного газа.

Для инженерного анализа целесообразно применять процессное моделирование: оно позволяет связать свойства смеси, параметры аппаратов и технологические ограничения в единой расчётной схеме. Современные промышленные симуляторы поддерживают стационарные и динамические расчёты, анализ энергии, безопасности.

Цель работы — разработать методический вариант модели переработки технического газа и показать, как изменение ключевых параметров сырья и режима отражается на составе продукта, тепловой нагрузке и эффективности очистки. Особое внимание уделено моделированию удаления H_2S и CO_2 аминами и последующей осушке.

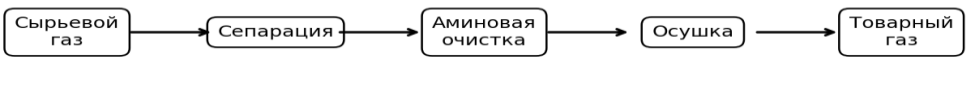


Рис.1. Структурная схема расчётной модели переработки технического газа

Материалы и методы. Расчётная модель формируется из потоков и технологических блоков. Для каждого потока задаются расход, давление, температура и компонентный состав; далее выбирается термодинамический метод, соответствующий углеводородной системе и присутствию кислых газов. Для газоперерабатывающих установок могут моделироваться

сепараторы, теплообменники, абсорберы, регенераторы, компрессоры и блоки осушки. Применяется для моделирования процессов от промыслового сбора до подготовки газа, включая сепарацию, осушку и удаление кислых газов.

Материальный баланс: $\Sigma \dot{m}_{вх} = \Sigma \dot{m}_{вых}$.

Степень удаления компонента: $\eta_i = (C_{iвх} - C_{iвых}) / C_{iвх} \cdot 100\ \%$.

Тепловой баланс: $\Sigma \dot{m} h_{вх} + Q = \Sigma \dot{m} h_{вых}$.

Энергетический показатель процесса: $Eуд = Q / G_{тов}$,

где Q — потребление теплоты, $G_{тов}$ — расход товарного газа.

Для абсорбционной очистки важны расход циркулирующего растворителя, его концентрация, давление и температурный профиль контактного аппарата. Исследования показывают, что стационарное моделирование аминовых установок позволяет оценивать одновременно степень очистки и энергетические/экономические показатели. В частности, в опубликованных исследованиях сравнивались MDEA, DEA и их смеси, а также влияние активаторов на поглощение H_2S и CO_2.

Результаты. Для демонстрации методики принят условный состав сырьевого газа и выполнен расчётный сценарий последовательной подготовки. Значения в таблице и на графике являются иллюстративными и не представляют данные конкретного месторождения. В реальном проекте они должны заменяться лабораторными анализами, данными узлов учёта и паспортными характеристиками оборудования.

Таблица.1. Результаты последовательного моделирования

Параметр	Сырьё	После очистки	После осушки	Товарный газ
H_2S, мол. %.	1,20	0,015	0,015	0,015
CO_2, мол. %.	4,50	3,80	3,80	3,80
H_2O, мол. %.	0,80	0,35	0,06	0,06
Давление, МПа	6,0	5,8	5,7	5,6

Расчётный пример показывает принцип работы модели: наиболее заметное снижение H_2S достигается на стадии очистки, тогда как уменьшение содержания воды связывается с блоком осушки. В промышленной модели результаты проверяются по спецификациям товарного газа, гидравлическим ограничениям и фактическим данным установки.

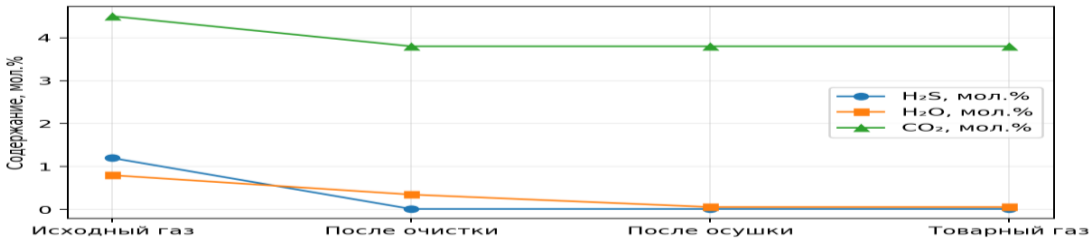


Рис.2. Изменение состава газа по стадиям модели

Для обновления газоподготовительных установок процессное моделирование применялось для сравнения вариантов с сохранением заданного качества и количества продукта и с оценкой стоимости оборудования и энергопотребления.

Таблица 2 — Пример сценарного анализа модели

Параметр модели	Диапазон сценария	Контролируемый результат	Инженерный смысл

Расход аминового раствора	низкий / базовый / высокий	H_2S на выходе	Баланс очистки и энергии
Температура регенерации	низкая / базовая / высокая	остаточная загрузка амина	Расход пара
Давление абсорбера	несколько режимов	абсорбция кислых газов	Качество газа
Температура осушки	несколько режимов	H_2O на выходе	Точка росы и надёжность

Обсуждение. Ключевым преимуществом моделирования является возможность до проведения натурного эксперимента оценить взаимное влияние параметров. При увеличении расхода растворителя обычно возрастает потенциал удаления кислых газов, но одновременно увеличиваются насосная и регенерационная нагрузки. Поэтому оптимизация должна учитывать не один показатель, а совокупность ограничений: качество товарного газа, тепловой расход, гидравлику аппаратов и устойчивость режима. Для современных моделей возможна калибровка по фактическим данным установки, что повышает соответствие модели реальному объекту.

Отдельное направление — гибридизация физико-химических моделей и методов машинного обучения. Недавние работы исследуют гибридные симуляция - машинное обучение подходы для анализа влияния состава кислого газа на качество очистки и энергетические показатели. Такой подход целесообразен после накопления достаточного массива проверенных производственных данных.

Заключение

Разработанная структура моделирования позволяет описывать переработку технического газа как единую последовательность материальных, тепловых и технологических балансов. Наиболее важными этапами являются корректное задание состава сырья, выбор термодинамического метода, верификация модели по данным установки и проведение сценарного анализа. Модель может использоваться для выбора режимов очистки и осушки, оценки энергетических затрат, поиска узких мест и подготовки мероприятий по модернизации. Практическая ценность модели возрастает при регулярной калибровке по данным действующей установки.

Литература

[1] AspenTech. Aspen HYSYS Upstream — Model Oil & Gas Processes: From Pipeline to Treatment. 2026.

[2] Techno-economic analysis of acid gas removal from associated and non-associated sour gas using amine blend. International Journal of Greenhouse Gas Control, 2020, Vol. 98.

[3] Kilichev I.K. и др. Efficiency of technologies for intensifying the production of hydrocarbons at the deposits of the Bukhara-Khiva region. 2026.

[4] Gas sweetening simulation and its optimization by two typical amine solutions: An industrial case study in Persian Gulf region. Natural Gas Industry B, 2021, Vol. 8.

[5] Effect of sour gas composition on amine-based gas sweetening: A hybrid simulation-machine learning model. Array, 2026, Vol. 30.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ПРИХВАТЕ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**

[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан

Annotatsiya. *Ushbu maqolada quduqlarni qazish vaqtida burg‘ulash trubalarining tiqilib qolish sabablariga, ularning rivojlanishining asosiy mexanizmlariga va burg‘ulash kolonkasini*

bo‘shatishning muhandislik usullariga to‘xtalib o‘tilgan. Differensial, mexanik va gidrodinamik tiqilish belgilariga, shuningdek, diagnostik va texnologik operatsiyalar ketma-ketligiga tizimli tarzda e'tibor qaratilgan. Bosim farqi, o‘qi kuchi va tozalash samaradorligini baholash uchun hisob-kitob formulalari keltirilgan. Material o‘quv jarayonida va burg‘ulashdagi murakkabliklarni tahlil qilishda foydalanish uchun mo‘ljallangan.

Kalit so‘zlar: *burg‘ulash ustuni, ushlash, differensial ushlash, loy, yuvish, bosim farqi, quduq, burg‘ulash suyuqligi.*

Аннотация. *В статье рассмотрены причины возникновения прихватов бурильных труб при строительстве скважин, основные механизмы их развития и инженерные методы освобождения бурильной колонны. Систематизированы признаки дифференциального, механического и гидродинамического прихвата, а также последовательность диагностических и технологических операций. Приведены расчетные зависимости для оценки перепада давления, осевой силы и ориентировочной эффективности промывки. Материал предназначен для использования в учебном процессе и при анализе осложнений бурения.*

Ключевые слова: *бурильная колонна, прихват, дифференциальный прихват, шлам, промывка, перепад давления, скважина, буровой раствор.*

Abstract. *The article discusses the causes of drill pipe sticking during well construction, the main mechanisms of their development, and engineering methods for freeing the drill string. It organizes the signs of differential, mechanical, and hydrodynamic sticking, as well as the sequence of diagnostic and technological operations. Calculation formulas are provided to estimate pressure differences, axial force, and the approximate effectiveness of washing. The material is intended for use in educational processes and when analyzing drilling complications.*

Keywords: *drill string, stuck pipe, differential sticking, cuttings, flushing, pressure drop, well, drilling fluid.*

Введение

Прихват бурильных труб является одним из наиболее опасных осложнений бурения, поскольку приводит к потере времени, росту стоимости скважины, необходимости проведения специальных освобождающих операций и, в тяжелых случаях, к аварийному разъединению колонны. Вероятность прихвата повышается при недостаточной очистке ствола, наличии каверн и сужений, нестабильности стенок, чрезмерной фильтрации раствора, высоком дифференциальном давлении и длительной неподвижности колонны. Поэтому эффективное решение проблемы должно включать не только действия после прихвата, но и профилактику.

Материалы и методы. Для анализа применен инженерный подход: выделены тип механизма прихвата, условия возникновения, диагностические признаки, операции освобождения и профилактические меры. Используются данные технологического контроля бурения, параметры бурового раствора, давления, расхода, крутящего момента, веса на крюке и характер движения колонны.

Дифференциальная сила при перепаде давления может быть оценена:

$$F_д = \Delta P \cdot A_{эфф}, \qquad \Delta P = P_{скв} - P_{пл}$$

где Fд — сила прижатия, ΔP — дифференциальное давление, Аэфф — эффективная площадь контакта, Рскв и Рпл — давления в скважине и пласте.

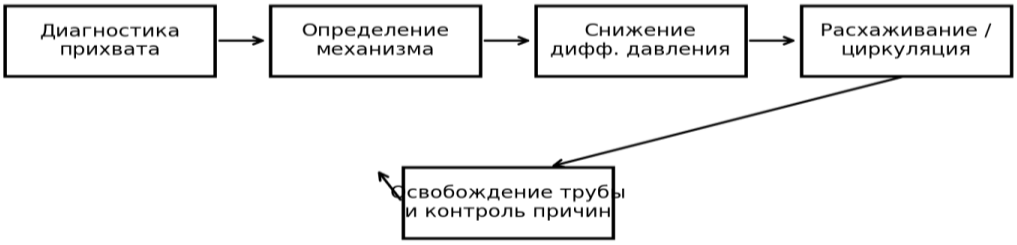


Рис.1. Последовательность действий при осложнении прихватом.

Результаты. Результаты анализа показывают, что выбор способа освобождения должен выполняться после определения механизма прихвата. При дифференциальном прихвате приоритетными являются снижение эффективного прижимающего усилия, восстановление подвижности и применение специально подобранной освобождающей жидкости.

Тип прихвата	Характерные признаки	Основное действие	Профилактика
Дифференциальный	Колонна не движется; циркуляция обычно сохраняется	Снижение перепада давления, освобождающая обработка	Контроль плотности и фильтрации раствора
Механический	Ограничение движения и/или циркуляции; рост момента	Промывка, расхаживание, устранение препятствия	Качественная очистка ствола
Шламовый/мост	Рост давления, ухудшение циркуляции	Восстановление циркуляции, промывка	Оптимизация реологии и расхода
Из-за обвалов	Нестабильность ствола, затяжки при подъеме	Стабилизация ствола и промывка	Подбор ингибирующего раствора

При механическом прихвате необходимо восстановить циркуляцию, оценить состояние ствола и удалить шлам либо разрушить мост/пробку. При осложнении, связанном с осыпями и обвалами, важны стабилизация стенок, корректировка свойств раствора и контролируемое расхаживание.

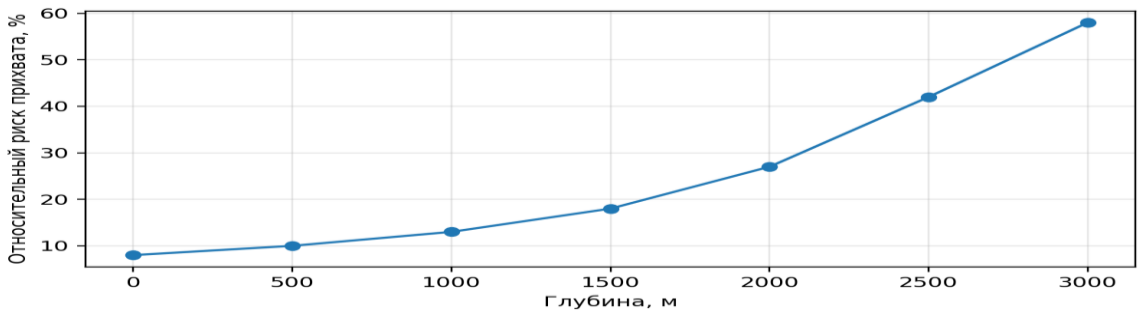


Рис.2. Зависимость относительного риска прихвата от глубины.

Анализ и обсуждение. При возникновении прихвата важно не увеличивать нагрузку и крутящий момент бесконтрольно. Сначала устанавливают момент появления ограничения движения, сравнивают показания веса, давления и момента с предыдущими режимами, проверяют наличие циркуляции. Затем выбирают комбинацию операций: расхаживание, контролируемое вращение, изменение режима циркуляции, химическую обработку или снижение дифференциального давления. При работе с прихватом должны соблюдаться ограничения по допустимым нагрузкам бурильной колонны и оборудованию.

Ориентировочная скорость очистки от шлама может анализироваться через отношение:

$$\eta o = (Qф / Qтр) \cdot 100\ \%,$$

где, ηо - относительная эффективность промывки, Qф - фактический расход, Qтр - расчетный/требуемый расход для принятого режима.

Параметр контроля	Нормальная тенденция	Тревожный признак

Вес на крюке	Стабильный при одинаковом режиме	Резкое изменение/необычная затяжка
Давление	Стабильное при постоянном расходе	Рост при снижении циркуляции
Крутящий момент	Соответствует режиму	Устойчивый рост
Возврат раствора	Полный и стабильный	Снижение или потеря циркуляции

В реальном проекте величина определяется с учетом реологии, диаметра ствола, эксцентриситета колонны и свойств шлама.

Выводы и рекомендации

1. Прихват бурильных труб необходимо рассматривать как результат сочетания геологических, технологических и гидродинамических факторов.
2. Наиболее эффективной является ранняя диагностика по совокупности веса, давления, момента, расхода и характера движения колонны.
3. Для дифференциального прихвата ключевое значение имеет снижение прижимающего действия перепада давления; для механического прихвата — восстановление циркуляции и устранение препятствия.
4. Профилактика включает качественную очистку ствола, контроль свойств бурового раствора, ограничение времени неподвижности колонны и соблюдение проектных нагрузок.
5. Все освобождающие операции должны выполняться по утвержденной технологии с учетом прочности труб, бурового оборудования и требований промышленной безопасности.

Заключение. Комплексное решение проблемы прихвата заключается в переходе от реактивных действий к управлению риском осложнения. Контроль параметров бурения, своевременная диагностика механизма прихвата и правильный выбор освобождающей операции позволяют сократить продолжительность аварийных простоев и снизить вероятность повреждения бурильной колонны. Полученные положения могут быть использованы при подготовке практических занятий и технологических регламентов по бурению скважин.

Литература

[1] Министерство горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан. Материалы по геологоразведочным работам в Устюртском регионе.

[2] АО «Узбекгеофизика». Материалы по глубокому бурению и геофизическим исследованиям нефтегазовых регионов Узбекистана.

[3] Ruzmanov F.I. и др. Ways to create a quality wellbore for smooth casing flow. 2020.

[4] Kilichev I.K. и др. Efficiency of technologies for intensifying the production of hydrocarbons at the deposits of the Bukhara-Khiva region. 2026.

[5] GEAM Journal. Reservoir characteristics of Jurassic terrigenous deposits in the Kandym Uplift, Bukhara-Khiva Region.

[6] He, F., Huang, X., Yang, Y., Bu, C., Xing, H., Pu, L., Zhang, S. Review on Critical Liquid Loading Models and Their Application in Deep Unconventional Gas Reservoirs. Frontiers in Energy Research, 12, 2024, 1407384. https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1407384.

ПОНИЖЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ СКВАЖИН В АНОМАЛЬНЫХ ПЛАСТОВЫХ УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**
[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com
[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан

Аннотация. *В статье рассмотрены причины снижения нефтеотдачи скважин при аномальных пластовых условиях, характерных для ряда нефтегазоносных объектов Узбекистана. Проанализировано совместное влияние неоднородности коллектора, изменения пластового давления, высокой вязкости нефти, обводнения и осложнений фильтрации. Приведены расчётные зависимости, таблица факторов и иллюстративные графики. Показано, что повышение конечной нефтеотдачи требует адаптации режима эксплуатации и системы воздействия на пласт к фактическим геолого-физическим условиям.*

Ключевые слова: нефтеотдача, аномальные пластовые условия, пластовое давление, обводнение, вязкость нефти, проницаемость, скважина, заводнение.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada O'zbekistondagi bir qator neft-gaz konlarida uchraydigan anomal qatlam sharoitlarida quduqlarning neft berishini pasayishiga sabablar ko'rib chiqildi. Kollektorning notekisligi, qatlam bosimining o'zgarishi, neftning yuqori viskozligi, suvning aralashishi va filtrlashdagi qiyinchiliklarning birgalikdagi ta'siri tahlil qilindi. Hisob-kitobga oid bog'liqliklar, omillar jadvali va illyustrativ grafiklar keltirildi. Yakuniy neft berishini oshirish uchun ish rejimi va qatlamga ta'sir tizimini haqiqiy geologik-fizik sharoitlarga moslashtirish zarurligi ko'rsatildi.*

Kalit so‘zlar: *neft beruvchanligi, anomal qatlam sharoitlari, qatlam bosimi, suv bosishi, neftning yopishqoqligi, o‘tishchanlik, quduq, suv berish.*

Abstract. *The article looks at the reasons for the decline in well oil recovery under abnormal reservoir conditions, typical for several oil and gas fields in Uzbekistan, are discussed. The combined impact of reservoir heterogeneity, changes in reservoir pressure, high oil viscosity, water encroachment, and filtration complications is analyzed. Calculation formulas, a table of factors and illustrative graphs are provided. It is shown that increasing the final oil recovery requires adapting the operating mode and the reservoir treatment system to the actual geological and physical conditions.*

Keywords: *Keywords: oil recovery, abnormal reservoir conditions, reservoir pressure, water saturation, oil viscosity, permeability, well, water flooding.*

Введение. Нефтеотдача пласта определяется не только запасами углеводородов, но и характером фильтрации, энергетикой залежи и выбранной системой разработки. В аномальных условиях фактическая продуктивность может существенно отличаться от ожидаемой из-за повышенной или пониженной вязкости флюида, неоднородности проницаемости, трещиноватости, аномальных давлений, интенсивного притока воды и изменения свойств нефти при снижении давления. Для нефтяных объектов Узбекистана эти факторы следует учитывать при выборе депрессии на пласт, сетки скважин, системы поддержания пластового давления и методов интенсификации.

Цель работы — систематизировать основные механизмы понижения нефтеотдачи скважин в аномальных пластовых условиях и показать расчётный подход к оценке влияющих параметров. Задачи: определить ключевые факторы; записать базовые гидродинамические зависимости; выполнить условный анализ изменения нефтеотдачи при снижении давления; сформулировать практические меры по стабилизации разработки.

Материалы и методы. Методическая основа включает материальный баланс, закон Дарси, анализ индикаторных зависимостей и сравнение сценариев эксплуатации. Для статьи

использованы расчётные данные, предназначенные для демонстрации методики; они не являются измерениями конкретного месторождения.

Базовая зависимость фильтрации: $q = (k \cdot h/\mu \cdot B) \cdot (\bar{p} - pwf) / [ln(re/rw) + s]$.

Коэффициент нефтеотдачи: $\eta = Nдобыт / Nнач \cdot 100\%$.

Индекс продуктивности: $J = q / (\bar{p} - pwf)$.

Здесь, q - дебит нефти; k - эффективная проницаемость; h - эффективная мощность; μ - вязкость; B - объёмный коэффициент; $\bar{p}$ - среднее пластовое давление; pwf – забойное давление; re и rw — радиусы дренирования и скважины; s - скин-фактор; Nдобыт и Nнач — накопленная добыча и начальные извлекаемые запасы.

Фактор	Механизм	Проявление	Мера воздействия
Высокая вязкость нефти	Рост сопротивления фильтрации	Снижение дебита при той же депрессии	Тепловые/химические методы, оптимизация режима
Низкая проницаемость	Ограниченный приток к забою	Низкий индекс продуктивности	ГРП/кислотная обработка по показаниям
Неоднородность пласта	Неравномерное распределение потоков	Прорыв воды и застойные зоны	Селективное воздействие и регулирование потоков
Аномальное давление	Изменение градиента фильтрации	Нестабильный приток	Поддержание давления и оптимизация забойного давления
Обводнение	Замещение нефти водой и рост водопритока	Падение нефтяного дебита	Изоляция обводнённых интервалов, контроль закачки

Результаты. При снижении пластового давления уменьшается перепад давления, обеспечивающий приток жидкости, а для ряда нефтей одновременно меняются газосодержание, объёмный коэффициент и вязкость.

Поэтому простое увеличение депрессии не всегда приводит к пропорциональному росту добычи: возможны рост обводнения, образование конуса воды, увеличение скин-эффекта и ухудшение устойчивости при забойной зоны.

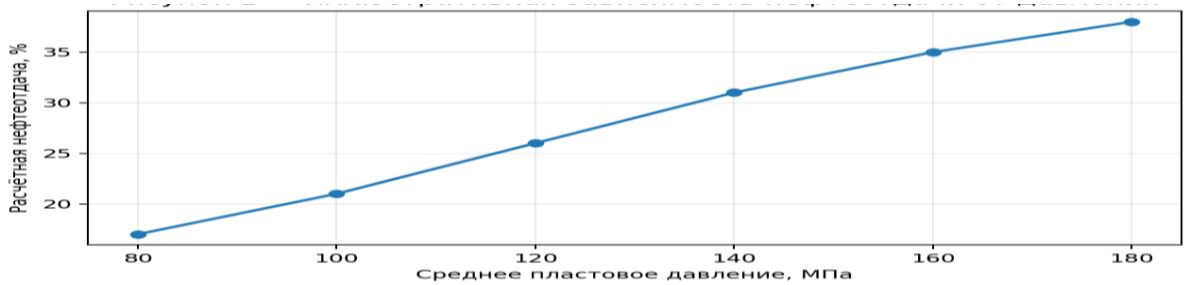


Рис.1. Расчётная зависимость нефтеотдачи от среднего пластового давления.

Обсуждение. Результаты показывают, что понижение нефтеотдачи имеет комплексную природу. В низкопроницаемых и неоднородных коллекторах увеличение депрессии может усиливать фильтрацию по наиболее проницаемым каналам, оставляя часть нефти в слабодренируемых участках. При наличии подошвенной или краевой воды чрезмерная депрессия способствует ускорению водопритока. Поэтому рациональный режим следует выбирать не по максимальному текущему дебиту, а по совокупности нефтяного дебита, темпа обводнения, давления и прогнозируемой конечной нефтеотдачи.

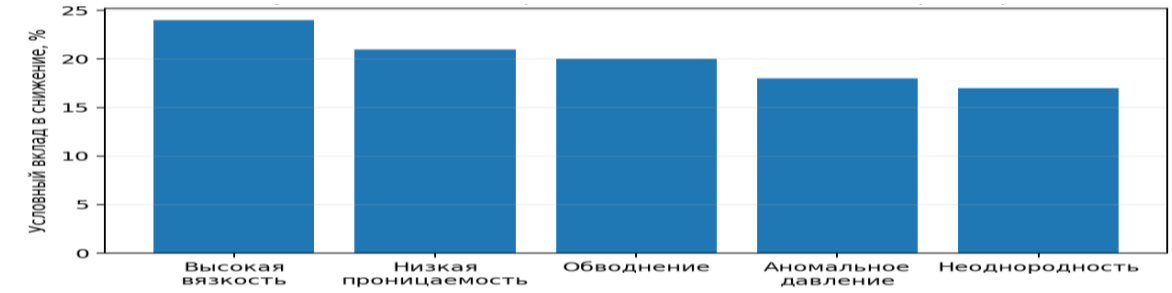


Рис.2. Оценка относительного влияния основных факторов на снижение нефтеотдачи.

Для объектов с аномально высоким давлением особое значение имеют безопасность и управление забойным давлением. Для объектов с истощённым режимом первостепенными становятся поддержание давления, регулирование системы закачки и контроль профиля приемистости.

p̄, МПа	η, %	Интерпретация	Рекомендуемый контроль
180	38	Высокий энергетический потенциал	Контроль забойного давления
140	31	Снижение движущей силы	Анализ PVT и продуктивности
100	21	Рост риска остаточной нефти	Поддержание пластового давления
80	17	Высокая вероятность недренируемых зон	Регулирование системы воздействия

В обоих случаях необходимы регулярные исследования: замеры давления, дебитов нефти и воды, PVT-анализ, ГДИ и оценка неоднородности пласта.

Заключение. Основными причинами снижения нефтеотдачи в аномальных условиях являются ухудшение фильтрационных свойств, неоднородность коллектора, изменение пластового давления, высокая вязкость нефти и обводнение.

Оптимизация только одного параметра — например, увеличение депрессии — не гарантирует роста конечной нефтеотдачи.

Для условий Узбекистана целесообразно применять адаптивное управление: поддержание давления, селективное регулирование водопритока, интенсификацию призабойной зоны и постоянный контроль гидродинамических показателей.

Приведённые численные данные являются иллюстративными и должны заменяться фактическими данными конкретной залежи при инженерном проектировании.

Литература

[1] Kilichev I.K. и др. Efficiency of technologies for intensifying the production of hydrocarbons at the deposits of the Bukhara-Khiva region. 2026.

[2] GEAM Journal. Reservoir characteristics of Jurassic terrigenous deposits in the Kandym Uplift, Bukhara-Khiva Region.

[3] Министерство горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан. Материалы по геологоразведочным работам в Устюртском регионе.

[4] АО «Узбекгеофизика». Материалы по глубокому бурению и геофизическим исследованиям нефтегазовых регионов Узбекистана.

БУРЕНИЕ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

***Бозоров Журабек Туронович*[1], *Абдиев Сарвар Турсунович*[2]**
[1]Доцент, PhD. Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com
[2]Старший преподаватель, Университет экономики и педагогики, Карши, 180100, Узбекистан

Annotatsiya. *Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasining geologik-texnik sharoitlarida chuqur neft va gaz quduqlarini burg‘ilashning xususiyatlari ko‘rib chiqilgan. Asosiy neft va gaz tashuvchi hududlar, chuqurlik intervali, harorat omillari, quduq konstruktsiyasini, burg‘ilash suvi va qarshi portlash uskunasini tanlash xususiyatlari tahlil qilingan. Shuni ko‘rsatadiki, chuqur qatlamlarni yanada o‘rganish seysmika tadqiqotlari, geofizik izlanishlar, zamonaviy bosim boshqarish tizimlari va yo‘naltirilgan burg‘ilash texnologiyalarini kompleks qo‘llashni talab qiladi.*

Kalit so‘zlar: *chuqur burg‘ulash, neft-gaz qudug‘i, O‘zbekiston, Ustyurt, Buxoro-Xiva mintaqasi, burg‘ulash suyuqligi, qatlam bosimi, harorat, geofizik tadqiqotlar.*

Аннотация. *В статье рассмотрены особенности бурения глубоких нефтегазовых скважин в геолого-технических условиях Республики Узбекистан. Проанализированы основные нефтегазоносные регионы, интервалы глубин, температурные факторы, особенности выбора конструкции скважины, бурового раствора и противовыбросового оборудования. Показано, что дальнейшее освоение глубоких горизонтов требует комплексного применения сейсморазведки, геофизических исследований, современных систем управления давлением и технологий направленного бурения.*

Ключевые слова: *глубокое бурение, нефтегазовая скважина, Узбекистан, Устюрт, Бухара-Хивинский регион, буровой раствор, пластовое давление, температура, геофизические исследования.*

Abstract. *The article looks at the specifics of drilling deep oil and gas wells in the geological and technical conditions of the Republic of Uzbekistan. It analyzes the main oil and gas regions, depth intervals, temperature factors, and the features of choosing well design, drilling fluid, and blowout prevention equipment. It shows that further development of deep horizons requires a comprehensive use of seismic surveys, geophysical studies, modern pressure management systems, and directional drilling technologies.*

Keywords: *deep drilling, oil and gas well, Uzbekistan, Ustyurt, Bukhara-Khiva region, drilling mud, formation pressure, temperature, geophysical surveys.*

Введение. Нефтегазовая отрасль Узбекистана характеризуется сложным геологическим строением и перспективностью глубокозалегающих продуктивных горизонтов. Для их вскрытия требуется строительство скважин глубиной 4,5–7,5 км и более. В перспективных районах страны выполняется бурение скважин глубиной 4500–6500 м, а в Устюртском регионе начато бурение поисковой скважины проектной глубиной 7500 м.

Исторический опыт показывает наличие в стране значительного опыта глубокого и сверхглубокого бурения. В Ферганском регионе были пробурены скважины Караджида №4 глубиной 6596 м и Караджида №3 — 5938 м; в Бухаро-Хивинском регионе — 1П-Кокдумалак глубиной 5787 м; в Устюртском регионе — Самская 1П глубиной 5300 м.

Цель работы — рассмотреть основные технологические особенности бурения глубоких скважин в условиях Узбекистана и определить факторы, влияющие на безопасность, скорость и качество строительства скважины.

Методика исследования. Исследование основано на комплексном анализе геологических и технологических факторов: данных о глубинах скважин, температурных условий, устойчивости ствола, управления пластовым давлением, требований к буровым растворам и конструкции скважины, а также результатов геофизических исследований.

Гидростатическое давление столба бурового раствора определяется выражением:

$$\mathbf{Ргид = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot H;}$$

Где, $P_{гид}$ — гидростатическое давление, МПа; ρ — плотность бурового раствора, кг/м³; H - Вертикальная глубина, м, например, при H = 5000 м и ρ = 1200 кг/м³: Ргид ≈ 58,9 МПа.

При проектировании необходимо обеспечить такое давление столба раствора, которое предотвращает проявления пластового флюида, но одновременно не вызывает интенсивного поглощения раствора.

Таблица 1. Характеристика глубокого бурения в отдельных нефтегазоносных регионах Узбекистана

Регион	Характерные глубины, м	Основные особенности	Примечание
Ферганский	5000–6500	Сложное геологическое строение	Есть опыт скважин свыше 6000 м
Бухара-Хивинский	2500–4000; отдельные >5000	Юрские и более глубокие комплексы	Развиваются методы интенсификации
Устюртский	3000–4500; перспективно 4500–7500	Глубокие нижнеюрские и палеозойские горизонты	Ведётся глубокое поисковое бурение
Юго-Западный Гиссар	Переменные	Сложные тектонические условия	Требует индивидуального проектирования

Результаты. При увеличении глубины возрастает комплексность технологических задач. Одним из ключевых факторов становится температура. На скважине №17 Нижневосточного Бердахского участка в Устюртском регионе при глубине 4500 м температура на забое составляла 155 °C. При таких температурах изменяются реологические свойства бурового раствора, увеличивается нагрузка на бурильную колонну и осложняется работа забойного оборудования.

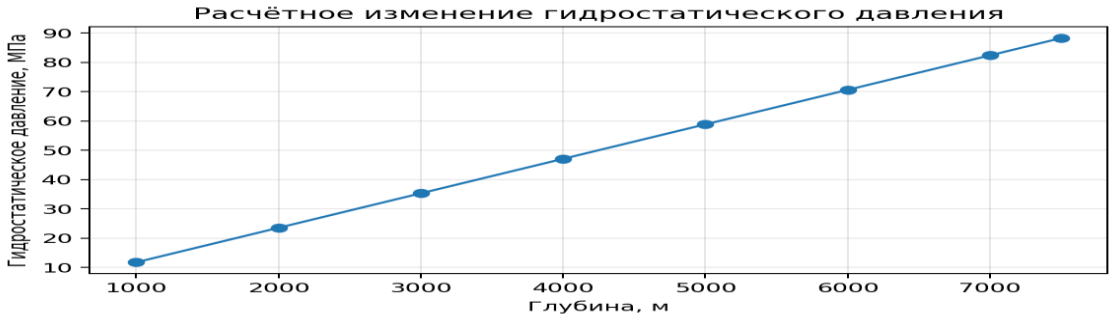


Рис.1. Расчётное изменение гидростатического давления при плотности бурового раствора 1200 кг/м³

Расчёт показывает практически линейное увеличение гидростатического давления с глубиной при постоянной плотности раствора. В реальной скважине плотность раствора изменяется по интервалам в зависимости от пластового давления, устойчивости пород и условий вскрытия продуктивных горизонтов.

С увеличением глубины требуется учитывать увеличение количества обсадных колонн, повышение требований к прочности труб, рост температуры, вероятность поглощения раствора, осложнение контроля пластового давления, увеличение нагрузки на бурильную колонну и продолжительности спуско-подъёмных операций.

Анализ технологических решений. Для условий Узбекистана глубокое бурение целесообразно рассматривать как взаимосвязанную систему «геология — проектирование — бурение — геофизика — испытание». Особенно важное значение имеет предварительная сейсморазведка. В нефтегазоносных районах применяются 2D- и 3D-сейсморазведка, вертикальное сейсмическое профилирование и другие геофизические методы.

Таблица.2. Основные осложнения глубокого бурения и способы их предупреждения

Осложнение	Основная причина	Способ предупреждения
Газонефтепроявление	Высокое пластовое давление	Контроль плотности раствора и давления
Поглощение раствора	Трещиноватость, высокое забойное давление	Оптимизация плотности и реологии
Прихват инструмента	Неустойчивость ствола, шлам	Улучшение очистки ствола
Высокая температура	Большая глубина	Термостойкие растворы и оборудование
Обрушение стенок	Неустойчивые породы	Правильный выбор плотности раствора
Износ инструмента	Большая механическая нагрузка	Оптимизация режима бурения
Потеря устойчивости колонны	Большая длина бурильной колонны	Расчёт прочности и крутящего момента

Механическая скорость бурения определяется:

$$\mathbf{V_m = H / t_\beta}$$

где V_m — механическая скорость бурения, м/ч; H — пробуренный интервал, м; t_β — время непосредственного бурения, ч.

Полное календарное время можно представить выражением:

$$\mathbf{T\Sigma = T_\beta + TCПО + Трем + Тосл}$$

где T_β — время бурения; ТСПО — время спуско-подъёмных операций; Трем — ремонтное время; Тосл — время ликвидации осложнений. Средняя проходка за календарное время определяется:

$$\mathbf{Vcp = H / T\Sigma}$$

Для оценки эффективности глубокого бурения необходимо учитывать не только механическую скорость, но и непроизводительное время.

Заключение. Бурение глубоких скважин в условиях Узбекистана является важным направлением дальнейшего изучения глубоких нефтегазоносных комплексов. Геологические особенности Устюртского, Бухара-Хивинского и Ферганского регионов требуют индивидуального подхода к проектированию конструкции скважины, выбору бурового раствора и режимов бурения.

При глубинах 4500–6500 м и более особое значение приобретают управление пластовым давлением, температурный режим, устойчивость ствола, прочность обсадных колонн и качество геофизического сопровождения. Практический опыт Узбекистана подтверждает возможность строительства таких скважин, а начало бурения скважины проектной глубиной 7500 м в Устюртском регионе свидетельствует о расширении глубинного поискового бурения.

Перспективным направлением является комплексирование 3D-сейсморазведки, геолого-технологических исследований, цифрового контроля параметров бурения, современных буровых растворов и высокотемпературного забойного оборудования. Это позволит снизить вероятность осложнений и повысить качество вскрытия перспективных продуктивных горизонтов.

Литература

[1] Министерство горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан. Материалы по геологоразведочным работам в Устюртском регионе.

[2] АО «Узбекгеофизика». Материалы по глубокому бурению и геофизическим исследованиям нефтегазовых регионов Узбекистана.

[3] Ruzmanov F.I. и др. Ways to create a quality wellbore for smooth casing flow. 2020.

[4] Kilichev I.K. и др. Efficiency of technologies for intensifying the production of hydrocarbons at the deposits of the Bukhara-Khiva region. 2026.

[5] GEAM Journal. Reservoir characteristics of Jurassic terrigenous deposits in the Kandym Uplift, Bukhara-Khiva Region.

[6] He, F., Huang, X., Yang, Y., Bu, C., Xing, H., Pu, L., Zhang, S. Review on Critical Liquid Loading Models and Their Application in Deep Unconventional Gas Reservoirs. Frontiers in Energy Research, 12, 2024, 1407384. https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1407384.

POLISTIROL CHIQINDISI ASOSIDA OLINGAN MATERIALNING IQ-SPEKTROSKOPIK TAHLILI

Jo‘rayev Asrorbek Muzafar o‘g‘li. Maxmayorov Jasur Bozorovich
Qarshi davlat texnika universiteti. Qarshi. O‘zbekiston. E mail: asror_djorayev@mail.ru
Iqtisodiyot pedagogika universiteti. Qarshi. O‘zbekiston.

Annotatsiya. *Ushbu maqolada polistirol chiqindisini ikkilamchi qayta ishlash asosida polimer materiallari olish va olingan yangi polimer materialining xossalarini o‘rganish nazarda tutilgan. Yangi turdagi polimer materiallari olishda tabiiy polimer chiqindilari, talk, stearin kislotasi, kimyoviy bog‘lovchi vosita va karboksimetilsellyulozalardan foydalanilgan. Polistirol chiqindisi asosida olingan yangi turdagi polimer material namunalarining IQ-spektroskopik tahlili o‘rganilgan. Olingan polimer materiali mexanik va termik xossalarning IQ-spektri ko‘rsatkichlariga bog‘liqligi ilmiy va nazariy jihatdan o‘rganilgan. Polistirol matritsasi tarkibiga qo‘shilgan komponentlarning yangi polimer materiali fizik-mexanik xossalariga ta’siri atroflicha tahlil qilingan va nazariy jihatdan asoslangan. Maqolada olingan tadqiqot natijalari toza polistirol namunalariga nisbatan taqqoslash orqali ilmiy asoslangan.Tadqiqotlar natijasida olingan materialning fizik-mexanik xossalari namuna tarkibiga qo‘shilgan komponentlarning kimyoviy tabiati, tarkibi, komponentlarning nisbati va tuzilishiga uzviy bog‘liq ekanligi o‘rganilgan.*

Kalit so‘zlar: *polistirol, polimer material, talk, suyak uni, natriykarboksimetisellyuloza, IQ-spektroskopiya, stearin kislota, modifikatsiyalash, metelenbisakrilamid.*

Аннотация. *В данной статье рассматриваются вопросы получения полимерных материалов путем переработки отходов полистирола и исследования свойств полученных новых материалов. При синтезе этих материалов использовались отходы природных полимеров, тальк, стеариновая кислота, химический связующий агент и карбоксиметилцеллюлоза. Был проведен ИК-спектроскопический анализ образцов новых полимерных материалов, полученных из отходов полистирола. Взаимосвязь между механическими и теплофизическими свойствами полученного материала и его ИК-спектральными характеристиками была изучена с научной и теоретической точек зрения. Было проведено комплексное исследование и теоретическое обоснование влияния вводимых компонентов на физико-химические и механические свойства нового полимерного материала. Достоверность полученных результатов подтверждена путем их сопоставления с образцами чистого полистирола. Установлено, что физико-химические и механические свойства полученного материала взаимосвязаны с химической природой, составом, соотношением компонентов и структурными характеристиками используемых добавок.*

Ключевые слова: *полистирол, полимерный материал, талк, костная мука, натрийкарбоксиметилцеллюлоза, ИК-спектроскопия, стеариновая кислота, модификация, метиленбисакриламид.*

Abstract. *This article examines the production of polymer materials through the processing of polystyrene waste and the investigation of the properties of the resulting new materials. Natural polymer waste, talc, stearic acid, a chemical binding agent, and carboxymethyl cellulose were used in the synthesis of these materials. IR spectroscopic analysis was performed on samples of the new polymer materials derived from polystyrene waste. The relationship between the mechanical and thermophysical properties of the resulting material and its IR spectral characteristics was analyzed from both scientific and theoretical perspectives. A comprehensive study and theoretical justification regarding the influence of the added components on the physicochemical and mechanical properties of the new polymer material were conducted. The validity of the results was confirmed by comparing them with samples of pure polystyrene. It was established that the physicochemical and mechanical properties of the resulting material are correlated with the chemical nature, composition, component ratios, and structural characteristics of the additives used.*

Keywords: *polystyrene, polymer material, talc, bone meal, sodium carboxymethyl cellulose, IR spectroscopy, stearic acid, modification, methylenebisacrylamide.*

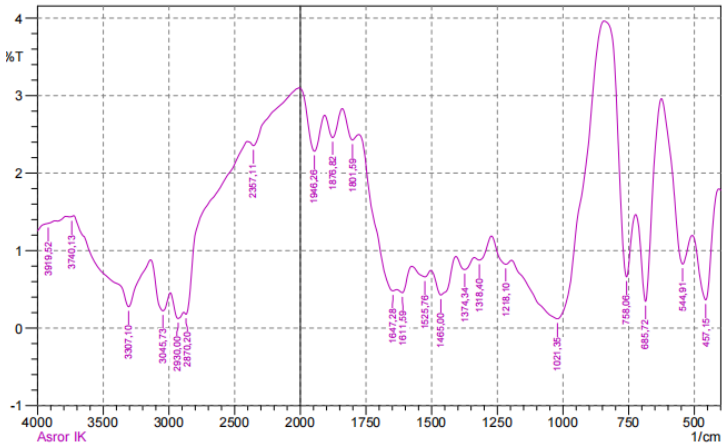
Kirish. Hozirgi kunda chiqindilardan maqsadli foydalanish borasida juda ko‘plab amaliy va ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu sohada kompozitsion materiallar olish borasida keng ko‘lamli amaliy ishlar bajarilmoqda. Shu o‘rinda polistirol chiqindisi tarkibiga turli xil organik va noorganik to‘ldiruvchilar, bog‘lovchilar va kimyoviy qo‘shimchalar qo‘shib kompozitsion materiallar olish muhum ahamiyat kasb etadi. Bunday usulda olingan kompozitsion materiallar o‘zining mustahkamligi, moslashuvchanligi va yengilligi tufayli sanoatda va xalq xo‘jaligining barcha tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Tadqiqotlar davomida polimer chiqindilari asosida olingan materiallarning tashqi ko‘rinishiga qarab umumiy xususiyatlari haqida yaxshi tushunchalarni olish mumkin. Ammo ushbu kompozitsion materiallar tarkibiga kirgan komponentlarning orasidagi o‘zaro bog‘lanishlar va bir-biriga bo‘lgan ta’sir mexanizmlari haqida zamonaviy fizik-tadqiqot usullarisiz yaxlit ma’lumotlarni bilish qiyin [1; 2].

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqot ishida turli xil ma’ishiy buyumlardan chiqqan polistirol materiali, tabiiy chiqindilar hisoblangan suyak uni, talk, karboksimetilsellyuloza, stearin kislotasi va metilenbisakrilamidlar tadqiqot o,’ekti sifatida olingan. Tadqiqotda IQ-spektroskopiya usuli va polimer materiallarini ikkilamchi qayta ishlash usullaridan foydalanilgan.

Natijalar va muhokama. Ushbu tadqiqot ishida turli xil ma’ishiy buyumlardan chiqqan polistirol asosida yangi xususiyatlarga ega bo‘lgan bioparchalanuvchi polimer materiallari olingan. Polistirol chiqindisi tarkibiga tabiiy polimer chiqindilar, kimyoviy bog‘lovchi vosita va to‘ldiruvchilar qo‘shildi. Tadqiqot natijasida olingan yangi polimer materiali mustahkam, moslashuvchan, yengil, termik barqartor va adgeziyaga chidamli ekanligi aniqlandi. Shu o‘rinda ushbu kompozitsion material tarkibidagi komponentlarning bir biriga bo‘lgan ta‘siri ham o‘rganildi. Tadqiqotlar davomida olingan polimer kompozitsion materialda polistirol bog‘lovchi asos sifatida asosiy polimer matritsa vazifasini o‘taydi. U barcha komponentlarni bir butunlikda birlashtirish bilan birga, polimer materialiga plastiklik, qoliplanish va yakuniy forma-shaklini beradi. Bundan tashqari komponent sifatida qo‘shilgan suyak uni esa tabiiy organik to‘ldiruvchi bo‘lib, materialning tannarxini kamaytiradi, unga qattiqlik beradi va biologik parchalanish xossasini oshirishga yordam beradi. Shuningdek, suyak tarkibidagi kalsiy fosfat hisobiga polimer materialning mexanik mustahkamligi oshadi. Polistirol tarkibiga kiritilgan shox qirindisi esa kollagenli - keratinli organik to‘ldiruvchi hisoblanadi. Shox qirindisi o‘z tabiatiga ko‘ra tolali tuzilishga ega bo‘lgani sababli hosil qilingan polimer materiali ichida armaturalovchi (mustahkamlovchi) vazifani ham bajaradi. Bu esa ushbu polimer materialining sinishga va zarbaga chidamliligini oshiradi. Komponentlardan yana biri hisoblangan talk mineral to‘ldiruvchi hisoblanib, materialning zichligini oshiradi, qisqarishni (shrinkage) kamaytiradi, issiqlikka chidamliligini oshiradi va sirtini silliqlaydi. Shuningdek, u polimer kompozitsion aralashmaning idishdan quyilishini va qolipdan oson ko‘chishini yaxshilaydi. Polistirol matritsasi tarkibiga kiritilgan natriykarboksimetilsellyuloza suvda eruvchan polimer hisoblanib, u kompozitsion araalshmani quyuqlashtiradi. U gidrofob (suvni yoqtirmaydigan) polistirol va gidrofil (suvni yaxshi ko'radigan) tabiiy to‘ldiruvchilar (suyak uni, shox) o‘rtasida

fazalararo bog‘lanishni yaxshilaydi, kompozitsion aralashmaga bir xillikni (gomogenlik) beradi. Kimyoviy bog‘lovchi sifatida qo‘shilgan metilenbisakrilamid (MBAA) tikuvchi agent (cross-linking agent) bo‘lib xizmat qiladi. U kompozitsion aralashmadagi polimer zanjirlarini bir-biri bilan kimyoviy bog‘laydi, to‘rsimon tuzilishni hosil qiladi. Bu esa ushbu polimer materialining erish harorati va agressiv muhit ta‘siriga chidamliligini oshiradi va mexanik mustahkamligining keskin darajada oshishiga olib keladi. Polistirol matritsasi tarkibiga yana bir komponent stearin kislotasini qo‘shish polimer materialini plastifikatsiyalanishiga olib keladi. Xuddi shuningdek, kompozitsion aralashmani qayta ishlashda ya’ni presslash yoki ekstruziyalash jarayonini osonlashtiradi, ichki ishqalanishni kamaytiradi va tayyor mahsulotning qolipga yopishib qolishining oldini oladi.

Ushbu tadqiqotlarda olingan polimer materiali PST-5 namunasining IQ-spektrida komponentlarning poliostirol matritsasiga tikilishi, kimyoviy bog‘lanishi va hosil bo‘luvchi bog‘lar tabiati o‘rganildi. Quyidagi 1-rasmda PST-5 namunasining IQ-spektri va 1-jadvalda ushbu PST-5 namunasi IQ-spektridagi bog‘lanishlarning matematik qiymatlari haqidagi ma‘lumotlari keltirilgan. Olingan polimer materiali tarkibidagi komponentlar funksional guruhlarining asosiy bog‘lanishlari to‘g‘risida shu narsani aytish mumkinki, PST-5 namunasidagi materialning IQ-spektridagi 544,9 sm^{-1} va 685,72 sm^{-1} sohalaridagi yutilish chiziqlari polimer materiali tarkibdagi asosiy komponentlardan biri bo‘lgan suyak unidagi gidroksifosfat va talk tarkibidagi Mg-O guruhlariga tegishli ekanligidan dalolat beradi. Ushbu sohadagi yutilish chiziqlari fosfat anionidagi fosfor-kislorod bog‘larining deformatsion (egilish) tebranishlariga to‘g‘ri keladi. Gidroksifosfat spektri odatda 560–570 sm^{-1} atrofida yaqqol dublet (qo‘sh cho‘qqi) shaklida namoyon bo‘ladi, ammo tadqiqot davomida olingan PST-5 polimer materiali muhitida va material tarkibidagi boshqa minerallar ta’sirida u 544,91 sm^{-1} sohagacha siljishi mumkin. Xuddi shuningdek, ushbu sohaga siljishda talk tarkibidagi magniy-kislorod (Mg–O) bog‘larining past chastotali tebranishlari ham qo‘shimcha hissa qo‘shadi.



1-rasm. PST-5 namunasining IQ-spektri

IQ-spektrdagi 685,72 sm^{-1} sohadagi yutilish chiziqlari polimer materialining asosi bo‘lgan polistirol polimeriga xos bo‘lgan eng kuchli va klassik chiziqlardan biri bo‘lib, polistirol zanjiriga yopishgan mono-o‘rinbosarli benzol (fenil) halqasining tekislikdan tashqaridagi deformatsion tebranishlariga mos keladi. Odatda toza polistirol spektrida bu guruh 695–700 sm^{-1} atrofida juda kuchli cho‘qqini beradi. Olingan polimer materiali tarkibidagi bog‘lovchi metilenbisakrilamid (MBAA) va stearin kislotasi bilan o‘zaro ta’sirlashuvi hamda molekulalararo kuchlar hisobiga u 685,72 sm^{-1} qiymatiga siljiganligini ko‘rish mumkin.

1-jadval.

PST-5 namunasi IQ-spektri ma‘lumotlari

No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	457,15	0,3643	1,1352	508,26	407	209,7987	24,2113
2	544,91	0,8266	0,9137	624,96	509,23	211,4441	11,853
3	685,72	0,3444	1,6985	723,34	625,93	186,4086	22,8785
4	758,06	0,6613	1,5147	842,93	724,3	204,7817	15,4178
5	1021,35	0,1205	2,2871	1195,92	843,89	768,1347	159,8953
6	1218,1	0,8235	0,1405	1272,11	1196,88	153,0251	3,1767
7	1318,4	0,8787	0,1155	1337,69	1273,07	130,13	2,0804
8	1374,34	0,7561	0,1622	1407,13	1338,66	142,7376	3,2398
9	1465	0,4271	0,3894	1502,61	1408,1	210,9431	14,3102
10	1525,76	0,6613	0,1001	1574,95	1503,58	153,2987	2,4825
11	1611,59	0,4571	0,1486	1631,85	1575,91	125,5986	2,7101
12	1647,28	0,4816	0,2165	1776,52	1632,81	282,707	4,3342
13	1801,59	2,4277	0,1991	1840,17	1777,48	99,8531	1,0911
14	1876,82	2,4584	0,3278	1906,72	1841,13	103,7856	1,8466
15	1946,26	2,2833	0,6017	2007,02	1907,68	156,8651	4,4149
16	2357,11	2,355	0,1341	2403,41	2007,98	617,4701	1,3378
17	2870,2	0,1797	0,1036	2887,56	2404,37	895,5537	1,7272
18	2930	0,1244	0,1836	2988,83	2888,53	270,2515	17,7671
19	3045,73	0,2236	0,3911	3139,28	2989,79	359,8149	31,1512
20	3307,1	0,2759	0,7681	3724,7	3140,25	1258,6176	120,8494
21	3740,13	1,4374	0,0032	3743,03	3725,67	31,9485	0,0071
22	3919,52	1,3514	0,0008	3920,49	3874,19	86,3165	0,0334

IQ-spektrdagi 758,06 sm^{-1} va 1021,35 sm^{-1} yutilish sohalari ham ushbu polimer materialining ikkita eng asosiy komponenti - polistirol polimer matritsasi hamda mineral to‘ldiruvchi talk (va qisman NaKMS) mavjudligini to‘g‘ridan-to‘g‘ri isbotlaydi. Polistiroldagi mono-o‘rinbosarli benzol halqasidagi C–H bog‘larining tekislikdan tashqaridagi deformatsion egilish tebranishlariga (*out-of-plane C–H bending*) tegishli ekanligidan dalolat beradi. Odatda toza polistirolda bu cho‘qqi 750–760 sm^{-1} atrofida juda kuchli va intensive ko‘rinishni oladi. Yuqorida ko‘rib chiqilgan 685,72 sm^{-1} sohadagi yutilish chizig‘i bilan birgalikda bu guruh polistirolning PST-5 polimer materialidagi miqdori yuqoriligidan dalolat beradi. PST-5 namunasi IQ-spektridagi 1021,35 sm^{-1} sohadagi yutilish chizig‘i eng kuchli yutilish sohalaridan biri bo‘lib, polimer materiali tarkibidagi NaKMS (natriy-karboksimetilsellyuloza) minerali tarkibidagi uglevod zanjirlariga tegishliligidan dalolat beradi. Talk tarkibidagi silikat karkasining, ya'ni Si–O–Si bog‘larining valent nosimmetrik tebranishlari (*Si–O–Si asymmetric stretching,* talk uchun 1000–1040 sm^{-1} sohasi eng intensiv) va NaKMS tarkibidagi sellyuloza halqasining C–O–C va C–O bog‘larining valent tebranishlari ham ushbu sohada namoyon bo‘lishiga kuchli hissa qo‘shadi (odatda 1020–1060 sm^{-1} oralig‘ida namoyon bo‘ladi).

Ushbu tadqiqotlar natijasida olingan PST-5 polimer materiali mexanik va termik xossalarning IQ-spektri ko‘rsatkichlariga bog‘liqligi to‘g‘risidagi ma‘lumotlar quyidagi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

PST-5 polimer materiali mexanik va termik xossalarning IQ-spektri ko‘rsatkichlari bilan bog‘liqligi

Ko‘rsatkich / Xossa	Kutilayotgan samara va o‘zgarishlar	IQ-spektrdagi korrelatsiyasi
Mustahkamlik chegarasi (Tensile/Flexural Strength)	Ortadi. Talk va suyak uni polimer zanjirlari orasidagi bo‘shliqlarni to‘ldiradi. MBAA esa zanjirlarni tikib, komponentlarning polimer matretsasi bo‘yicha teng taqsimlaydi.	1647 sm^{-1} (Amid) va 544,9 sm^{-1} (P–O) cho‘qqilari polistirol matritsasi va mineral to‘ldiruvchilarning o‘zaro mustahkam bog‘langanligini ko‘rsatadi.
Nisbiy cho‘zilish (Elongation at break)	Kamayadi (material mo‘rtlashadi). Polistirolning o‘zi mo‘rt, unga mineral to‘ldiruvchilar (talk, suyak uni) qo‘shilishi plastiklikni kamaytiradi. Biroq, shox qirindisi (keratin) va stearin kislotasi elastiklikni qisman saqlaydi.	3200–3044 sm^{-1} sohasidagi oqsil vodorod bog‘lari va stearin kislotaning moylovchi effekti materialga ma‘lum darajada qayishqoqlik beradi.
Termik barqarorlik (TGA bo‘yicha parchalanish nuqtasi)	Yuqori haroratlarga siljiydi. Toza polistirolga qaraganda, kompozit-ning parchalanish harorati (T_d) yuqori bo‘ladi. Talk va suyak uni termik ekran (to‘siq) vazifasini o‘taydi.	1021,35 sm^{-1} (Si–O–Si) va 457,15 sm^{-1} sohalaridagi kuchli mineral karkas chiziqlari materialning yuqori termik chidamliligidan dalolat beradi.

Parchalanish bosqichlari (TGA/DTA egri chiziqlari)	Ko‘p bosqichli parchalanish. 1-bosqich: NaKMS va oqsil namligi hamda stearin kislota (100-250°C). 2-bosqich: Polistirol va keratin destruksiyasi (350-450°C). Kondensatsiyalangan qoldiq (koks) miqdori talk va suyak uni hisobiga yuqori bo‘ladi.	Spektrda ham organik guruhlar (1647, 758 sm^{-1}), ham yuqori haroratda parchalanmaydigan mineral karkas (Mg–O, Si–O) chiziqlari birgalikda mavjudligi buni tasdiqlaydi.

Xulosa. IQ- spektroskopiyasi natijalari materialning mexanik sinovlari va termik tahlil (DTA/TGA) ma’lumotlari bilan to‘liq mos keladi (korrelatsiya hosil qiladi). Spektrdagi 1647 sm^{-1} (amid), 1021,35 sm^{-1} (Si–O–Si) sohalarida kuzatilgan kuchli intensiv yutilish chiziqlari tikuvchi agent (MBAA) hamda material tarkibidagi minerallarning o‘zaro ta’sirlashuvlari natijasida polistirol matritsasi bilan muvaffaqiyatli gibridlashganini ko‘rsatadi. Bu esa olingan polimer materialining mexanik mustahkamligi oshishiga va yuklama ostida deformatsiyaga chidamliligiga zamin yaratadi. TGA/DTA tahlillarida materialning destruksiya harorati toza polistirolga nisbatan yuqori haroratlar sohasiga siljishi aniqlandi. Bunga sabab spektrdagi 544,9 sm^{-1} va 457,15 sm^{-1} to‘lqin uzunlikdagi sohalarda namoyon bo‘lgan gidroksifosfat hamda talk minerallarining yuqori termik barqarorligi bilan izohlanadi. Ular termofizik jarayonlarda issiqlik oqimini to‘suvchi “ekran” vazifasini bajarib, polimer karkasning termodestruksiyasini sekinlashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. Маматова Ш.Б., Қурбанов М.Ж. “Полиэтилен чиқиндиларини қайта ишлаш асосида қурилиш материаллари олиш” Тошкент кимё-технология институти Янгиер филиали “Замонавий кимёвий ва физикавий технологияларда парадигмалар: анъаналар ва инновацион ёндашувларни ўзаро таъсири” халқаро илмий-техникавий анжуман мақолалари тўплами. 2022-йил. 50-б.

2. Маматова Ш.Б., Қурбанов М.Ж. “Иккиламчи полиэтилен ва модификацияланган олтингугурт асосида полимер композицион материал олиш” Navoiy davlat pedagogika instituti “Kimyo va kimyoviy texnologiyaning dolzarb muammolari va yechimlari” ilmiy-amaliy konferensiyasi 2023-yil. 398-b.

YUQORI SERIYALI VAKUUM GAZOYLIDAN DISTILLAT FRAKSIYALAR OLISH VA OLTINGUGURTLI BIRIKMALARNI KAMAYTIRISHDA OKSIDLOVCHI OLDINDAN ISHLOV BERISH HAMDA TERMIK KREKINGNING INTEGRALLASHGAN TEXNOLOGIYASI

Ergashev Olim Raxmatullayevich
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O‘zbekiston
ergashevolim459@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada yuqori seriyali vakuum gazoylini chuqur qayta ishlashda oksidlovchi oldindan ishlov berish va termik krekingni ketma-ket qo‘llashga asoslangan texnologik yondashuv yoritilgan. Maqsad og‘ir xomashyodan distillat fraksiyalarini olish bilan birga suyuq mahsulotlarda oltingugurtli birikmalar to‘planishini kamaytirish imkoniyatini belgilashdan iborat. Tajriba ma’lumotlari umumlashtirilib, vakuum gazoylining tarkibi, 450 va 475 °C sharoitidagi termik o‘zgarishlari, material balansi, fraksiyalar bo‘yicha oltingugurt taqsimoti va tiophen qatori birikmalarining hosil bo‘lishi yagona tizimda bayon etildi. Oddiy termik krekingda og‘ir molekulalar parchalanib, distillatlar chiqishi ortadi, biroq past molekulyar seroaromatik birikmalar ham hosil bo‘ladi va oltingugurtning suyuq fazadan chiqarilishi cheklangan bo‘lib qoladi. Oldindan oksidlash seroshlik komponentlarining termik barqarorligini pasaytirib, ularning gazsimon va qattiq mahsulotlarga o‘tishini kuchaytiradi. Oksidlangan xomashyoning qutbli qismida oltingugurtning suyuq mahsulotdan chiqishi ayniqsa yaqqol bo‘lib, buning bilan birga gaz va koks hosil bo‘lishi ham*

kuchayadi. Natijalar distillat chiqishi, oltingugurtning taqsimlanishi va ikkilamchi kondensatsiya jarayonlarini birgalikda boshqarish zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: *vakuum gazoyli, yuqori seriyali xomashyo, termik kreking, oksidlovchi ishlov, desulfurizatsiya, tiophen, benzotiophen, dibenzotiophen, distillat fraksiyasi, koks.*

Аннотация. *В статье рассмотрен интегрированный подход к глубокой переработке высокосернистого вакуумного газойля путем сочетания предварительного окислительного воздействия и последующего термического крекинга. Целью является получение дистиллятных фракций при одновременном снижении накопления сернистых соединений в жидких продуктах. Обобщены данные о составе сырья, материальном балансе, распределении серы по фракциям и изменении производных тиофена, бензотиофена и дибензотиофена при различных температурах и продолжительности процесса. Обычный термический крекинг способствует образованию дистиллятов, но сопровождается формированием низкомолекулярных сероароматических соединений, поэтому удаление серы из жидкой фазы остается ограниченным. Предварительное окисление снижает термическую устойчивость серосодержащих структур и усиливает их переход в газообразные и твердые продукты. Наиболее выраженное снижение серы наблюдается при термической обработке полярных продуктов окисления, одновременно сопровождающейся интенсивным газо- и коксообразованием. Показано, что выбор режима должен основываться на совокупности выхода дистиллятов, распределения серы и образования вторичных продуктов.*

Ключевые слова: *вакуумный газойль, высокосернистое сырье, термический крекинг, окислительная обработка, обессеривание, тиофен, бензотиофен, дибензотиофен, дистиллятные фракции, кокс.*

Abstract. *The paper presents an integrated approach to deep processing of high-sulfur vacuum gas oil by combining preliminary oxidative treatment with subsequent thermal cracking. The objective is to increase the formation of distillate fractions while limiting the accumulation of sulfur-containing compounds in liquid products. Experimental data were consolidated into a unified description of feed composition, material balance, sulfur distribution among boiling-range fractions, and changes in thiophene, benzothiophene and dibenzothiophene derivatives. Conventional thermal cracking promotes the formation of distillates but also generates low-molecular-weight sulfur-aromatic compounds, so sulfur removal from the liquid phase remains limited. Preliminary oxidation lowers the thermal stability of sulfur-containing structures and facilitates their conversion into gaseous and solid products. The strongest decrease in liquid-phase sulfur is observed for polar oxidation products, although gas and coke formation also become more intense. The results show that process conditions should be selected by simultaneously considering distillate yield, sulfur distribution and secondary reactions.*

Keywords: *vacuum gas oil, high-sulfur feedstock, thermal cracking, oxidative treatment, desulfurization, thiophene, benzothiophene, dibenzothiophene, distillate fractions, coke.*

Kirish. Og‘ir va yuqori seriyali neft xomashyosining ulushi ortishi bilan vakuum distillatlarini chuqur qayta ishlashning samarali usullarini ishlab chiqish muhimlashmoqda. Vakuum gazoylida yuqori molekulyar uglevodorodlar, smolalar va geteroatomli komponentlar konsentratsiyalangan bo‘lib, ularning termik destruksiyasi bir vaqtning o‘zida parchalanish, sikllanish, aromatlashish va kondensatsiya reaksiyalari bilan kechadi. Natijada distillatlar bilan birga gaz va koks hosil bo‘ladi.

Yuqori seriyali xomashyoni termik kreking qilishda oltingugurtning bir qismi suyuq mahsulotlarda saqlanib qoladi. Bunda smolalar va yuqori molekulyar seroshlik komponentlarining parchalanishi natijasida tiophen, benzotiophen va dibenzotiophen hosilalari shakllanishi mumkin. Ularning distillatlarda to‘planishi mahsulot sifatiga salbiy ta’sir qiladi. Shu sababli xomashyoni termik bosqichdan oldin oksidlab, seroshlik molekulalarining reaktivligini oshirish maqsadga muvofiq yo‘nalish hisoblanadi.

Ushbu maqolada berilgan ikki tadqiqotdagi tajriba ma’lumotlari yagona ilmiy yondashuvga keltirilib, yuqori seriyali vakuum gazoylini oksidlovchi oldindan ishlov berish va termik kreking asosida qayta ishlashning yangi umumlashtirilgan modeli bayon etildi.

Materiallar va usullar. Tadqiqot obyekti sifatida Novokuybishev neftni qayta ishlash zavodining vakuum gazoyli olingan. Xomashyo tarkibida moylar 91,3%, smolalar 8,6%, asfaltenlar 0,1% massa va oltingugurt taxminan 2,02% massani tashkil etadi. Qaynash boshlanishi 201 °C bo‘lib, 200–360 °C fraksiyasi 18,5%, 360 °C dan yuqori qaynaydigan qismi 81,5% ni tashkil qiladi. Oltingugurtning asosiy qismi moyli komponentlar bilan bog‘langan.

Termik kreking 450 va 475 °C haroratlarda turli davomiyliklarda olib borilgan. Oksidlangan vakuum gazoyli hamda uning qutbli va qutbsiz qismlari uchun 475 °C sharoitidagi natijalar alohida hisobga olingan. Oksidlash vodorod peroksid va chumoli kislotasi aralashmasida amalga oshirilgan, keyin mahsulot silikagel yordamida qutbli va qutbsiz qismlarga ajratilgan.

Fraksion tarkib imitasion distillatsiya, umumiy oltingugurt rentgen-fluoresans usulida, seroshlik birikmalari esa gaz-suyuqlik xromatografiyasi va oltingugurtga selektiv alangali-fotometrik detektor bilan aniqlangan. Material balansida gaz chiqishi va koks miqdori reaktor massasining tajribadan oldingi va keyingi farqlari asosida hisoblangan.

Natijalar va muhokama.Boshlang‘ich vakuum gazoylining yuqori qaynaydigan qismi katta bo‘lgani uchun termik destruksiya natijasida distillat hosil bo‘lishi uchun yetarli molekulyar zaxira mavjud. 450 °C da kreking davomiyligi ortishi og‘ir komponentlarning parchalanishini kuchaytiradi. Biroq jarayon chuqurlashgani sari gaz va qattiq mahsulotlar miqdori ham oshadi. 2025-yilgi ma’lumotlarda distillat fraksiyalari chiqishining 46% massagacha ortishi qayd etilgan, lekin suyuq mahsulotdagi oltingugurt faqat cheklangan darajada kamaygan.

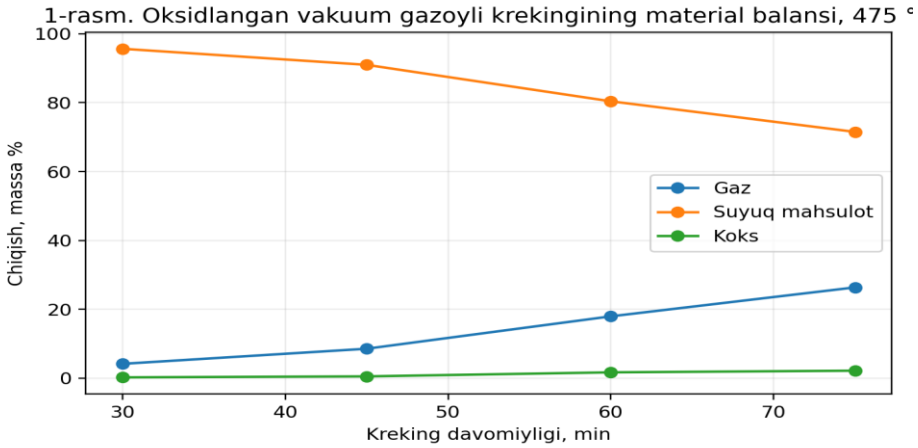
450 °C da tiophen gomologlari 30–150 minut davomida 0,57 dan 1,70% gacha, benzotiophen gomologlari 1,87 dan 5,17% gacha oshgan. Dibenzotiophen gomologlari esa 6,07 dan 0,97% gacha kamaygan. 475 °C da tiophen va benzotiophen hosil bo‘lishi tezlashib, 60 minutda mos ravishda 1,72 va 4,53% ga yetgan. Bu ma’lumotlar yuqori haroratda past molekulyar seroaromatik birikmalar shakllanishi kuchayishini ko‘rsatadi.

Oltingugurtning qaynash oralig‘i bo‘yicha taqsimlanishida ham sezilarli o‘zgarish kuzatiladi. 450 °C da >360 °C fraksiyasidagi oltingugurt 30 minutdagi 0,98% dan 150 minutda 0,27% gacha kamaygan. 475 °C da n.k.–200 °C fraksiyasidagi oltingugurt 0,53 dan 0,97% gacha ortgan. Demak, og‘ir fraksiyalarning parchalanishi natijasida hosil bo‘lgan yorug‘ fraksiyalarga past molekulyar seroshlik komponentlari ham o‘tadi.

1-jadval. Vakuum gazoylining asosiy tavsifi

Ko‘rsatkich	Qiymat	Birlik
Moylar	91,3	massa %
Smolalar	8,6	massa %
Asfaltenlar	0,1	massa %
Oltingugurt	2,02	massa %
Qaynash boshlanishi	201	°C
200–360 °C fraksiya	18,5	massa %
>360 °C fraksiya	81,5	massa %

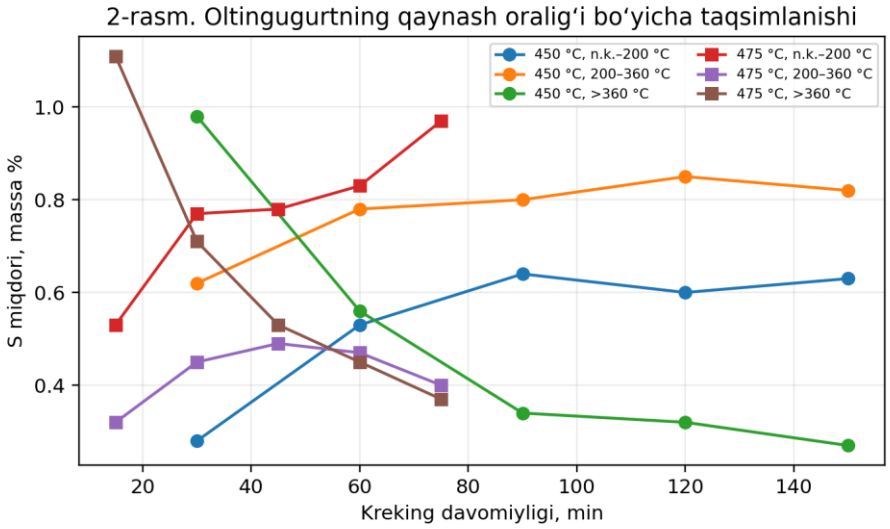
Oldindan oksidlash yuqori molekulyar seroshlik komponentlarining termik barqarorligini pasaytiradi. Oksidlangan vakuum gazoyli 475 °C da ishlanganda 30–75 minut oralig‘ida gaz chiqishi 4,13 dan 26,34% gacha, koks 0,20 dan 2,14% gacha ortgan, suyuq mahsulot esa 95,67 dan 71,52% gacha kamaygan. Shu bilan birga, suyuq mahsulotdagi oltingugurt 1,191 dan 0,666% gacha pasaygan. Bunday o‘zgarish oksidlangan seroshlik strukturalarining osonroq parchalanishi va qisman qattiq hamda gazsimon mahsulotlarga o‘tishi bilan izohlanadi.



1-rasm. Oksidlangan vakuum gazoylining 475 °C dagi termik krekingida material balansining o‘zgarishi.

Oksidlangan mahsulotni qutbli va qutbsiz qismlarga ajratish termik reaksiyalarning yo‘nalishini aniqroq ko‘rsatadi. Qutbsiz qismda oltingugurtning boshlang‘ich miqdori past bo‘lsa-da, termik ishlov davomida tiophen qatori hosilalarining shakllanishi davom etadi. Bu holat seroshlik komponentlarining sikllanish va aromatlashish orqali yangi seroaromatik tuzilmalarga aylanishi bilan bog‘liq. Qutbli oksidlanish mahsulotlari esa kondensatsiyaga ko‘proq moyil bo‘lib, ularning krekingida gaz va koks hosil bo‘lishi keskin kuchayadi.

Qutbli mahsulotlarning 475 °C dagi 40 minutlik krekingida gaz chiqishi 16,77%, koks 12,10%, suyuq mahsulot 71,13% bo‘lgan. Suyuqlikdagi oltingugurt 2,74% gacha kamaygan. Bu natija oksidlangan seroshlik komponentlarining bir qismi gazsimon oltingugurtli mahsulotlarga, boshqa qismi esa qattiq kondensatsiya mahsulotlariga o‘tishini ko‘rsatadi. Shunday qilib, oldindan oksidlash desulfurizatsiya samaradorligini oshiradi, lekin koks hosil bo‘lishini ham kuchaytirishi mumkin.



2-rasm. Termik krekingda oltingugurtning qaynash oralig‘i bo‘yicha taqsimlanishi.

2-jadval. Oksidlangan vakuum gazoyli krekingining 475 °C dagi material balansi

Vaqt, min	Gaz, %	Suyuq mahsulot, %	Koks, %	S, %
30	4,13	95,67	0,20	1,191
45	8,52	91,00	0,49	0,844
60	17,93	80,41	1,66	0,672
75	26,34	71,52	2,14	0,666

Xulosa. Yuqori seriyali vakuum gazoylining termik krekingi og‘ir molekulalarni distillat fraksiyalariga aylantirish imkonini beradi, biroq jarayon chuqurlashgani sari gaz va koks chiqishi ortadi. Oddiy krekingda oltingugurtning suyuq mahsulotdan chiqarilishi cheklangan bo‘lib, tiophen va benzotiophen qatori birikmalarining hosil bo‘lishi distillatlar sifatiga ta’sir qiladi.

Oldindan oksidlash seroshlik komponentlarining termik barqarorligini kamaytirib, keyingi krekingda oltingugurtning gazsimon va qattiq mahsulotlarga o‘tishini kuchaytiradi. Ayniqsa qutbli oksidlanish mahsulotlarining termik ishlovi suyuq mahsulotdagi oltingugurt miqdorini keskin kamaytiradi, biroq koks hosil bo‘lishini ham oshiradi.

Shu sababli texnologik rejimni tanlashda distillat chiqishi, oltingugurtning fraksiyalar bo‘yicha taqsimlanishi, seroaromatik birikmalar hosil bo‘lishi va koks miqdori birgalikda hisobga olinishi kerak. Oksidlovchi oldindan ishlov va termik krekingni ketma-ket qo‘llash yuqori seriyali vakuum gazoylini chuqur qayta ishlash va mahsulot sifatini yaxshilash uchun istiqbolli integrallashgan yo‘nalishdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Krivtsov E.B., Goncharov A.V., Sviridenko Yu.A., Merzhigot M.I. Kineticheskie zakonomernosti obrazovaniya i destruktsii proizvodnykh tiofena pri termoobrabotke produktov okisleniya vysokosernistogo vakuumnogo gazoylya. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. 2023. Tom 66. Vypusk 11. S. 32–41.

2. Krivtsov E.B., Merzhigot M.I. Raspredelenie proizvodnykh tiofena po fraktsiyam v produktakh krekinga vysokosernistogo vakuumnogo gazoylya. NefteGazokhimiya. 2025. № 3–4. S. 7–11.

3. OPEC. 2023 World Oil Outlook 2045. Organization of the Petroleum Exporting Countries. 2023. 300 p.

4. IEA (2023), World Energy Outlook 2023, IEA, Paris Available at: https://www. iea.org/reports/world-energy-outlook

5.Sahu R., Song B.J., Im J.S., Jeon Y., Lee Ch W. A review of recent advances in catalytic hydrocracking of heavy residues. J. of industrial and Engineering Chemistry, 2015, vol. 27, pp. 12-24.

6. Speight J. G. Heavy oil recovery and upgrading. Gulf Professional Publ. , 2019.

7. Lababidi H. M. S., Sabti H. M., AlHumaidan F. S. Changes in asphaltenes during thermal cracking of residual oils. Fuel, 2014, vol. 117, pp. 59-67.

YAROQSIZ SHINALARNI PIROLIZ QILISH ASOSIDA SINTETIK MOTOR YOQILG‘ISI OLISH TEXNOLOGIYASI VA PIROLIZ DISTILLATINING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARINI BAHOLASH

Ergashev Olim Raxmatullayevich
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O‘zbekiston
ergashevolim459@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada yaroqsiz avtomobil shinalarini piroliz usulida qayta ishlab, suyuq uglevodorodli mahsulotni sintetik motor yoqilg‘isi olish uchun xom ashyo sifatida shakllantirish texnologiyasi yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi piroliz haroratining mahsulotlar taqsimotiga ta’sirini aniqlash, suyuq piroliz distillatining fraksion va fizik-kimyoviy xususiyatlarini baholash hamda uni keyingi qayta ishlash uchun maqbul texnologik sharoitlarni belgilashdan iborat. Tadqiqotlarda yaroqsiz shinalar pirolizga yuborilib, 300–700 °C oralig‘ida qattiq, suyuq va gazsimon mahsulotlarning chiqishi baholangan. 500 °C atrofida suyuq mahsulot chiqishi 38,0 % ga yetgan va 600–700 °C da 38,2–38,5 % oralig‘ida saqlangan. Alohida tajribalarda jarayon harorati va vaqtining o‘zgarishi qayd etilib, piroliz distillatining ajralishi jarayonning dastlabki bosqichidan boshlangan. Suyuq mahsulot tarkibida aromatik va alifatik uglevodorodlar bilan bir qatorda oltingugurtli, xlorli va mexanik aralashmalar mavjudligi aniqlangan. Bir tadqiqotda oltingugurt miqdori 0,7069 % mass., xlorli birikmalar 104,4 mg/dm³ va mexanik aralashmalar 0,042 % mass. bo‘lgan. Boshqa tajribada suyuq mahsulotning fraksion tarkibida benzin fraksiyasi 14 %, dizel*

fraksiyasi 39 % va mazut fraksiyasi 47 % ni tashkil qilgan. Natijalar piroliz distillatini to‘g‘ridan-to‘g‘ri tayyor motor yoqilg‘isi sifatida emas, balki tozalash va fraksion ajratishdan keyingi istiqbolli uglevodorod xom ashyosi sifatida ko‘rib chiqish zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: *yaroqsiz shina, piroliz, piroliz distillati, sintetik yoqilg‘i, suyuq uglevodorod, dizel fraksiyasi, benzin fraksiyasi, aromatik uglevodorodlar, oltingugurt, fraksion haydash.*

Аннотация. *В статье рассмотрена технология переработки изношенных автомобильных шин методом пиролиза с получением жидкого углеводородного продукта, рассматриваемого как сырье для синтетических моторных топлив. Цель исследования заключается в установлении влияния температуры пиролиза на распределение продуктов, определении фракционного и физико-химического состава пиролизного дистиллята и выборе условий, обеспечивающих рациональное использование жидкого продукта. При переработке шин оценивалось образование твердого, жидкого и газообразного продуктов в диапазоне 300–700 °C. При 500 °C выход жидкой фазы составил 38,0 %, а при 600 и 700 °C достигал соответственно 38,2 и 38,5 %. В отдельных опытах исследована динамика температуры и времени процесса; установлено, что выделение жидкого дистиллята начинается уже на ранних стадиях. В жидком продукте обнаружены углеводородные компоненты, а также серосодержащие, хлорсодержащие и механические примеси. В одном из исследований содержание серы составило 0,7069 % масс., хлорсодержащих соединений — 104,4 мг/дм³, механических примесей — 0,042 % масс. В другом эксперименте фракционный состав жидкого продукта включал 14 % бензиновой, 39 % дизельной и 47 % мазутной фракций. Полученные данные показывают, что пиролизный дистиллят целесообразно рассматривать прежде всего как углеводородное сырье для последующей очистки и фракционирования.*

Ключевые слова: *изношенные шины, пиролиз, пиролизный дистиллят, синтетическое топливо, жидкий углеводород, дизельная фракция, бензиновая фракция, ароматические углеводороды, сера, фракционная перегонка.*

Abstract. *The paper presents an integrated approach to processing waste vehicle tires by pyrolysis to obtain a liquid hydrocarbon product suitable as a feedstock for synthetic motor fuels. The objective was to determine the effect of pyrolysis temperature on product distribution, characterize the fractional and physicochemical properties of the pyrolysis distillate, and identify practical conditions for its further processing. Waste tires were subjected to pyrolysis and the yields of solid, liquid and gaseous products were evaluated over 300–700 °C. The liquid yield reached 38.0% at 500 °C and remained close to this level at 600 and 700 °C, with values of 38.2 and 38.5%, respectively. Separate experiments showed the time-dependent temperature profile and confirmed that liquid distillate formation begins during the early stage of the process. The liquid product contains hydrocarbon components together with sulfur-, chlorine-containing compounds and mechanical impurities. In one study, sulfur content was 0.7069 wt.%, chlorine-containing compounds were 104.4 mg/dm³ and mechanical impurities were 0.042 wt.%. Another study reported a liquid product containing 14% gasoline-range, 39% diesel-range and 47% heavy fuel fractions. The combined results indicate that tire pyrolysis distillate should primarily be treated as a secondary hydrocarbon feedstock requiring separation and purification before use in motor-fuel formulations.*

Keywords: *waste tire, pyrolysis, pyrolysis distillate, synthetic fuel, liquid hydrocarbon, diesel fraction, gasoline fraction, aromatic hydrocarbons, sulfur, fractional distillation.*

Kirish. Yaroqsiz avtomobil shinalarining to‘planishi polimer va rezina chiqindilarini boshqarish bilan bir qatorda uglevodorod xom ashyosidan oqilona foydalanish masalasini ham yuzaga keltiradi. Shina materiali tabiiy va sintetik kauchuklar, texnik uglerod, plastifikatorlar, oltingugurtli vulkanizatsiya komponentlari, metall kord hamda boshqa texnologik qo‘shimchalardan tashkil topgan murakkab kompozit hisoblanadi. Shu sababli uni termik parchalanganda bir vaqtning o‘zida suyuq, gazsimon va qattiq mahsulotlar hosil bo‘ladi. Manbalarda shina pirolizining keng tarqalgan harorat sohasi taxminan 425–600 °C ekani, harorat oshishi bilan ikkilamchi kreking reaksiyalari kuchayib, mahsulotlar nisbatining o‘zgarishi qayd etilgan.

Pirolizning muhim afzalligi shundaki, qattiq chiqindidagi organik uglevodorodlar suyuq va gazsimon mahsulotlarga aylantiriladi, texnik uglerod va metall kord esa alohida mahsulot sifatida

ajratilishi mumkin. Oldingi tajribalarda yaroqsiz rezina-texnik buyumlar pirolizidan 40–45 % suyuq uglevodorodli yoqilg‘i, 10–30 % piroliz gazi, 25–30 % qoldiq uglerod va taxminan 10 % metall kord olingani ko‘rsatilgan.

Shu bilan birga, piroliz distillati tarkibining murakkabligi uni bevosita tayyor dizel yoqilg‘isi bilan tenglashtirish imkonini bermaydi. Suyuq mahsulotda oltingugurt, xlorli birikmalar va mexanik aralashmalar bo‘lishi mumkin. Demak, piroliz texnologiyasining yakuniy samaradorligi faqat suyuq mahsulot chiqishi bilan emas, balki uning fraksion tarkibi va keyingi tozalash imkoniyatlari bilan ham belgilanadi. Ushbu maqolada mavjud tajriba natijalari yagona texnologik yondashuv doirasida qayta shakllantirilib, piroliz harorati, mahsulot chiqishi va suyuq distillat sifat ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlik yoritiladi.

Materiallar va usullar. Tadqiqot obyekti sifatida foydalanishdan chiqqan avtomobil shinalari va ularni termik parchalanishidan olinadigan suyuq uglevodorod mahsuloti qabul qilindi. Piroliz jarayoni kislorod ishtiroki cheklangan sharoitda olib boriladi. Jarayon mahsulotlari qattiq qoldiq, suyuq distillat va gaz fazasiga ajratiladi. Suyuq mahsulot keyinchalik fraksion haydash orqali yengil va og‘ir qismlarga ajratilishi mumkin.

Harorat ta’sirini baholash uchun 300, 400, 500, 600 va 700 °C nuqtalaridagi mahsulot taqsimoti ma’lumotlari umumlashtirildi. Shuningdek, ikkita tajribadagi vaqt-harorat rejimi 10, 18, 22, 33, 42, 50, 57, 70 va 90 minut oralig‘ida qayd etilgan qiymatlar asosida ifodalandi. Suyuq mahsulot sifatini baholashda suv, oltingugurt, xlorli birikmalar va mexanik aralashmalar, shuningdek fraksion tarkib ko‘rsatkichlari hisobga olindi. Manba tajribalarida oltingugurtni aniqlash uchun yuqori haroratli kuydirish va hosil bo‘lgan oltingugurt oksidlarini instrumental aniqlash usuli qo‘llangan.

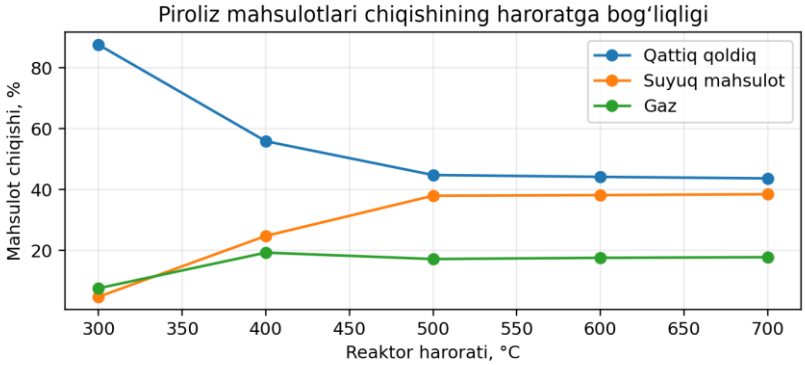
Fraksion tarkibni baholashda suyuq mahsulotning benzin, dizel va og‘ir fraksiyalarga taqsimlanishi hamda zichlik ko‘rsatkichlari ko‘rib chiqildi. Shuningdek, turli haroratlarda olingan mahsulotlarning aromatik va noaromatik uglevodorodlar nisbati baholandi. Bu yondashuv piroliz jarayonini faqat massa chiqishi bo‘yicha emas, balki olinadigan suyuq mahsulotning keyingi texnologik qiymati bo‘yicha ham baholash imkonini beradi.

1-jadval. Piroliz mahsulotlarining reaktor haroratiga bog‘liq taqsimoti

Ko‘rsatkich	300 °C	500 °C	700 °C
Qattiq mahsulot, %	87,6	44,8	43,7
Suyuq mahsulot, %	4,8	38,0	38,5
Gaz, %	7,6	17,2	17,8
Aromatik birikmalar, %	53,4	70,9	74,8
Noaromatik birikmalar, %	46,6	29,1	25,2
Oltingugurt, % mass.	1,0	1,4	1,2

Natijalar va muhokama. Haroratning mahsulot chiqishiga ta’siri aniq namoyon bo‘ladi. 300 °C da qattiq qoldiq ulushi 87,6 % bo‘lgan bo‘lsa, 400 °C da 55,9 % gacha, 500 °C da 44,8 % gacha kamaygan. Shu davrda suyuq mahsulot chiqishi 4,8 % dan 38,0 % gacha ko‘tarilgan. 600 va 700 °C da suyuq mahsulot chiqishi mos ravishda 38,2 va 38,5 % bo‘lib, 500 °C dan keyin o‘sish juda kichik bo‘lgan. Gaz mahsuloti esa 400 °C da 19,3 % gacha yetib, 500–700 °C oralig‘ida 17,2–17,8 % atrofida saqlangan. Manba jadvalidagi umumiy tendensiya harorat oshishi bilan suyuq va aromatik komponentlar ulushi ortishini ko‘rsatadi.

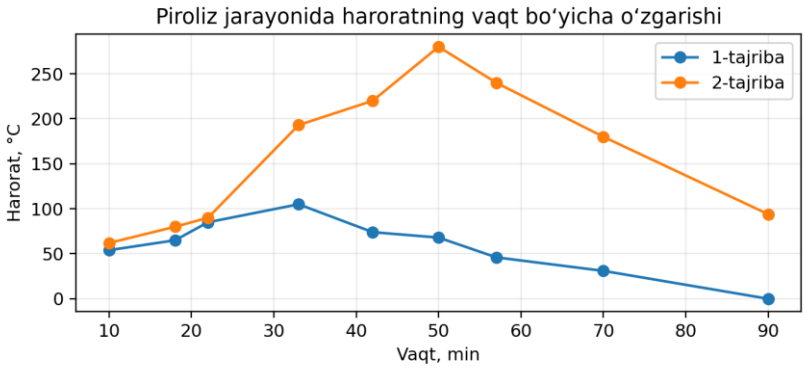
1-rasm. Piroliz mahsulotlari chiqishining reaktor haroratiga bog‘liqligi



Aromatiklikning ortishi piroliz harorati bilan bog‘liq muhim natijalardan biridir. 300 °C da aromatik komponentlar ulushi 53,4 % bo‘lgan bo‘lsa, 500 °C da 70,9 %, 700 °C da 74,8 % ga yetgan. Aksincha, noaromatik komponentlar ulushi 46,6 % dan 25,2 % gacha kamaygan. Bu holat yuqori harorat sharoitida yirik uglevodorod molekulalarining ikkilamchi termik o‘zgarishlari va aromatik tuzilmalarning shakllanishi kuchayishini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, 500 °C atrofida suyuq mahsulot chiqishining yuqori qiymatga erishishi keyingi texnologik jarayonlar uchun muhim mezon bo‘lib xizmat qiladi.

Alohida texnologik tajribalarda piroliz jarayonining vaqt-harorat profili ham o‘rganilgan. Birinchi tajribada harorat 33 minutda 105 °C gacha ko‘tarilgan va keyinchalik pasaygan. Ikkinchi tajribada esa harorat 50 minutda 280 °C gacha yetib, undan keyin pasayish kuzatilgan. Manba tajribalarida 42–70 minut oralig‘ida distillat hajmi tez ortib, yakuniy bosqichga kelib 1800–1850 ml darajasiga yetgan.

2-rasm. Piroliz jarayonida haroratning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi



2-jadval. Piroliz distillatining qo‘shimcha komponentlari

Ko‘rsatkich	Aniqlangan qiymat	Baholash
Suv	Aniqlanmagan	Ijobiy ko‘rsatkich
Oltingugurt	0,7069 % mass.	Qo‘shimcha tozalash talab etadi
Xlorli birikmalar	104,4 mg/dm³	Nazorat va tozalash zarur
Mexanik aralashmalar	0,042 % mass.	Filtrlash zarur

Suyuq piroliz mahsulotining sifat ko‘rsatkichlari uni keyingi qayta ishlash zarurligini ko‘rsatadi. Tadqiqotlardan birida suv aniqlanmagan, oltingugurt miqdori 0,7069 % mass., xlorli birikmalar 104,4 mg/dm³ va mexanik aralashmalar 0,042 % mass. bo‘lgan. Boshqa tajribada oltingugurtning 0,555 % mass. miqdori qayd etilgan va mexanik aralashmalar 0,44 % atrofida bo‘lgan. Bu qiymatlar xom ashyo tarkibi, piroliz qurilmasi va jarayon rejimining suyuq mahsulot sifatiga ta’sir qilishini ko‘rsatadi.

Fraksion tarkib bo‘yicha suyuq uglevodorodli mahsulotda benzin fraksiyasi 14 %, dizel fraksiyasi 39 % va og‘ir yoqilg‘i fraksiyasi 47 % ni tashkil qilgani aniqlangan. Dizel fraksiyasining zichligi 0,8607 g/cm³, benzin fraksiyasining zichligi 0,8356 g/cm³, og‘ir fraksiyaning zichligi esa 0,9105 g/cm³ bo‘lgan.

3-jadval. Piroliz suyuq mahsulotining asosiy fraksion ko‘rsatkichlari

Fraksiya	Ulushi, %	Zichlik, g/cm³
Benzin fraksiyasi	14	0,8356
Dizel fraksiyasi	39	0,8607
Og‘ir fraksiya	47	0,9105

Dizel fraksiyasi bo‘yicha tadqiqotlar uning fraksion tarkibi standart dizel yoqilg‘isiga yaqin ekanini, biroq oltingugurtli birikmalar, ayrim yuqori qaynaydigan komponentlar va moylash xususiyati bilan bog‘liq ko‘rsatkichlar qo‘shimcha ishlov zarurligini ko‘rsatgan. Xususan, piroliz suyuq yoqilg‘isining xossalari oddiy neft fraksiyalaridan farq qilishi sababli uni qayta ishlashda standart neftni tozalash sxemasini o‘zgarishsiz qo‘llash har doim ham maqbul emas.

Shunday qilib, texnologik jihatdan maqsadli sxema uchta ketma-ket vazifani qamrab olishi mumkin: shinalarni piroliz orqali suyuq uglevodorodga aylantirish, hosil bo‘lgan suyuqlikni fraksion ajratish va kerakli fraksiyalarni oltingugurtli, xlorli hamda mexanik aralashmalardan tozalash. Bunda piroliz haroratini 500 °C atrofida ushlab turish suyuq mahsulot chiqishini yuqori darajada saqlashga imkon beradi, 600–700 °C ga ortiqcha ko‘tarish esa suyuq mahsulot chiqishini sezilarli oshirmasdan aromatiklikni kuchaytiradi.

Xulosa. Yaroqsiz avtomobil shinalarini piroliz orqali qayta ishlash suyuq uglevodorodli mahsulot, piroliz gazi, qattiq uglerodli qoldiq va metall komponentlarni olish imkonini beradi. Umumlashtirilgan natijalarga ko‘ra, 300–700 °C oralig‘ida reaktor haroratining oshishi qattiq qoldiq ulushini keskin kamaytirib, suyuq mahsulot chiqishini 38 % atrofidagi qiymatlargacha olib keladi. 500 °C da suyuq mahsulot chiqishi 38,0 % bo‘lib, 600–700 °C da 38,2–38,5 % oralig‘ida qolgan.

Piroliz distillatining fraksion tarkibida benzin, dizel va og‘ir fraksiyalar mavjudligi uni keyingi neft-kimyo jarayonlari uchun xom ashyo sifatida ishlatish imkoniyatini ko‘rsatadi. Biroq oltingugurt, xlorli birikmalar va mexanik aralashmalar mavjudligi sababli suyuq mahsulotni tozalash va fraksion tayyorlash bosqichlaridan o‘tkazish talab etiladi. Ayniqsa dizel fraksiyasini motor yoqilg‘isi komponenti sifatida ishlatishdan oldin uning oltingugurtli va boshqa keraksiz komponentlardan tozalanishi muhim.

Natijalar piroliz texnologiyasining samaradorligini faqat suyuq mahsulot miqdori bilan emas, balki suyuq mahsulotning keyingi qayta ishlanish darajasi va sifat ko‘rsatkichlari bilan birgalikda baholash lozimligini ko‘rsatadi. Shu asosda yaroqsiz shinalardan sintetik motor yoqilg‘isi komponentlarini olishning eng maqbul yo‘li piroliz, fraksion ajratish va maqsadli tozalash jarayonlarini yagona texnologik tizimda birlashtirishdan iborat.

Foydalanilgan adabiyotlar

Ahmadova K.Sh., Xurmamatov A.M., Sidiqov G.O. Results of obtaining pyrolysis distillate – synthetic fuel from worn tires. Universum: Technical Sciences. 2024. № 6 (123).

Burakhta V.A., Gavrilina I.I., Baitlessova L.I. Pererabotka produktov piroliza rezinotehnicheskih izdeliy v motornye topliva. Tehnicheskie nauki — ot teorii k praktike. 2016. № 10 (58).

Abdulkadir A., Yumrutaş R. Production of gasoline and diesel like fuels from waste tire oil by using catalytic pyrolysis. Energy. 2016. Vol. 103. P. 456–468.

Bičáková O., Straka P. Co-pyrolysis of waste tire and coal mixtures for smokeless fuel, maltenes and hydrogen-rich gas production. Energy Conversion and Management. 2016. Vol. 116. P. 203–213.

Hossain M.N., Choi M.K. A review of the desulfurization processes used for waste tire pyrolysis oil. Catalysts. 2021. Vol. 11. № 7.

Frigo S., Seggiani M., Puccini M., Vitolo S. Liquid fuel production from waste tyre pyrolysis and its utilisation in a Diesel engine. Fuel. 2014. Vol. 116. P. 399–408.

KONLARNI ISHLASHNING SO‘NGGI BOSQICHIDA GAZ QUDUQLARINING SUYUQLIK YUKLANISHINI BOSHQARISH VA SIQISH TIZIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Xushvaqtov G‘ayrat Abdiraimovich
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: gayratxushvaqtov2210@gmail.com

Abstract. *This study addresses the improvement of gas-well operation at the late stage of field development through coordinated management of liquid loading and compression. A diagnostic workflow based on critical gas velocity, pressure trends, production stability and surface backpressure is proposed. The Turner and Coleman concepts are used as screening criteria for the onset of liquid loading, while nodal analysis is applied to evaluate the effect of tubing, choke and compressor suction pressure. The results show that compression is most effective when the well remains hydraulically capable of transporting liquids; for wells below the critical unloading condition, compression should be combined with deliquification measures. A staged decision algorithm is proposed for selecting operating mode, wellbore intervention and compression depth.*

Keywords: *gas well, late-life production, liquid loading, critical gas velocity, deliquification, nodal analysis, compression, backpressure*

Аннотация. *В работе рассмотрено совершенствование эксплуатации газовых скважин на поздней стадии разработки за счет согласованного управления жидкостной нагрузкой и системой компримирования. Предложен диагностический алгоритм, основанный на критической скорости газа, динамике давлений, устойчивости дебита и величине наземного противодавления. Критерии Turner и Coleman применены для предварительной оценки начала накопления жидкости, а узловой анализ – для определения влияния лифтовой колонны, штуцера и давления на всасывании компрессора. Показано, что компримирование наиболее эффективно, когда скважина сохраняет способность выносить жидкость; при работе ниже критического режима снижение противодавления следует сочетать с технологиями удаления жидкости. Сформирован поэтапный алгоритм выбора режима, внутрискважинных мероприятий и степени компримирования.*

Ключевые слова: *газовая скважина, поздняя стадия, жидкостная нагрузка, критическая скорость газа, удаление жидкости, узловой анализ, компримирование, противодавление*

Annotatsiya. *Tadqiqotda konlarni ishlashning so‘nggi bosqichida gaz quduqlarini ekspluatatsiya qilishni suyuqlik yuklanishi va siqish tizimini muvofiqlashtirib boshqarish orqali takomillashtirish ko‘rib chiqildi. Kritik gaz tezligi, bosimlar dinamikasi, debet barqarorligi va yer usti qarshi bosimiga asoslangan diagnostik algoritm taklif etildi. Suyuqlik yuklanishi boshlanishini dastlabki baholash uchun Turner va Coleman mezonlari, ko‘taruvchi quvur, shtutser va kompressor qabul bosimi ta’sirini baholash uchun tugunli tahlil qo‘llandi. Natijalar kompressiya quduq suyuqlikni olib chiqish qobiliyatini saqlagan holatda eng samarali ekanini, kritik rejimdan pastda esa qarshi bosimni pasaytirishni delikvidatsiya choralari bilan birlashtirish zarurligini ko‘rsatdi.*

Kalit so‘zlar: *gaz qudug‘i, so‘nggi bosqich, suyuqlik yuklanishi, kritik gaz tezligi, suyuqlikni chiqarish, tugunli tahlil, siqish, qarshi bosim*

Kirish. Gaz konlarini ishlashning so‘nggi bosqichida qatlam bosimi pasayib, quduqning tabiiy energiyasi ko‘taruvchi quvurdagi suyuqlik tomchilari va plyonkasini uzluksiz olib chiqish uchun yetarli bo‘lmay qoladi. Natijada quduq tubida suyuqlik ustuni shakllanadi, gidrostatik qarshilik ortadi, gaz debeti noturg‘unlashadi va oxir-oqibat quduq davriy yoki to‘liq to‘xtash holatiga kelishi mumkin. Turner va hammualliflar kritik gaz tezligi konsepsiyasini shakllantirgan bo‘lsa [1], Coleman va hammualliflar past bosimli quduqlarda ushbu yondashuvni dala ma’lumotlari bilan aniqlashtirgan [2].

Amaliyotda suyuqlik yuklanishiga qarshi eng ko‘p qo‘llanadigan yo‘nalishlar – quvur diametrini moslashtirish, ko‘piklantiruvchi reagentlar, plunjerli ko‘tarish, periodik purkash va yer usti bosimini kompressor bilan pasaytirishdir [3]. Biroq yakuniy bosqichda kompressorni alohida “debet

oshiruvchi” qurilma sifatida baholash noto‘g‘ri natija berishi mumkin: quduq kritik suyuqlik ko‘tarish shartidan past bo‘lsa, bosimni pasaytirish ayrim holatlarda faqat qisqa muddatli effekt beradi. Maqolaning maqsadi suyuqlik yuklanishi diagnostikasi va siqish tizimini yagona texnologik algoritmga birlashtirishdan iborat.

Materiallar va metodlar. Metodik asos sifatida gaz–suyuqlik oqimining kritik tezligi, tugunli tahlil va bosim balansidan foydalanildi. Turner modelida suyuqlik tomchisini gaz oqimi bilan yuqoriga ko‘tarish uchun zarur kritik tezlik sirt tarangligi, gaz va suyuqlik zichliklari orqali ifodalanadi [1]:

$$v_c r = K \cdot \left[\sigma\left(\rho_L - \rho_g\right)/\rho_g^2\right]^{(1/4)}$$

bu yerda $v_c r$ – kritik gaz tezligi; σ – sirt tarangligi; ρ_L va ρ_g – suyuqlik va gaz zichligi; K – tanlangan birliklar tizimi va model kalibrlashiga bog‘liq koeffitsiyent. Coleman modeli past bosimli quduqlar uchun mezonni dala sinovlari asosida aniqlashtiradi [2]. Kritik tezlik quduq kesimi va termobarik sharoitlar orqali kritik hajmiy debetga o‘tkaziladi.

Quduqning siqish tizimiga javobi tugunli tahlil bilan baholanadi. Kompressor qabul bosimining pasayishi quduq ustidagi qarshi bosimni kamaytiradi va vertikal oqim xarakteristikasini pastga siljitadi [4, 5]. Biroq tanlangan yangi ish nuqtasi uchun gaz tezligi yana kritik mezon bilan solishtiriladi. Shunday qilib, “kompressiya yetarlimi?” savoli ikki shart bilan tekshiriladi: (1) yangi ish nuqtasida iqtisodiy jihatdan maqbul debet hosil bo‘lishi; (2) gaz tezligi suyuqlikni barqaror olib chiqish chegarasidan pastga tushmasligi.

1-jadval. Gaz qudug‘ining so‘nggi bosqichdagi ish rejimini tanlash algoritmi

Holat	Asosiy belgi	Birinchi texnik chora	Keyingi tekshiruv
$q > q_c r$	Oqim barqaror, qarshi bosim yuqori	Kollektor/separator bosimini pasaytirish yoki kompressiya	Yangi nodal ish nuqtasi va energiya sarfi
$q \approx q_cr$	Debet va bosim tebranishi	Kompressiya + ko‘piklantirish yoki oqim kesimini moslash	q/q_cr va suyuqlik chiqishi barqarorligi
$q < q_c r$	Suyuqlik ustuni, davriy to‘xtash	Plunjer, periodik purkash, kichik diametrli quvur va h.k.	Deliquifikatsiyadan keyin kompressiya samarasi
QAZ qarshiligi yuqori	Qo‘shimcha Δp, skin ortishi	Quduq atrofi zonasini selektiv ishlov	IPR va VLP ni qayta hisoblash

Natijalar. Tahlil natijasida gaz quduqlarining yakuniy bosqichdagi holatini uch guruhga ajratish maqsadga muvofiq ekani aniqlandi. Birinchi guruhda quduq debeti kritik chegaradan yuqori, lekin yer usti qarshi bosimi katta; bunda kompressiya yoki yig‘ish tizimi qarshiligini kamaytirish bevosita va barqaror samara beradi. Ikkinchi guruhda ish nuqtasi kritik chegaraga yaqin; bunda kompressiya bilan birga ko‘piklantiruvchi reagent yoki oqim kesimini moslashtirish kabi suyuqlikni chiqarish chorasi qo‘llansa, barqarorlik oshadi. Uchinchi guruhda quduq kritik debetdan ancha past; bunday holatda faqat kompressor quvvatini oshirish ko‘pincha yetarli emas va maxsus delikvidatsiya texnologiyasi talab etiladi [3].

Tugunli tahlilning muhim natijasi shundaki, siqish tizimining optimal qabul bosimi “eng past mumkin bo‘lgan bosim” bilan teng emas. Haddan tashqari past bosim kompressor siqish nisbatini va energiya sarfini oshirishi, separator hamda quvur tizimidagi rejimni yomonlashtirishi mumkin [6, 7]. Shuning uchun texnologik optimum gaz debeti, suyuqlikni chiqarish barqarorligi, kompressorning ish xaritasi va energiya sarfi birgalikda baholanganda hosil bo‘ladi.

Mahalliy tadqiqotlarda kichik zaxirali gazkondensat konlarida quduqlarni qayta tiklash va oqimni jadallashtirishning selektiv usullari yakuniy bosqichdagi qazib olish samaradorligini oshirishga xizmat qilishi ko‘rsatilgan [8]. Bu natija suyuqlik yuklanishi bo‘yicha taklif etilayotgan algoritmni kengaytiradi: quduq atrofi zonasidagi qo‘shimcha qarshilik va quduq ichi suyuqlik to‘planishi bir vaqtning o‘zida mavjud bo‘lsa, ularni navbat bilan emas, yagona diagnostika asosida bartaraf etish kerak.

Muhokama. Turner va Coleman mezonlari amaliy skrining uchun qulay, biroq ular quduq geometriyasi, qiya uchastkalar, ko‘p fazali oqim strukturasi va pulsatsiyalarni to‘liq ifodalamaydi. Shu sababli kritik tezlik natijasi yakka qaror mezoni emas, balki bosim trendi va real ekspluatatsion belgilar bilan tekshirilishi lozim [1–3]. Masalan, quduq usti bosimining davriy tebranishi, suyuqlik chiqishining paketli xarakteri va qayta ishga tushirishdan keyingi qisqa muddatli yuqori debet suyuqlik to‘planishining amaliy indikatorlari sifatida ishlatilishi mumkin.

Siqish tizimini optimallashtirishda ko‘chma yoki markazlashgan kompressor variantining tanlanishi ham quduqlar soni va ulardagi qarshi bosim ehtiyojiga bog‘liq. Bir nechta quduq bir xil past bosimli kollektor orqali ishlasa, markazlashgan kompressiya afzal bo‘lishi mumkin; ayrim quduqlarning bosim talabi keskin farqlansa, selektiv yoki ko‘chma siqish yechimi moslashuvchanlik beradi. Har ikki holatda ham kompressor ish rejimi quduqning suyuqlikni ko‘tarish sharti bilan uyg‘unlashtirilishi kerak.

Xulosa. Konlarni ishlashning so‘nggi bosqichida gaz quduqlarini takomillashtirishning asosiy tamoyili – suyuqlik yuklanishini erta aniqlash va yer usti qarshi bosimini quduqning kritik oqim sharti bilan bog‘liq holda boshqarishdir. Turner–Coleman mezonlari tezkor baholash uchun, tugunli tahlil esa kompressiya va quvur rejimini birgalikda tanlash uchun samarali vosita hisoblanadi.

Kompressiya quduqning kritik suyuqlik chiqarish shartini ta’minlaganda eng barqaror natija beradi. Kritik chegaradan past quduqlarda esa siqish ko‘piklantirish, plunjerli ko‘tarish, quvur diametrini moslashtirish yoki boshqa delikvidatsiya choralari bilan birlashtirilishi lozim. Taklif etilgan bosqichli algoritm quduqni to‘xtashdan oldin diagnostika qilish, texnik yechimni asoslash va energiya sarfini cheklash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Turner R.G., Hubbard M.G., Dukler A.E. Analysis and Prediction of Minimum Flow Rate for the Continuous Removal of Liquids from Gas Wells. Journal of Petroleum Technology. 1969. Vol. 21, No. 11. P. 1475–1482. DOI: 10.2118/2198-PA.

[2] Coleman S.B., Clay H.B., McCurdy D.G., Norris L.H. A New Look at Predicting Gas-Well Load-Up. Journal of Petroleum Technology. 1991. Vol. 43, No. 3. P. 329–333. DOI: 10.2118/20280-PA.

[3] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Gulf Professional Publishing, 2008.

[4] Beggs H.D. Production Optimization Using NODAL Analysis. 2nd ed. OGCI Publications, 1991.

[5] Economides M.J., Hill A.D., Ehlig-Economides C., Zhu D. Petroleum Production Systems. 2nd ed. Pearson, 2013.

[6] Mokhatab S., Poe W.A., Mak J.Y. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing: Principles and Practices. 4th ed. Gulf Professional Publishing, 2019.

[7] Arnold K., Stewart M. Surface Production Operations, Vol. 1. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 2008.

[8] Samatov Sh.Sh., Akhatova G.A., Xayitov L.K., Jo‘rayeva G.Ch., Makhmudov S.I. The Role of Well Workover and Intensification Methods in Improving the Development Efficiency of Small-Reserve Gas Condensate Fields. Modern Education and Development. 2026. Vol. 43, No. 2. P. 88–97.

PAST BOSIMLI GAZKONDENSAT QUDUQLARIDA SUYUQLIK YUKLANISHINI ERTA ANIQLASH VA MOBIL KOMPRESSOR ASOSIDA BARQAROR ISHLATISH REJIMINI TANLASH

Xayitov Laziz Komilovich
doktorant (PhD), Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston;
E-mail: hayitovlaziz62@gmail.com

Abstract. *This paper proposes an engineering workflow for early detection of liquid loading in low-pressure gas-condensate wells and for selecting a stable operating regime using mobile wellhead compression. The method combines the Turner critical-velocity concept with pressure/rate trend diagnostics and a normalized unloading indicator* $R = q_g/q_crit$. *Literature data and previously published workover experience for small-reserve gas-condensate fields are synthesized into a staged decision matrix. A safety margin above the calculated critical rate is recommended because critical-velocity correlations have model uncertainty and do not fully capture transient slugging. When the well approaches the loading boundary, lowering wellhead pressure by mobile compression can increase drawdown and gas velocity; if this is insufficient, velocity strings, foaming, plunger lift or workover should be considered. The workflow is intended for screening and operational planning rather than replacing full nodal and multiphase-flow simulation.*

Keywords: *gas-condensate well, liquid loading, critical gas velocity, mobile compressor, wellhead pressure, deliquification, nodal analysis, late-life field.*

Аннотация. *В статье предложен инженерный алгоритм раннего выявления жидкостной загрузки в низконапорных газоконденсатных скважинах и выбора устойчивого режима эксплуатации с применением мобильной устьевой компрессии. Метод объединяет критерий критической скорости Тернера, анализ трендов давления и дебита и нормированный показатель разгрузки* $R = q_g/q_crit$. *На основе литературных данных и ранее опубликованного опыта ремонтно-интенсификационных работ на малозапасных газоконденсатных месторождениях сформирована ступенчатая матрица решений. Рекомендуется поддерживать запас по дебиту выше расчетного критического значения, поскольку корреляции имеют неопределенность и не полностью описывают нестационарное пробковое течение. При приближении к границе загрузки снижение устьевого давления мобильным компрессором повышает депрессию и скорость газа; при недостаточности эффекта следует рассматривать колонны меньшего диаметра, пенообразователи, плунжер-лифт или ремонтные работы.*

Ключевые слова: *газоконденсатная скважина, жидкостная загрузка, критическая скорость газа, мобильный компрессор, устьевое давление, разгрузка, узловой анализ, поздняя стадия разработки.*

Annotatsiya. *Maqolada past bosimli gazkondensat quduqlarida suyuqlik yuklanishini erta aniqlash va mobil quduq usti kompressori yordamida barqaror ishlatish rejimini tanlash uchun muhandislik algoritmi taklif etilgan. Metod Turner kritik tezlik mezoni, bosim va debit trendlarini tahlil qilish hamda* $R = q_g/q_crit$ *ko‘rinishidagi normallashgan suyuqlik chiqarish ko‘rsatkichini birlashtiradi. Adabiyotlar va kichik zaxirali gazkondensat konlarida e’lon qilingan ta’mirlash-intensifikatsiya tajribasi asosida bosqichli qaror matritsasi ishlab chiqilgan. Kritik debit korrelyatsiyalaridagi noaniqlik va o‘tkinchi tiqinli oqim ta’siri sabab hisobiy chegaradan yuqori xavfsizlik zaxirasi tavsiya etiladi. Quduq suyuqlik yuklanishi chegarasiga yaqinlashganda mobil kompressor bilan quduq usti bosimini pasaytirish depressiya va gaz tezligini oshiradi; ta’sir yetarli bo‘lmasa kichik diametrli lift quvuri, ko‘piklantiruvchi reagent, plunjer-lift yoki ta’mirlash choralariga o‘tiladi.*

Kalit so‘zlar: *gazkondensat qudug‘i, suyuqlik yuklanishi, kritik gaz tezligi, mobil kompressor, quduq usti bosimi, suyuqlikni chiqarish, nodal tahlil, so‘nggi bosqich.*

Kirish. Gaz va gazkondensat konlarini ishlashning so‘nggi bosqichida qatlam bosimi va quduq debiti kamayishi natijasida quduq stvolida suv hamda kondensatni uzluksiz yuqoriga olib chiqish uchun zarur gaz tezligi ta’minlanmay qoladi. Natijada suyuqlik qisman pastga qaytadi,

quduq tubida va lift quvurlarida to‘planadi, gidrostatik qarshi bosim ortadi va qatlamdan gaz kirimi yanada kamayadi. Ushbu musbat teskari aloqa «suyuqlik yuklanishi» deb ataladi va vaqtida aniqlanmasa quduqning beqaror, tiqinli ishlashiga yoki to‘liq to‘xtashiga olib kelishi mumkin [1–4].

Turner, Hubbard va Dukler kritik tezlikni gaz oqimining eng katta barqaror suyuqlik tomchisini yuqoriga ko‘tarish qobiliyati bilan bog‘lagan [1]. Coleman va hammualliflar dala ma’lumotlari asosida past bosimli quduqlar uchun load-up holatini aniqlashtirgan [2]. Keyingi tadqiqotlar kritik tezlikka asoslangan mezonlar amaliy skrining uchun qulay bo‘lsa-da, filmning teskari oqishi, quduq qiyaligi, o‘tkinchi tiqinli oqim va ko‘p fazali gidravlika sabab aniq chegarani bitta korrelyatsiya bilan berish qiyinligini ko‘rsatadi [5–8]. Shu bois quduq holatini faqat bir martalik kritik debit hisobiga emas, balki bosim, debit va suyuqlik ajralishi trendlariga tayangan holda baholash zarur.

Kichik zaxirali va past bosimli gazkondensat konlarida yangi quduq burg‘ilash ko‘pincha iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Mavjud quduq fondining ishlash muddatini uzaytirish uchun quduq usti bosimini pasaytirish, mobil kompressorlash, kichik diametrli lift quvurlari, ko‘piklantirish, plunjer-lift va selektiv ta’mirlash-intensifikatsiya usullarini to‘g‘ri ketma-ketlikda qo‘llash muhim [3,9,10]. Mazkur ishning maqsadi suyuqlik yuklanishini erta aniqlash va mobil kompressor qo‘llash uchun bosqichli muhandislik mezonlarini shakllantirishdir.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot adabiyotlar sintezi, kritik tezlik mezonini normallashtirish va operatsion qaror matritsasini tuzishga asoslandi. Turner tipidagi korrelyatsiya umumiy ko‘rinishda $v_c r = C \cdot \left[\sigma\left(\rho_l - \rho_g\right)/\rho_g^2\right]^{(1/4)}$ tarzida yoziladi; bu yerda σ – suyuqlikning sirt tarangligi, ρ_l va ρ_g – suyuqlik va gaz zichliklari, C – tanlangan birliklar tizimi va korrelyatsiyaga bog‘liq koeffitsiyent [1,3]. Kritik debit q_crit quvur kesimi va ish sharoitidagi gaz hajmiy tezligi orqali aniqlanadi. Amaliy baholash uchun $R = q_g/q_c rit$ ko‘rsatkichi kiritildi.

R>1 bo‘lishi nazariy jihatdan gaz oqimi suyuqlikni ko‘tarish uchun yetarli ekanini bildiradi. Biroq dala sharoitidagi noaniqliklarni hisobga olib, R≈1 atrofidagi holat «chegaraviy» deb qabul qilindi va R≥1,2 barqaror zaxira sifatida tavsiya etildi. Ushbu 20 foizlik zaxira universal standart emas, balki Turner korrelyatsiyasining tarixiy amaliy tuzatishlari va model noaniqligi hisobga olingan muhandislik skrining chegarasidir [1,2].

Diagnostika uchun quyidagi kuzatuvlar birgalikda ishlatildi: quduq usti bosimi va debitning davriy tebranishi; tubing bosimining pasayishi fonida quvur orti bosimining o‘sishi; suyuqlik ishlab chiqarishning uzilib-uzilib kelishi; pasayish egri chizig‘ining kutilmagan tezlashuvi; quduqni to‘xtatgandan keyin qayta ishga tushirishning qiyinlashuvi [3,4]. Mobil kompressor varianti quduq usti qarshi bosimini kamaytirish hisobiga nodal tizimning chiqish egri chizig‘ini pastga siljitadi, qatlam–quduq depressiyasini va gaz debitini oshiradi. Yakuniy qaror to‘liq nodal va ko‘p fazali oqim hisobi bilan tekshirilishi lozim.

Natijalar. Tahlil natijasida suyuqlik yuklanishini boshqarish uchun to‘rt bosqichli qaror mantiqi taklif qilindi. Birinchi bosqichda R≥1,2 va bosim/debit trendi barqaror bo‘lsa, quduq normal rejimda qoldiriladi. Ikkinchi bosqichda 1,0≤R<1,2 yoki bosimda periodik tebranishlar paydo bo‘lsa, bu erta ogohlantirish zonasi hisoblanadi: quduq usti bosimini kamaytirish imkoniyati, separator va yig‘ish tarmog‘idagi qarshi bosim, shtutser rejimi va mobil kompressor ulash nuqtasi tekshiriladi. Uchinchi bosqichda R<1 va suyuqlik slugi belgilari kuzatilsa, kompressorlash bilan bir qatorda ko‘piklantirish yoki kichik diametrli lift quvuri kabi gaz tezligini oshiruvchi yechimlar ko‘rib chiqiladi. To‘rtinchi bosqichda barqaror suyuqlik ustuni va quduqning tez-tez o‘chishi kuzatilsa, plunjer-lift, mexanizatsiyalashgan suyuqlik chiqarish yoki workover talab qilinadi.

Mobil kompressorning eng muhim afzalligi – quduq konstruktsiyasini darhol o‘zgartirmasdan turib, quduq ustidagi qarshi bosimni kamaytirish va mavjud qatlam energiyasidan to‘liqroq foydalanish imkonidir. Bu ayniqsa so‘nggi bosqichdagi, debit kritik chegaraga yaqin bo‘lgan quduqlarda foydali. Biroq kompressor faqat sirt bosimini pasaytiradi; agar suyuqlik oqimi juda katta, tubing diametri haddan tashqari keng yoki perforatsiya zonasi suvlangan bo‘lsa, kompressorlashning o‘zi yetarli bo‘lmaydi. Shu sababli kompressor «yakuniy» emas, balki ketma-ket texnologik zanjirning bir elementi sifatida qaralishi kerak [3,9].

1-jadval. Suyuqlik yuklanishi xavfi va tavsiya etiladigan operatsion choralar

Holat	Diagnostik belgi	R=qg/qcrit	Ustuvor chora
Barqaror	Debit va bosim trendi silliq, suyuqlik uzluksiz chiqadi	R ≥ 1,2	Monitoring; kritik debitni davriy qayta hisoblash
Erta xavf	Bosim/debit tebranishlari, suyuqlik slugi boshlanishi	1,0 ≤ R < 1,2	Qarshi bosimni kamaytirish; mobil kompressor variantini nodal tahlil qilish
Yuklanish boshlangan	Gaz debiti kritikdan past, davriy tiqinli oqim	R < 1,0	Kompressor + ko‘piklantirish yoki velocity string; ish rejimini optimallashtirish
Og‘ir yuklanish	Suyuqlik ustuni, tez-tez o‘chish, qayta ishga tushirish qiyin	R ancha < 1	Plunjer-lift/sun’iy lift, suvni izolyatsiya qilish yoki workover

Muhokama. Taklif etilgan algoritmning asosiy afzalligi suyuqlik yuklanishini quduq to‘xtagandan keyin emas, yuklanish boshlanishidan oldin aniqlashga qaratilganidir. Lea va hammualliflar quduqni suyuqlik bosib bo‘lgach tiklashdan ko‘ra, kritik tezlikka yaqinlashishni oldindan kuzatish iqtisodiy va texnologik jihatdan samaraliroq ekanini ta’kidlaydi [3,4]. Tugan turli delikvidatsiya usullarining qo‘llanish chegaralarini tahlil qilib, yagona usul barcha quduqlarga mos kelmasligini ko‘rsatgan [6]. Zamonaviy modellashtirish ishlari esa kritik tezlikni aniqlashda geometriya, o‘tkinchi oqim va model tanlovi sezilarli noaniqlik keltirib chiqarishini tasdiqlaydi [5,7,8].

Mobil kompressorlashni tanlashda uch shart bir vaqtda tekshirilishi lozim: birinchidan, pastroq quduq usti bosimida qatlam gazni qo‘shimcha bera olishi; ikkinchidan, qo‘shimcha debit tubing ichida kritik tezlikdan yuqori oqim yaratishi; uchinchidan, kompressorning kirish bosimi, quvvati va gaz tayyorlash tizimi ekspluatatsion talabga javob berishi. Agar birinchi shart bajarilmasa, kompressor faqat sirt bosimini o‘zgartiradi, lekin quduq debiti yetarli oshmaydi. Agar ikkinchi shart bajarilmasa, kichik diametrli velocity string yoki ko‘piklantirish bilan kombinatsiya zarur bo‘ladi. Suv kirimi kuchaygan hollarda esa suvni izolyatsiya qilish va quduq atrofi zonasini selektiv ishlov berish ustuvor bo‘lishi mumkin [9,10].

Xayitov va hammualliflar ishtirokidagi kichik zaxirali gazkondensat konlari bo‘yicha avvalgi ishda workover, selektiv quduq tubi zonasi ishlovi va oqimni intensifikatsiya qilish usullarining birgalikdagi roli ko‘rsatilgan [9]. Mazkur maqoladagi yangilik shundan iboratki, ushbu texnologik choralarni suyuqlik yuklanishining erta diagnostik mezoni R bilan ketma-ket bog‘lash taklif etilmoqda. Bunda R faqat skrining ko‘rsatkichi bo‘lib, aniq loyiha uchun PVT xossalari, tubing geometriyasi, quduq profili va ko‘p fazali oqim hisoblari kiritilishi shart.

Xulosa. Past bosimli gazkondensat quduqlarida suyuqlik yuklanishini boshqarish uchun kritik debitni hisoblash bosim va debit trendlarini monitoring qilish bilan birga olib borilishi kerak. R=q_g/q_crit ko‘rsatkichi bo‘yicha R≥1,2 holat barqaror ishlash uchun amaliy zaxira, R≈1 zona esa erta ogohlantirish sifatida ishlatilishi mumkin. Mobil kompressor quduq usti qarshi bosimini kamaytirib, qatlam–quduq depressiyasini va gaz tezligini oshirish orqali yuklanishni kechiktiradi, ammo suv kirimi yoki katta tubing diametri kabi sabablar mavjud bo‘lsa, u ko‘piklantirish, velocity string, plunjer-lift yoki workover bilan birlashtirilishi lozim. Taklif etilgan bosqichli algoritm kichik zaxirali konlarda mavjud quduq fondining ishlash muddatini uzaytirish uchun operatsion skrining vositasi bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Turner R.G., Hubbard M.G., Dukler A.E. Analysis and prediction of minimum flow rate for the continuous removal of liquids from gas wells // Journal of Petroleum Technology. 1969. Vol. 21, No. 11. P. 1475–1482. DOI: 10.2118/2198-PA.

2. Coleman S.B., Clay H.B., McCurdy D.G., Norris L.H. Understanding gas-well load-up behavior // Journal of Petroleum Technology. 1991. Vol. 43, No. 3. P. 334–338. DOI: 10.2118/20281-PA.

3. Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Gulf Professional Publishing, 2008. DOI: 10.1016/B978-0-7506-8280-0.X5001-X.

4. Lea J.F., Rowlan L. Gas Well Deliquification. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 2019. ISBN: 978-0-12-815897-5.

5. Adaze E., Al-Sarkhi A., Badr H.M., Elsaadawy E. Current status of CFD modeling of liquid loading phenomena in gas wells: a literature review // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2019. Vol. 9, No. 2. P. 1397–1411. DOI: 10.1007/s13202-018-0534-4.

6. Tugan M.F. Deliquification techniques for conventional and unconventional gas wells: Review, field cases and lessons learned for mitigation of liquid loading // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2020. Vol. 83. Article 103568. DOI: 10.1016/j.jngse.2020.103568.

7. Abhulimen K.E., Abhulimen K.E., Oladipupo A.D. Modelling of liquid loading in gas wells using a software-based approach // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2023. Vol. 13. P. 1–17. DOI: 10.1007/s13202-022-01525-x.

8. Wang W., Zhang X., Wei Y., Li Y., Zhang L., Chen J., Pan J. A new mechanistic model to predict liquid loading in inclined natural gas wells // Geoenergy Science and Engineering. 2024. Vol. 241. Article 213163. DOI: 10.1016/j.geoen.2024.213163.

9. Samatov Sh.Sh., Akhatova G.A., Xayitov L.K., Jo‘rayeva G.Ch., Makhmudov S.I. The role of well workover and intensification methods in improving the development efficiency of small-reserve gas condensate fields // Modern Education and Development. 2026. Vol. 43, No. 2.

10. Xushvaqtov G‘.A., Samatov Sh.Sh. Improving development efficiency of abnormally low-pressure, small-reserve gas-condensate fields // Frontiers of Knowledge and Interdisciplinary Discovery: International Scientific Conference. 2025. P. 272–281.

KARBONAT KOLLEKTORLARIDA KISLOTALI ISHLOV REJIMINI DAMKÖHLER SONI VA GEOLOGIK GETEROGENLIK ASOSIDA TANLASH

Ermatov Navruz Xushmuradovich
texnika fanlari doktori, professor, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston; ORCID: 0009-0009-1872-7877; E-mail: navruzermatov626@gmail.com

Abstract. *The paper develops a practical screening approach for selecting carbonate matrix-acidizing regimes by jointly considering the Damköhler number and geological heterogeneity of the near-wellbore zone. The study combines a review of transport–reaction models with a re-analysis of previously published field results from the Matonat and Western Kruk carbonate reservoirs. The proposed framework distinguishes transport-dominated, wormholing and reaction-dominated regimes and links them to injection-rate adjustment, diversion and retarded-acid options. Re-analysis shows that the highest productivity gains reported for the selected wells correspond to Damköhler numbers close to the intermediate range associated with conductive wormhole formation. The approach is intended as an engineering screening tool before detailed numerical simulation and laboratory coreflooding.*

Keywords: *carbonate reservoir, matrix acidizing, near-wellbore zone, Damköhler number, geological heterogeneity, wormhole, reaction–transport, stimulation.*

Аннотация. *В работе разработан практический подход к выбору режима матричной кислотной обработки карбонатных коллекторов на основе совместного учета числа Дамкёлера и геологической неоднородности призабойной зоны. Методика объединяет анализ моделей «перенос–реакция» и повторную интерпретацию ранее опубликованных*

промысловых результатов по месторождениям Матонат и Западный Крук. Выделены транспортно-доминирующий, оптимальный червоточинный и реакционно-доминирующий режимы, для которых предложены соответствующие меры по изменению темпа закачки, применению отклоняющих технологий и замедленных кислотных систем. Показано, что наибольший прирост продуктивности связан с промежуточным диапазоном числа Дамкёлера, благоприятным для формирования проводящих каналов растворения. Подход предназначен для предварительного инженерного выбора перед детальным моделированием и керновыми испытаниями.

Ключевые слова: *карбонатный коллектор, матричная кислотная обработка, призабойная зона, число Дамкёлера, геологическая неоднородность, червоточина, перенос–реакция, стимуляция.*

Annotatsiya. *Maqolada karbonat kollektorlarida matritsali kislotali ishlov rejimini tanlash uchun Damköhler soni va quduq atrofi zonasining geologik geterogenligini birgalikda hisobga oluvchi amaliy skrining yondashuvi taklif etilgan. Tadqiqot reaksiya–transport modellarini tahlil qilish hamda Matonat va G‘arbiy Kruk konlari bo‘yicha ilgari e’lon qilingan dala natijalarini qayta talqin qilishga asoslangan. Transport ustun, chuvalchangsimon kanalchalar samarali shakllanadigan va reaksiya ustun bo‘lgan rejimlar ajratilib, ular uchun haydash tezligini o‘zgartirish, oqimni yo‘naltirish va sekin reaksiyalanuvchi kislota tizimlarini qo‘llash bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan. Qayta tahlil optimal Damköhler oralig‘i bilan yuqori mahsuldorlik o‘sishi o‘rtasida mantiqiy moslik mavjudligini ko‘rsatadi. Yondashuv batafsil sonli modellashtirish va kern sinovlaridan oldingi muhandislik tanlovi uchun mo‘ljallangan.*

Kalit so‘zlar: *karbonat kollektor, kislotali ishlov, quduq atrofi zonasi, Damköhler soni, geologik geterogenlik, chuvalchangsimon kanalcha, reaksiya–transport, stimulyatsiya.*

Kirish. Karbonat kollektorlarida quduq mahsuldorligining pasayishi ko‘pincha quduq atrofi zonasida filtratsion qarshilikning ortishi, burg‘ilash va ta’mirlash suyuqliklari bilan ifloslanish, tuz va mexanik zarrachalar cho‘kishi, shuningdek, kondensat yoki suvning lokal to‘planishi bilan bog‘liq. Bunday sharoitda matritsali kislotali ishlov berish qatlamni yorish bosimidan past bosimda kislota eritmasini haydash va karbonat jinsini tanlab eritish orqali o‘tkazuvchan filtratsiya yo‘llarini yaratishga xizmat qiladi. Biroq bir xil kislota tarkibi va bir xil sarf tezligi turli quduqlarda bir xil natija bermaydi: karbonat jinslarning yoriqliligi, mineral tarkibi, g‘ovaklar morfologiyasi va o‘tkazuvchanlik maydonining geterogenligi kislota frontining tarqalishiga bevosita ta’sir qiladi [1-4].

Reaksiya juda tez kechsa, kislota quduq devoriga yaqin qismda sarflanib, chuqur kirib bormaydi; aksincha, haydash tezligi haddan tashqari katta bo‘lsa, jins bilan kontakt vaqti kamayadi va kislota hajmidan foydalanish samaradorligi pasayadi. Fredd va Fogler transport va kimyoviy reaksiya nisbatini Damköhler soni bilan tavsiflab, oraliq qiymatlarda chuvalchangsimon kanalchalar (wormholes) eng samarali shakllanishini ko‘rsatgan [1,2]. Keyingi ikki o‘lchamli va uch o‘lchamli modellar geologik geterogenlik kanalchalar geometriyasi va yorib o‘tish uchun zarur kislota hajmini sezilarli o‘zgartirishini tasdiqladi [3–6]. Mahalliy tadqiqotlarda ham Matonat va G‘arbiy Kruk konlari misolida Damköhler soni, filtratsiya tezligi va quduq atrofi zonasining geologik tuzilishi kislotali ishlov natijasiga kuchli ta’sir qilishi aniqlangan [7–9].

Mazkur ishning maqsadi – Damköhler soni va geologik geterogenlikni yagona muhandislik skrining sxemasida birlashtirib, kislotali ishlovning boshlang‘ich texnologik rejimini tanlash uchun sodda, tushunarli va dala qarorlarini qo‘llab-quvvatlovchi yondashuv ishlab chiqishdir. Taklif etilgan yondashuv laboratoriya kern sinovlari yoki to‘liq sonli simulyatsiyani almashtirmaydi; u qaysi quduqda qanday turdagi kislota tizimi, haydash tezligi va oqimni yo‘naltirish choralariga ehtiyoj yuqori ekanini oldindan ajratishga xizmat qiladi.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot metodologiyasi uch bosqichdan iborat. Birinchi bosqichda karbonatlarni reaktiv eritish bo‘yicha klassik va zamonaviy reaksiya–transport ishlari tahlil qilindi [1–6]. Ikkinchi bosqichda Ermatov va hammualliflar tomonidan Matonat hamda G‘arbiy Kruk konlari bo‘yicha e’lon qilingan dala va modellashtirish natijalari qayta ko‘rib chiqildi [7,8]. Uchinchi bosqichda Damköhler mezoni geterogenlik darajasi bilan bog‘lanib, texnologik rejimni tanlash matritsasi tuzildi.

Reaksiya va konvektiv transport nisbatini umumlashtirilgan ko‘rinishda $Da = k_r \cdot a_s \cdot L/u$ ifodasi bilan tavsiflash mumkin, bu yerda k_r – jins–kislota reaksiyasining samarali tezlik koeffitsiyenti; a_s – reaktiv sirtning solishtirma maydoni; L – faol zona uchun xarakterli uzunlik; u – kislota eritmasining filtratsiya tezligi. Aniq ifoda tanlangan modelga qarab o‘zgarishi mumkin, biroq fizik mazmun bir xil: Da ortishi kislota sarflanishi transportga nisbatan tezlashayotganini bildiradi [1,2].

Geologik geterogenlikni miqdoriy tavsiflash uchun kern, geofizik tadqiqot va geologik modeldan olinadigan o‘tkazuvchanlik taqsimoti asosiy manba sifatida qabul qilindi. Skrining bosqichida o‘tkazuvchanlik variatsiyasi, tabiiy yoriqlar mavjudligi, karbonat litotiplari almashinuvi va yuqori o‘tkazuvchan «o‘g‘irchi» intervallar alohida belgi sifatida baholanadi. O‘rtacha va yuqori geterogenlikda kislota oqimini qatlam bo‘ylab qayta taqsimlovchi mexanik yoki kimyoviy diverterlardan foydalanish zarurati oshadi [4,6].

Natijalar. Avval e’lon qilingan Matonat va G‘arbiy Kruk ma’lumotlarini qayta tahlil qilishda eng katta samaradorlik oraliq reaksiya–transport rejimiga to‘g‘ri kelishi kuzatildi. Matonatdagi quduqda oqim 8,9 dan 12,6 m³/sut gacha (taxminan 41,6%) oshgan va samarali kanalchalar radiusi 1,1 m atrofida baholangan; G‘arbiy Krukdagi quduqda esa 23,9 dan 47,7 m³/sut gacha (taxminan 99,6%) o‘sish va 1,6 m atrofidagi ta’sir radiusi qayd etilgan [7]. Ushbu holatlar uchun hisoblangan Damköhler qiymatlari 0,3 ga yaqin bo‘lib, Fredd va Fogler tajribalarida samarali kanal hosil bo‘lishi uchun kuzatilgan oraliq qiymat bilan mos keladi [1,2]. Bu moslik dala natijasini bitta son bilan «isbotlash» emas, balki reaksiya va transport muvozanati to‘g‘ri tanlanganda kislota quduq devorida to‘liq sarflanib qolmasdan chuqurroq o‘tishini tushuntiruvchi fizik dalildir.

Geologik geterogenlik hisobga olinmaganda esa bir xil Da qiymati turli intervallarda turlicha natija berishi mumkin. Yuqori o‘tkazuvchan yoriq yoki qatlamcha kislotaning asosiy qismini qabul qilib, past o‘tkazuvchan, lekin stimulyatsiyaga ehtiyoji katta intervalni chetda qoldiradi. Shu sababli Da bo‘yicha optimal rejimni tanlash oqimni yo‘naltirish vositalari bilan birga ko‘rilishi lozim. 1-jadvalda taklif etilayotgan skrining matritsasi keltirilgan.

1-jadval.

Damköhler soni va geterogenlik asosida kislotali ishlov rejimini dastlabki tanlash

Rejim	Fizik holat	Asosiy xavf	Tavsiya etiladigan choralar
Da < 0,1	Transport ustun, reaksiya nisbatan sekin	Kislota uzoqqa o‘tadi, lekin eritish samarasi tarqoq bo‘lishi mumkin	Haydash tezligini pasaytirish; kontakt vaqtini oshirish; reaktivroq yoki aralash tizimni baholash
Da ≈ 0,2–0,4	Reaksiya va transport muvozanatlashgan	Asosiy maqsad – barqaror chuvalchangsimon kanalcha hosil qilish	Bazaviy maqsadli rejim; sarf va konsentratsiyani kern sinovi bilan aniqlashtirish
Da > 1	Reaksiya ustun	Quduq devorida «face dissolution», sayoz ta’sir	Haydash tezligini oshirish; sekin reaksiyalanuvchi kislota/kelat; haroratga mos ingibitor
Yuqori geterogenlik (har qanday Da)	Oqim yuqori o‘tkazuvchan yo‘llarga tortiladi	Past o‘tkazuvchan intervallar qamrab olinmaydi	Diverter, bosqichma-bosqich haydash, zonal izolyatsiya yoki selektiv joylashtirish

Muhokama. Natijalar kislotali ishlov dizaynida «optimal kislota konsentratsiyasi»ni alohida tanlash yetarli emasligini ko‘rsatadi. Birinchidan, harorat va mineralogiya k_r ni, ya’ni reaksiyaning

tezligini o‘zgartiradi; ikkinchidan, quduq atrofi zonasining yoriqliligi va o‘tkazuvchanlik kontrasti oqim tezligi u ning makon bo‘yicha bir jinsli bo‘lmasligiga olib keladi. Shu sababli bir quduq uchun o‘rtacha Da optimal bo‘lsa ham, ayrim intervallarda reaksiya ustun yoki transport ustun rejim saqlanib qolishi mumkin. Kalia va Balakotaiah geterogenlik ortishi kanalchalar shakli va kislota sarfiga kuchli ta’sir qilishini sonli modellar orqali ko‘rsatgan [3,4]. Uch o‘lchamli tadqiqotlar ham optimal haydash tezligini jins xossalaridan ajratib bo‘lmasligini tasdiqlaydi [5,6].

Yuqori haroratli yoki korroziya xavfi katta quduqlarda an’anaviy HCl ga alternativ yoki gibrid tizimlar ham ko‘rib chiqilishi kerak. GLDA singari kelatlovchi reagentlar reaksiyani sekinlashtirishi, metall korroziyasini kamaytirishi va chuqurroq qamrov yaratishi mumkin; bu yo‘nalish mahalliy tadqiqotlarda ham qayd etilgan [10]. Biroq ularni tanlashda eritish sig‘imi, reagent narxi, oqova eritmalarni qayta ishlash va konkrekt mineral tarkib bilan moslik alohida baholanishi zarur.

Taklif etilgan matritsaning cheklovi shundaki, u batafsil PVT, geomekanik va ko‘p fazali oqim effektlarini to‘liq ifodalamaydi. Shuning uchun yakuniy dizayn kern-flood tajribalari, quduq geofizikasi va sonli simulyatsiya bilan tekshirilishi kerak. Shunga qaramay, skrining bosqichida Da va geterogenlikni bir vaqtning o‘zida ko‘rish noto‘g‘ri «bir xil retsept» yondashuvidan voz kechishga va quduqlarni texnologik guruhlarga ajratishga imkon beradi.

Xulosa. Karbonat kollektorlarida kislotali ishlov samaradorligini oshirish uchun reaksiya kinetikasi va kislota transportini Damköhler soni orqali, oqimning makon bo‘yicha notekisligini esa geologik geterogenlik orqali birgalikda baholash maqsadga muvofiq. Matonat va G‘arbiy Kruk bo‘yicha e’lon qilingan natijalarni qayta tahlil qilish taxminan Da≈0,3 atrofidagi oraliq rejim yuqori mahsuldorlik o‘sishi bilan mos kelishini ko‘rsatdi. Yuqori geterogen kollektorlar uchun optimal Da ning o‘zi yetarli emas: diverter, zonal joylashtirish yoki bosqichli haydash talab etiladi. Taklif etilgan skrining matritsasi kern sinovi va sonli modellashtirishdan oldin kislota tizimi hamda haydash rejimini tanlashni tezlashtiruvchi amaliy vosita sifatida qo‘llanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Fredd C.N., Fogler H.S. Influence of transport and reaction on wormhole formation in porous media // AIChE Journal. 1998. Vol. 44, No. 9. P. 1933–1949. DOI: 10.1002/aic.690440902.

2. Fredd C.N., Fogler H.S. Optimum conditions for wormhole formation in carbonate porous media: influence of transport and reaction // SPE Journal. 1999. Vol. 4, No. 3. P. 196–205. DOI: 10.2118/56995-PA.

3. Kalia N., Balakotaiah V. Modeling and analysis of wormhole formation in reactive dissolution of carbonate rocks // Chemical Engineering Science. 2007. Vol. 62, No. 4. P. 919–928. DOI: 10.1016/j.ces.2006.10.021.

4. Kalia N., Balakotaiah V. Effect of medium heterogeneities on reactive dissolution of carbonates // Chemical Engineering Science. 2009. Vol. 64, No. 2. P. 376–390. DOI: 10.1016/j.ces.2008.10.026.

5. Maheshwari P., Ratnakar R.R., Kalia N., Balakotaiah V. 3-D simulation and analysis of reactive dissolution and wormhole formation in carbonate rocks // Chemical Engineering Science. 2013. Vol. 90. P. 258–274. DOI: 10.1016/j.ces.2012.12.032.

6. Maheshwari P., Balakotaiah V. Comparison of carbonate HCl acidizing experiments with 3D simulations // SPE Production & Operations. 2013. Vol. 28, No. 4. P. 402–413. DOI: 10.2118/164517-PA.

7. Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh., Boyqobilova M.M., Axatova G.A. Karbonat kollektorlarga kislotali ishlov berishni modellashtirish (Matonat va G‘arbiy Kruk konlari misolida) // Innovatsion texnologiyalar. 2025. №3(59). B. 7–15.

8. Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh., Hayitov L.K. Karbonat kollektorlarida kislotali ishlov berish samaradorligini oshirish // JizPI Xabarnomasi. 2025. №3. B. 265–272.

9. Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh., Bozorov U.S. Влияние геоморфологических и литологических факторов на эффективность кислотной обработки карбонатных коллекторов // Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. Qarshi: Intellekt, 2025. B. 391–394.

10. Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh. GLDA asosidagi ekologik toza kislotali eritmalar va ularning karbonat kollektorlarni stimulyatsiya qilishdagi ahamiyati // Zamonaviy texnologiyalar va

barqaror rivojlanish: muammolar va yechimlar. Respublika ilmiy-amaliy anjumani. Farg‘ona, 2025. B. 328–331.

MASSIV TURIDAGI NEFT UYUMLARIDA QUDUQLAR MAHSULDORLIGI PASAYISHINING QATLAM VA QUDUQ ATROFI OMILLARINI KOMPLEKS BAHOLASH

Bozorov Ulug‘bek Suyun o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: ulugbek.bozorov.1991@gmail.com

Abstract. *The article examines the mechanisms of productivity decline in wells completed in massive-type oil accumulations. A diagnostic framework is proposed that separates reservoir-pressure depletion, water/gas coning, multiphase relative-permeability effects and near-wellbore damage. The productivity index and total skin factor are used as integral indicators, while water-cut dynamics and pressure behavior are employed to identify coning and influx. A qualitative sensitivity analysis demonstrates that the same decline in oil rate may arise from fundamentally different mechanisms and therefore requires different remediation. The study emphasizes the need to combine reservoir surveillance, well testing and near-wellbore diagnostics before selecting stimulation, water-control or operating-rate measures.*

Keywords: *massive oil reservoir, well productivity, productivity index, skin factor, water coning, gas coning, near-wellbore damage, pressure depletion*

Аннотация. *В статье исследованы механизмы снижения продуктивности скважин в нефтяных залежах массивного типа. Предложена диагностическая схема, разделяющая влияние падения пластового давления, водо- и газоконусообразования, многофазной относительной проницаемости и повреждения призабойной зоны. В качестве интегральных показателей используются коэффициент продуктивности и суммарный скин-фактор, а динамика обводненности и давления – для выявления конусообразования и притока воды. Качественный анализ чувствительности показывает, что одинаковое снижение дебита нефти может быть вызвано различными механизмами и требует разных способов воздействия. Обоснована необходимость объединения пластового мониторинга, гидродинамических исследований и диагностики призабойной зоны перед выбором стимуляции, водоизоляции или изменения режима отбора.*

Ключевые слова: *массивная нефтяная залежь, продуктивность скважины, коэффициент продуктивности, скин-фактор, водоконусообразование, газоконусообразование, призабойная зона, падение давления*

Annotatsiya. *Maqolada massiv turidagi neft uyumlarida quduqlar mahsuldorligining pasayish mexanizmlari tahlil qilindi. Qatlam bosimining pasayishi, suv yoki gaz konuslanishi, ko‘p fazali nisbiy o‘tkazuvchanlik ta’siri hamda quduq atrofi zonasining shikastlanishini ajratib baholovchi diagnostik sxema taklif etildi. Integral ko‘rsatkich sifatida mahsuldorlik koeffitsiyenti va umumiy skin-faktor, konuslanish va suv kirishini aniqlashda esa suvlilik hamda bosim dinamikasidan foydalanildi. Sifat jihatidan sezgirlik tahlili bir xil debet pasayishi turli mexanizmlardan kelib chiqishi va shunga mos ravishda turlicha texnologik yechim talab etishini ko‘rsatdi.*

Kalit so‘zlar: *massiv neft uyumi, quduq mahsuldorligi, mahsuldorlik koeffitsiyenti, skin-faktor, suv konuslanishi, gaz konuslanishi, quduq atrofi zonasi, bosim pasayishi*

Kirish. Massiv turidagi neft uyumlari odatda katta vertikal qalinlik, neft–suv yoki neft–gaz kontaktlarining quduq ish rejimiga kuchli ta’siri hamda kollektor xossalarining fazoviy bir jinsli bo‘lmasligi bilan tavsiflanadi. Ishlash davomida qatlam bosimining pasayishi va bosim depressiyasining ortishi quduq atrofi zonasida yuqori filtratsiya tezliklarini yuzaga keltiradi; bu esa suv yoki gaz konuslanishi, ko‘p fazali oqim va qo‘shimcha bosim yo‘qotishlarini kuchaytirishi mumkin [1]. Shu sababli mahsuldorlikning pasayishini faqat “qatlamning holdan toyishi” bilan izohlash texnologik jihatdan yetarli emas.

Quduq mahsuldorligi qatlamning tabiiy o‘tkazuvchanligi, samarali qalinligi, suyuqlik xossalari, bosim depressiyasi va quduq atrofi zonasidagi qo‘shimcha qarshilikning birgalikdagi natijasidir [2]. Formation damage bo‘yicha tadqiqotlar shikastlanish natijasida yaqin zonadagi oqim samaradorligi pasayishini, skin-faktor va bosim yo‘qotishlari oshishini ko‘rsatadi [3]. Massiv uyumlarda esa suv konusining ko‘tarilishi yoki gaz konusining pastga siljishi neft uchun nisbiy o‘tkazuvchanlikni kamaytirib, mahsuldorlikni yanada tez pasaytiradi [1, 4]. Maqolaning maqsadi ushbu omillarni yagona diagnostik tizimda ajratish va texnologik qarorlar uchun mezonlar ishlab chiqishdir.

Materiallar va metodlar. Baholashning birinchi ko‘rsatkichi sifatida mahsuldorlik koeffitsiyenti qabul qilindi:

$$J = q_o/(p_r - p_w f)$$

bu yerda J – mahsuldorlik koeffitsiyenti; q_o – neft debeti; p_r – qatlam bosimi; $p_w f$ – quduq tubi oqim bosimi. Psevdobarqaror radial oqimda J ning qiymati k·h ga to‘g‘ri, suyuqlik qovushqoqligi, hajmiy koeffitsiyent, geometrik qarshilik va skin-faktorga teskari bog‘liq [1, 2]. Shu bois q_o ning kamayishini Δp o‘zgarishidan ajratish uchun J(t) dinamikasi qo‘llandi.

Ikkinchi diagnostik ko‘rsatkich umumiy skin-faktor bo‘lib, u shartli ravishda mexanik/filtrat shikastlanishi, tugallash, geometriya va ko‘p fazali oqim hissalariga ajratildi. Agar qatlam bosimi nisbatan sekin kamaygan holda J tez pasaysa, quduq atrofi zonasidagi shikastlanish yoki fazaviy qarshilik ehtimoli ortadi. Agar J pasayishi bilan suvlilik tez oshsa, suv kirishi va konuslanish asosiy sabab sifatida ko‘riladi. Water-control diagnostikalarida suvlilik va suv–neft nisbatining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi muhim indikator hisoblanadi [5, 6].

Uchinchi bosqichda qatlam energiyasi va ishlash tizimi baholanadi. Suv bostirish tizimining nomuvofiq ishlashi, ishlab chiqaruvchi va haydovchi quduqlar orasidagi bosim farqi hamda oqimlarning notekis taqsimlanishi lokal mahsuldorlikka ta’sir qilishi mumkin. Ermatov, Samatov, Bekjonov va Bozorov suv bostirish tizimlarini takomillashtirishda quduqlar to‘ri, bosim farqi va ko‘p qatlamli obyektlarni boshqarish zarurligini qayd etgan [7].

1-jadval

Massiv turidagi neft uyumlarida mahsuldorlik pasayishi omillarining diagnostik belgilari

Dominant omil	Asosiy indikator	J ga ta’siri	Tavsiya etiladigan yo‘nalish
Qatlam bosimi pasayishi	p_r kamayishi, J nisbatan barqaror	Mo‘tadil	Qatlam energiyasini boshqarish, suv bostirishni optimallashtirish
QAZ shikastlanishi	Skin ortishi, Δp qo‘shimcha yo‘qotishi	Keskin pasayish	Mexanizmga mos stimulyatsiya/ta’mirlash
Suv konuslanishi	Suvlilik va WOR ortishi	Neft uchun J pasayadi	Depressiyani cheklash, suvni izolyatsiya qilish
Gaz konuslanishi	GOR ortishi	Ko‘p fazali qarshilik ortadi	Ish rejimi va ochilgan intervalni optimallashtirish
Heterogen oqim	Quduqlararo notekis bosim/debet	Mahalliy pasayish	Profilni boshqarish, monitoring va selektiv ta’sir

Natijalar. Kompleks diagnostika mahsuldorlik pasayishining to‘rtta asosiy tipini ajratishga imkon beradi. Birinchi tip – qatlam bosimi pasayishi ustun bo‘lgan holat: neft debeti va Δp birgalikda kamayadi, J esa keskin o‘zgarmaydi. Bunda asosiy chora qatlam energiyasini boshqarish va ishlash tizimini optimallashtirishdir. Ikkinchi tip – quduq atrofi zonasi shikastlanishi: J pasayadi, skin-faktor ortadi, suvlilik esa sezilarli o‘zgarmasligi mumkin. Bunda mexanizmga mos stimulyatsiya yoki ta’mirlash ishlari ko‘rib chiqiladi [3, 8].

Uchinchi tip – suv konuslanishi yoki preferensial suv kirishi. Bunda neft debeti kamayishi suvlilikning ortishi bilan birga kechadi. Suv ishlab chiqarishni nazorat qilish bo‘yicha zamonaviy sharhlar suv konuslanishi kuchaygan sari neft oqimi kamayib, suv hajmi ortishini hamda muammoni mexanik yoki kimyoviy izolyatsiya, selektiv tugallash va ish rejimini o‘zgartirish orqali boshqarish mumkinligini ko‘rsatadi [5]. To‘rtinchi tip – gaz konuslanishi: gaz omili o‘sishi va neft uchun fazaviy o‘tkazuvchanlik pasayishi kuzatiladi; bunday vaziyatda depressiyani cheklash va perforatsiya/ishlash intervalini optimallashtirish muhim [1, 4].

Massiv uyumlar uchun asosiy natija shundaki, eng katta debet har doim eng katta uzoq muddatli mahsuldorlikni anglatmaydi. Bosim depressiyasining ortishi qisqa muddatda q_o ni oshirishi, biroq suv/gaz konusining tezlashishi va ko‘p fazali skinning ortishi sababli keyingi davrda J ni keskin pasaytirishi mumkin. Shu bois quduqni “kritik konuslanishdan yuqori” ishlatish amaliyoti uzoq muddatda qazib olish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Muhokama. Mahsuldorlik pasayishining sababini aniqlashda bitta o‘lchov yetarli emas. Masalan, debetning kamayishi qatlam bosimi pasayishi bilan ham, skin-faktor ortishi bilan ham kuzatiladi. Shuning uchun dinamik bosim o‘lchovlari, quduq sinovi, suvlilik/gaz omili trendi, quduq tubi va usti bosimlari hamda ta’mirlash tarixi birgalikda tahlil qilinishi kerak. Chan tomonidan taklif etilgan water-control diagnostik grafiklar ham suv kirishining turli mexanizmlarini ajratishda yordam beradigan yondashuvlardan biridir [9].

Quduq atrofi zonasini ishlov berish faqat shikastlanish mahsuldorlikni cheklayotgan holatda asosli. Karbonat kollektorlarida geologik tuzilish va gidrodinamik sharoitni hisobga olgan kislotali ishlov quduq atrofi o‘tkazuvchanligini yaxshilashi mumkin [8], biroq massiv uyumda suv konuslanishi dominant bo‘lsa, o‘tkazuvchanlikni ko‘r-ko‘rona oshirish suv oqimini ham kuchaytirishi ehtimoli bor. Demak, stimulyatsiya qarori konuslanish xavfi bilan muvofiqlashtirilishi kerak.

Xulosa. Massiv turidagi neft uyumlarida quduq mahsuldorligi pasayishi qatlam bosimi, suv/gaz konuslanishi, ko‘p fazali oqim va quduq atrofi zonasining shikastlanishi kabi omillarning birgalikdagi ta’siri bilan shakllanadi. Mahsuldorlik koeffitsiyenti J va umumiy skin-faktor pasayish mexanizmini ajratish uchun muhim integral mezonlardir.

Tavsiya etilgan diagnostik ketma-ketlik – bosim va J dinamikasi → suvlilik/gaz omili → skin va quduq sinovi → qatlam energiyasi va suv bostirish tizimi – noto‘g‘ri texnologik aralashuv xavfini kamaytiradi. Natijada stimulyatsiya, suvni cheklash, depressiyani pasaytirish yoki qatlam bosimini boshqarish choralari real dominant mexanizmga mos ravishda tanlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Ahmed T. Reservoir Engineering Handbook. 5th ed. Gulf Professional Publishing, 2019. DOI: 10.1016/C2016-0-04718-6.

[2] Economides M.J., Hill A.D., Ehlig-Economides C., Zhu D. Petroleum Production Systems. 2nd ed. Pearson, 2013.

[3] Civan F. Reservoir Formation Damage. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 2015. DOI: 10.1016/C2014-0-01087-8.

[4] Joshi S.D. Horizontal Well Technology. PennWell Publishing, 1991. 535 p.

[5] Seifi F., Haghighat F., Nikravesh H., Kazemzadeh Y. Using New Chemical Methods to Control Water Production in Oil Reservoirs: Comparison of Mechanical and Chemical Methods. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2024. Vol. 14. P. 2617–2655. DOI: 10.1007/s13202-024-01844-1.

[6] Seright R.S., Brattekas B. Water Shutoff and Conformance Improvement: an Introduction. Petroleum Science. 2021. Vol. 18. P. 450–478. DOI: 10.1007/s12182-021-00546-1.

[7] Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh., Bekjonov R.S., Bazarov U.S. Current State and Objectives of The Industry for Improving Oil Field Development Systems with Waterflooding. International Journal of Scientific Trends. 2025. Vol. 4, Issue 1. P. 130–138.

[8] Samatov Sh.Sh., Mahmudov S.I. Optimization of Acidizing in Carbonate Reservoirs with Explicit Account of Near-Wellbore Geological Structure and Hydrodynamic Conditions. Universum: Technical Sciences. 2025. No. 10(139). P. 45–49.

[9] Chan K.S. Water Control Diagnostic Plots. SPE 30775-MS. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, 1995. DOI: 10.2118/30775-MS.

GAZKONDENSAT KONLARINI ISHLASHNING YAKUNIY BOSQICHIDA QUDUQ–YER USTI TIZIMINI MUVOFIQLASHTIRISH VA TEXNOLOGIK BARQARORLIKNI OSHIRISH

Axatova Guliza Anvar qizi
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: ahadovaguliza@gmail.com

Abstract. *The paper proposes an integrated approach to late-life gas-condensate production in which the reservoir, near-wellbore zone, tubing, gathering line, separation and compression facilities are treated as one hydraulic system. The methodology combines nodal analysis, phase-behavior considerations and operational diagnostics of liquid loading and pressure losses. A decision matrix is developed for distinguishing reservoir-side restrictions from wellbore and surface-facility constraints. The analysis shows that reducing backpressure alone is insufficient when retrograde condensate banking or liquid accumulation controls deliverability; conversely, stimulation without surface debottlenecking may fail to translate into sustainable production. The proposed workflow supports coordinated selection of well intervention, separator pressure, gathering-line regime and compression conditions.*

Keywords: *gas-condensate field, late-life development, nodal analysis, liquid loading, retrograde condensation, gathering system, separation, compression, backpressure*

Аннотация. *В статье предложен комплексный подход к эксплуатации газоконденсатных месторождений на завершающей стадии, при котором пласт, призабойная зона, насосно-компрессорные трубы, система сбора, сепарации и компримирования рассматриваются как единая гидравлическая система. Методика объединяет узловой анализ, учет фазового поведения флюида и диагностику жидкостной нагрузки и потерь давления. Разработана матрица решений для разграничения пластовых, скважинных и наземных ограничений. Показано, что одно лишь снижение противодавления недостаточно при доминировании ретроградной конденсации или накопления жидкости, а стимуляция пласта без устранения наземных ограничений не всегда обеспечивает устойчивый прирост добычи. Предложенный алгоритм позволяет согласовывать ремонтно-интенсификационные мероприятия, давление сепарации, режим системы сбора и условия компримирования.*

Ключевые слова: *газоконденсатное месторождение, завершающая стадия, узловой анализ, жидкостная нагрузка, ретроградная конденсация, система сбора, сепарация, компримирование, противодавление*

Annotatsiya. *Maqolada gazkondensat konlarini ishlashning yakuniy bosqichida qatlam, quduq atrofi zonasi, ko‘taruvchi quvurlar, yig‘ish tarmog‘i, separatsiya va siqish qurilmalarini yagona gidravlik tizim sifatida boshqarish yondashuvi taklif etilgan. Metodika tugunli tahlil, fazaviy holat xususiyatlari, suyuqlik yuklanishi va bosim yo‘qotishlari diagnostikasini birlashtiradi. Qatlam tomoni, quduq ichi va yer usti obyektlaridagi cheklovlarni ajratish uchun qaror matritsasi ishlab chiqildi. Tahlil retrograd kondensat tiqini yoki suyuqlik to‘planishi ustun bo‘lgan holatda faqat qarshi bosimni pasaytirish yetarli emasligini, yer usti cheklovlari bartaraf etilmasdan o‘tkazilgan intensifikatsiya esa barqaror debet o‘sishiga olib kelmasligi mumkinligini ko‘rsatdi.*

Kalit so‘zlar: *gazkondensat koni, yakuniy bosqich, tugunli tahlil, suyuqlik yuklanishi, retrograd kondensatsiya, yig‘ish tizimi, separatsiya, siqish, qarshi bosim*

Kirish. Gazkondensat konlarini ishlashning yakuniy bosqichida qatlam bosimining pasayishi, gaz tarkibidagi og‘ir komponentlarning quduq atrofi zonasida kondensatsiyalanishi, ko‘taruvchi quvurlarda suyuqlikning ushlanib qolishi hamda yig‘ish tarmog‘i va separatsiya

qurilmalaridagi qarshi bosimning ortishi bir vaqtning o‘zida namoyon bo‘ladi. Bunday sharoitda quduq debetini faqat qatlam xossalari yoki faqat yer usti jihozlari bilan izohlash yetarli emas. Zamonaviy ishlab chiqarish tizimlari rezervuar–quduq–yer usti zanjirining o‘zaro bog‘langan ishlashini hisobga olishni talab qiladi [1, 2].

Gazkondensat tizimlarida bosim shudring nuqtasidan pastlaganda quduq atrofi zonasida kondensat ajralib, gaz uchun nisbiy o‘tkazuvchanlik kamayadi. Fevang va Whitson bunday holatda quduq yetkazib berish qobiliyatini baholash uchun fazaviy xulq hamda nisbiy o‘tkazuvchanlikni hisobga oluvchi yondashuvni taklif qilgan [3]. Yakuniy bosqichda bunga suyuqlik yuklanishi qo‘shilsa, quduqning barqaror ishlash sohasi yanada torayadi [4, 5]. Shu sababli maqolaning maqsadi texnologik obyektlarni alohida emas, balki yagona ishlab chiqarish tizimida baholash va kompleks qaror tanlash mezonlarini shakllantirishdan iborat.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot metodikasi adabiyotlar tahlili, tugunli (nodal) tahlil va texnologik diagnostika tamoyillariga asoslandi. Tizimning asosiy tugunlari sifatida qatlam, quduq atrofi zonasi, quduq tubi, ko‘taruvchi quvur bosh qismi, yig‘ish kollektori, separator va kompressor qabul qilindi. Tugunli tahlilda barqaror ish nuqtasi qatlamning oqim berish xarakteristikasi bilan quduq va yer usti tizimining oqimni chiqarish xarakteristikasi kesishgan nuqta orqali aniqlanadi [2].

$$p_w f, IPR(q) = p_w f, VLP(q)$$

Bu tenglikning chap tomoni qatlamdan quduqqa oqim uchun zarur quduq tubi bosimini, o‘ng tomoni esa ma’lum debetni ko‘taruvchi quvurlar va yer usti tizimi orqali chiqarish uchun talab qilinadigan bosimni ifodalaydi. Gazkondensatli quduqda IPR qismi fazaviy xulq va kondensat banki ta’siriga sezgir, VLP qismi esa gaz–suyuqlik oqimi, quvur diametri, yig‘ish tarmog‘i bosimi va separator rejimiga bog‘liq [1–3].

Diagnostikada uch guruh ko‘rsatkich ajratildi: (1) qatlam va quduq atrofi zonasi – statik/dinamik bosim, skin-faktor, kondensat tiqini belgisi; (2) quduq ichi – gaz tezligi, suyuqlik ustuni, quvur bosim yo‘qotishi; (3) yer usti tizimi – quduq usti va kollektor bosimi, separator bosimi, kompressorning qabul/chiqarish bosimi. Bu ko‘rsatkichlar o‘zgarishi birgalikda tahlil qilinib, dominant cheklov aniqlanadi.

1-jadval.

Yakuniy bosqichdagi gazkondensat tizimida dominant cheklovlarni aniqlash matritsasi

Tizim bo‘g‘ini	Asosiy cheklov	Diagnostik belgi	Ustuvor texnik ta’sir
Qatlam/QAZ	Kondensat banki, skin	Δp qatlam–quduq ortishi	Selektiv stimulyatsiya, ish rejimini moslash
Quduq ichi	Suyuqlik yuklanishi	Noturg‘un debet, bosim tebranishi	Deliquifikatsiya, quvur rejimini optimallashtirish
Yig‘ish tarmog‘i	Yuqori qarshi bosim	Quduq usti–kollektor Δp ortishi	Gidravlik qarshilikni kamaytirish, guruhlashni qayta ko‘rish
Separator	Nomaqbul ish bosimi	Suyuqlik ajratish va gaz yo‘qotishlari	Bosim/harorat rejimini moslash
Kompressor	Qabul bosimi va quvvat cheklovi	Siqish nisbati va energiya sarfi ortishi	Bosqichli siqish, optimal suction bosimi

Natijalar. Kompleks tahlil shuni ko‘rsatadiki, yakuniy bosqichdagi gazkondensat quduqlarida bir xil debet pasayishi turli mexanizmlar bilan yuz berishi mumkin. Masalan, quduq tubi bosimi keskin oshmasdan quduq usti bosimi va suyuqlik hajmi o‘zgarib tursa, quduq ichi suyuqlik yuklanishi ehtimoli yuqori. Aksincha, qatlam va quduq tubi orasidagi qo‘shimcha bosim yo‘qotishi ortsa, quduq atrofi zonasidagi fazaviy yoki fizik-kimyoviy qarshilik muhim bo‘lishi mumkin. Mahalliy tadqiqotlarda ham gazkondensat konlarida quduqlarni ta’mirlash, suv oqimini

cheklash va oqimni jadallashtirish choralari konning yakuniy bosqichdagi rentabelligini uzaytirishda muhimligi ko‘rsatilgan [8].

Yer usti tizimida separator bosimini maqbul kamaytirish yoki kompressor yordamida yig‘ish kollektoridagi bosimni pasaytirish VLP egri chizig‘ini qulay tomonga siljitadi va ishlash nuqtasidagi debetni oshiradi. Biroq bu ta’sir qatlamdan oqim bera olish imkoniyati bilan cheklanadi. Agar retrograd kondensat banki IPR ni keskin cheklasa, yer ustidagi bosimni yanada pasaytirishdan olinadigan foyda kamayadi; bunday vaziyatda selektiv quduq atrofi ishlovi yoki boshqa stimulyatsiya usuli kerak bo‘ladi [3, 9].

Tizim yondashuvining amaliy afzalligi shundaki, xarajat talab qiladigan tadbirlar ketma-ketligi “eng katta bosim yo‘qotishi qayerda?” degan savolga javob asosida tanlanadi. Dastlab nazorat o‘lchovlari va tugunli model bilan dominant cheklov belgilanadi; keyin eng kam kapital talab qiladigan operatsion sozlashlar – separator bosimi, shtutser, quduqlarni guruhlash yoki kollektor rejimi – ko‘riladi. Faqat shundan keyin kompressor, quduq ichki jihozlarini o‘zgartirish yoki quduq atrofi zonasiga ishlov berish kabi chuqurroq tadbirlar asoslanadi.

Muhokama. Tadqiqot natijalari “quduqni alohida optimallashtirish” yondashuvining cheklanganligini ko‘rsatadi. Masalan, kompressor qabul bosimini pasaytirish qisqa muddatda debetni oshirishi mumkin, ammo kritik gaz tezligidan past ishlayotgan quduqda suyuqlik to‘planishini to‘liq bartaraf etmaydi [4, 5]. Xuddi shuningdek, quduq atrofi zonasining o‘tkazuvchanligini oshirish yer usti yig‘ish tarmog‘i yuqori qarshi bosimda qolsa, kutilgan iqtisodiy samaraning to‘liq namoyon bo‘lishiga imkon bermaydi. Gazni qayta ishlash va uzatish tizimlarida separatsiya hamda kompressiya rejimini birgalikda tanlash energiya sarfi va mahsulot sifatiga ham ta’sir qiladi [6, 7].

Shu sababli yakuniy bosqichdagi texnologik barqarorlik mezoni maksimal bir martalik debet emas, balki suyuqlik yuklanishisiz, haddan tashqari bosim yo‘qotishisiz va separator-kompressor cheklovlarini buzmasdan saqlanadigan barqaror debet bo‘lishi kerak. Bu mezon ishlab chiqarishning xavfsizligi, energiya samaradorligi va quduqning qolgan ishlash muddatini bir vaqtda hisobga olish imkonini beradi.

Xulosa. Gazkondensat konlarini ishlashning yakuniy bosqichida quduqlar va yer usti texnologik obyektlarini yagona gidravlik tizim sifatida boshqarish zarur. Tugunli tahlil qatlam–quduq–yig‘ish–separatsiya–siqish zanjiridagi dominant qarshilikni aniqlash va tadbirlarni ustuvorlashtirish uchun qulay vositadir.

Retrograd kondensatsiya, quduq ichi suyuqlik yuklanishi va yuqori yer usti qarshi bosimi bir-birini kuchaytirishi mumkin; shuning uchun faqat bitta bo‘g‘inga ta’sir etuvchi chora ko‘p holatda barqaror natija bermaydi. Taklif etilgan diagnostika va qaror ketma-ketligi operatsion sozlash, kompressiya, quduq ichi texnologiyasi hamda quduq atrofi zonasiga ta’sirni texnik-iqtisodiy jihatdan muvofiqlashtirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Economides M.J., Hill A.D., Ehlig-Economides C., Zhu D. Petroleum Production Systems. 2nd ed. Pearson, 2013.

[2] Beggs H.D. Production Optimization Using NODAL Analysis. 2nd ed. OGCI Publications, 1991. 411 p.

[3] Fevang O., Whitson C.H. Modeling Gas-Condensate Well Deliverability. SPE Reservoir Engineering. 1996. Vol. 11, No. 4. P. 221–230. DOI: 10.2118/30714-PA.

[4] Turner R.G., Hubbard M.G., Dukler A.E. Analysis and Prediction of Minimum Flow Rate for the Continuous Removal of Liquids from Gas Wells. Journal of Petroleum Technology. 1969. Vol. 21, No. 11. P. 1475–1482. DOI: 10.2118/2198-PA.

[5] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Gulf Professional Publishing, 2008. DOI: 10.1016/B978-0-7506-8280-0.X5001-X.

[6] Arnold K., Stewart M. Surface Production Operations, Vol. 1. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 2008.

[7] Mokhatab S., Poe W.A., Mak J.Y. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing: Principles and Practices. 4th ed. Gulf Professional Publishing, 2019.

[8] Samatov Sh.Sh., Akhatova G.A., Xayitov L.K., Jo‘rayeva G.Ch., Makhmudov S.I. The Role of Well Workover and Intensification Methods in Improving the Development Efficiency of Small-Reserve Gas Condensate Fields. Modern Education and Development. 2026. Vol. 43, No. 2. P. 88–97.

[9] Samatov Sh.Sh., Mahmudov S.I. Optimization of Acidizing in Carbonate Reservoirs with Explicit Account of Near-Wellbore Geological Structure and Hydrodynamic Conditions. Universum: Technical Sciences. 2025. No. 10(139). P. 45–49.

МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Тожиев Обид Олимович[1], Бабаев Акмал Азамович[2], Яминов Феруз Файзулло угли[3]
[1] Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан
e-mail: obidtojiyev64@gmail.ru

Аннотация. *В статье рассмотрены основные методы увеличения производительности нефтяных скважин путём воздействия на призабойную зону пласта. Проанализированы факторы, определяющие дебит скважины: проницаемость коллектора, вязкость нефти, перепад между пластовым и забойным давлением и состояние призабойной зоны. Приведены подходы к расчёту производительности по классической формуле Дюпюи и показано значение контроля дебита для эффективной разработки месторождений. Описаны химические (соляно-кислотная обработка), механические (гидроразрыв пласта) и тепловые методы, а также их комбинации: кислотные ванны, пенокислотная, термохимическая и термокислотная обработки. Показано, что рациональный выбор метода интенсификации и корректный расчёт производительности способствуют повышению нефтеотдачи пластов и оптимизации технологических процессов добычи. Кислотные составы растворяют породу и отложения солей, парафинов и продуктов коррозии, создают в породе каналы растворения и тем самым повышают проницаемость.*

Ключевые слова: *производительность скважины, дебит, призабойная зона, проницаемость пласта, соляно-кислотная обработка (СКО), гидроразрыв пласта, термохимическая обработка, пенокислотная обработка, пластовое давление, интенсификация добычи нефти.*

Abstract. *This article examines the primary methods for increasing oil well productivity by targeting the near-wellbore formation zone. It analyzes the factors influencing well flow rate, including reservoir permeability, oil viscosity, the differential between reservoir and bottomhole pressure, and the condition of the near-wellbore area. Approaches to calculating well productivity with the classical Dupuit formula are outlined, and the importance of flow rate monitoring for effective field development is highlighted. Chemical (hydrochloric acid treatment), mechanical (hydraulic fracturing) and thermal methods are described, together with their combinations: acid baths, foam-acid, thermochemical and thermo-acid treatments. It is shown that a judicious choice of the stimulation method and an accurate productivity calculation contribute to enhanced oil recovery and the optimization of production processes. Acid compositions dissolve the rock and deposits of salts, paraffins and corrosion products, create dissolution channels in the rock and thereby increase its permeability.*

Keywords: *well productivity, flow rate, near-wellbore zone, formation permeability, hydrochloric acid treatment, hydraulic fracturing, thermochemical treatment, foam-acid treatment, reservoir pressure, oil production stimulation.*

Annotatsiya. *Maqolada quduq tubi zonasiga ta’sir ko‘rsatish orqali neft quduqlarining mahsuldorligini oshirishning asosiy usullari ko‘rib chiqilgan. Quduq debitiga ta’sir etuvchi omillar - kollektorning o‘tkazuvchanligi, neftning qovushqoqligi, qatlam va quduq tubi bosimlari orasidagi farq hamda quduq tubi zonasining holati - tahlil qilingan. Mahsuldorlikni klassik Dyupyui formulasi bo‘yicha hisoblash yondashuvlari keltirilgan va konlarni samarali o‘zlashtirishda debitni nazorat qilishning ahamiyati ko‘rsatilgan. Kimyoviy (xlorid kislotali ishlov berish), mexanik (qatlamni*

gidravlik yorish) va issiqlik usullari, shuningdek ularning kombinatsiyalari - kislotali vannalar, ko‘pikli kislotali, termokimyoviy va termokislotali ishlov berish - yoritilgan. Ta’sir usulining oqilona tanlanishi va mahsuldorlikning to‘g‘ri hisoblanishi qatlamlarning neft beruvchanligini oshirishga va qazib olish jarayonlarini optimallashtirishga yordam berishi ko‘rsatildi. Kislota tarkiblari tog‘ jinsini hamda tuz, parafin va korroziya mahsulotlari cho‘kmalarini eritib, jinsda erish kanallarini hosil qiladi va o‘tkazuvchanlikni oshiradi.

Kalit so‘zlar: *quduq mahsuldorligi, debit, quduq tubi zonasi, qatlam o‘tkazuvchanligi, xlorid kislotali ishlov berish (XKI), qatlamni gidravlik yorish, termokimyoviy ishlov berish, ko‘pikli kislotali ishlov berish, qatlam bosimi, neft qazib olishni jadallashtirish.*

Введение. Производительность скважины - один из ключевых параметров, определяющих ценность объекта и потенциальные возможности разработки всего месторождения. Под ней понимают количество нефти (или газа), извлекаемое из скважины за определённый промежуток времени - час, сутки, месяц или год; на практике её выражают дебитом в т/сут или м³/сут. Величина дебита зависит от гидропроводности пласта, вязкости нефти и разницы между пластовым и забойным давлением - депрессии на пласт. Расчёт производительности выполняют по специальным формулам, а увеличить её можно несколькими способами.

Особое значение имеет призабойная зона пласта (ПЗП) - часть пласта, примыкающая к фильтру скважины и определяющая степень её гидродинамической связи с пластом. Именно здесь при бурении, цементировании, освоении и эксплуатации накапливаются загрязнения - глинистая корка, соли, смолы, парафины, продукты коррозии, - и проницаемость снижается. Если производительность падает или изначально невысока, её повышают как традиционными, так и современными методами. Цель работы - рассмотреть основные методы воздействия на призабойную зону, показать принципы расчёта дебита и дать рекомендации по выбору метода.

Материалы и методы. В работе использованы аналитический обзор технической литературы и гидродинамические расчёты по формуле Дюпюи. Методы увеличения производительности скважин посредством воздействия на призабойную зону делятся на три группы. Химические методы применяют, когда проницаемость ухудшилась из-за отложения веществ, растворимых в реагентах; типичный пример - соляно-кислотная обработка (СКО). Механические методы используют в плотных породах с низкой проницаемостью, основной из них - гидроразрыв пласта (ГРП). Тепловые методы, то есть прогрев призабойной зоны, применяют при отложении смол, парафинов, асфальтенов и при фильтрации высоковязкой нефти. Возможны и комплексные методы - сочетание ГРП с СКО, тепловой обработки с кислотной; выбор способа определяется условиями конкретной скважины.

Кислотная обработка очищает призабойную зону и насосно-компрессорные трубы (НКТ) от отложений солей, парафинов и продуктов коррозии, в том числе при вводе оборудования в работу. Кислотные составы растворяют породу, образуя в ней каналы растворения, благодаря чему растёт проницаемость. Для карбонатных пород основной является реакция

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow \quad (1)$$

Стехиометрический расчёт показывает, что 1 м³ 15 %-ного раствора HCl растворяет около 210–220 кг $CaCO_3$. Терригенные коллекторы обрабатывают глинокислотой - смесью HCl и HF. В кислоту вводят ингибитор коррозии, стабилизатор железа и поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Для очистки забоев открытого типа и стенок скважины применяют кислотные ванны, растворяющие глинистую и цементную корки, смолы, продукты коррозии и другие наслоения. Объём раствора рассчитывают так, чтобы он не превышал объём ствола на расчётном интервале колонны; раствор выдерживают 18–24 ч, после чего удаляют обратной промывкой водой. Обработку под давлением с применением пакеров проводят для продавливания составов в труднопроницаемые интервалы. Пенокислотную обработку используют при большой толщине пласта и низком давлении: в ПЗП вводят кислотный состав и пену ПАВ с

помощью кислотного агрегата, аэратора и компрессора; малая плотность пены расширяет охват воздействия, а сжатый воздух улучшает приток и освоение скважины. Для пластов большой толщины применяют поинтервальную (ступенчатую) обработку, особенно после бурения и на первом этапе разработки.

Термохимическая обработка основана на реакции соляной кислоты с магнием, помещённым в наконечник, который спускают в НКТ на нужную глубину:

$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow + Q \quad (2)$$

Реакция сильно экзотермична (около 470 кДж/моль, т. е. порядка 19 МДж на 1 кг магния) и разогревает кислоту, что позволяет удалять парафины, смолы и асфальтены. Термокислотная обработка сочетает термохимическую стадию с последующей обычной СКО; используют 15 %-ный раствор HCl, наиболее подходящий для такой обработки. Схема воздействия на призабойную зону показана на рис. 1: растворение кольматационной корки в продуктивном интервале увеличивает проницаемость и улучшает приток флюида к стволу; приток распределяется между верхним и нижним пропластками как 58 и 42 %.



Рис. 1. Воздействие на призабойную зону пласта: растворение кольматационной корки в интервале перфорации

Результаты и обсуждение

Теоретический дебит скважины при установившейся плоскорадиальной фильтрации определяется формулой Дюпюи:

$$Q = 2\pi \cdot k \cdot h \cdot (P_{пл} - P_{заб}) / (\mu \cdot \ln(R_к / r_с)) \quad (3)$$

где Q - дебит, м³/с; k - проницаемость, м²; h - эффективная толщина пласта, м; $P_{пл}$ и $P_{заб}$ - пластовое и забойное давления, Па; μ - динамическая вязкость нефти, Па·с; $R_к$ - радиус контура питания, м; $r_с$ - радиус скважины, м. Отношение дебита к депрессии называют коэффициентом продуктивности:

$$K_{пр} = Q / (P_{пл} - P_{заб}) \quad (4)$$

Ухудшение проницаемости ПЗП учитывают скин-фактором S: в знаменателе формулы (3) к $\ln(R_к/r_с)$ добавляют S. Положительное S означает загрязнение призабойной зоны, отрицательное - успешную стимуляцию (кислотную обработку, ГРП). Дебит прямо пропорционален проницаемости, толщине пласта и депрессии и обратно пропорционален вязкости. Поскольку зависимость от радиуса логарифмическая, основная часть потерь давления приходится на призабойную зону: при $R_к = 250$ м и $r_с = 0{,}1$ м в круге радиусом 10 м вокруг скважины срабатывается около 59 % всей депрессии. Поэтому обработка ПЗП - один из наиболее действенных способов увеличения дебита.

Производительность измеряют с заданной периодичностью, подключая скважины к замерным установкам. Мерник может обслуживать одну или несколько скважин: при групповом замере пробы смешиваются и поступают в общий коллектор, а клапанный манифольд позволяет отобрать пробу конкретной скважины, не останавливая остальные; на промыслах широко применяют автоматизированные групповые замерные установки типа

«Спутник». При оценке учитывают среднее значение дебита за выбранный период, его начальный максимум и характер изменения во времени, а также давление. Регулярный замер позволяет контролировать добычу, оценивать работу бригад и уточнять стратегию разработки месторождений. Сводные сведения о методах воздействия на ПЗП приведены в таблице 1.

Если расчёты показывают нехватку производительности, метод выбирают с учётом дебита, геологических данных, перспектив развития месторождения и технических возможностей. Одним из самых распространённых методов является ГРП, при котором в пласте создают трещины, облегчающие приток нефти к скважине; в промышленности его начали применять в США в конце 1940-х годов, в СССР - с 1952 г. Работы проводят так, чтобы колонны НКТ и цементные кольца выше и ниже продуктивного пласта остались целыми и не деформировались; после обработки замеры повторяют для оценки эффективности. По оценкам разных авторов, успешность кислотных обработок составляет 60–80 %, а повторных - менее 50 %, поэтому выбор метода и объёма обработки должен опираться на расчёт.

Таблица 1.

Методы воздействия на призабойную зону и условия их применения

Метод	Условия применения	Механизм действия
СКО	Загрязнение ПЗП солями и продуктами коррозии	Растворение породы и отложений (1), рост проницаемости
Кислотная ванна	Забои открытого типа, стенки скважины	Растворение корки и смол; выдержка 18–24 ч
Пенокислотная	Толстый пласт, низкое давление	Пена расширяет охват; воздух улучшает приток
Термохимическая и термокислотная	Парафины, смолы, асфальтены	Теплота реакции (2) плавит отложения
ГРП	Плотные породы, низкая проницаемость	Трещины - новые каналы притока

Заключение. Производительность нефтяной скважины - один из важнейших показателей эффективности разработки месторождения и рациональности использования природных ресурсов. На дебит влияют фильтрационно-ёмкостные свойства пласта, вязкость флюида, депрессия и состояние призабойной зоны. Расчёт по классической формуле Дюпюи позволяет объективно оценить текущее состояние скважины и спрогнозировать её работу. Рациональный выбор метода воздействия - химического, механического, теплового или комплексного, - основанный на расчётах дебита, геологических характеристиках и технических возможностях, обеспечивает повышение нефтеотдачи, снижение эксплуатационных затрат и устойчивое развитие отрасли. Контроль и регулярный анализ производительности скважин - необходимое условие эффективной разработки месторождений. Практическая последовательность действий такова: замер дебита и оценка скин-фактора, выбор метода воздействия по условиям скважины, обработка и повторный замер для оценки её эффективности.

Список литературы

1. Муслимов Р. Х. Разработка нефтяных месторождений. - Москва: Недра, 2002.

2. Кудинов В. И. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений. - Москва: Недра, 2004.

3. Дюпюи Ж. Теория движения жидкости в пористых средах. - Париж, 1863.

4. Сургучев М. Л. Гидродинамические методы исследования скважин. - Москва: Недра, 1984.

5. Хасанов М. М., Абдуллаев А. Г. Интенсификация добычи нефти и газа. - Баку: Элм, 2010.

6. Басниев К. С., Дмитриев Н. М., Каневская Р. Д. Подземная гидромеханика. - Москва: Недра, 1993.

7. Технология и техника добычи нефти: Учебник для вузов / Под ред. В. И. Кудинова. - Москва: Недра, 2005.
8. Economides M. J., Nolte K. G. Reservoir Stimulation. - 3rd ed. - John Wiley & Sons, 2000.
9. Kalfayan L. Production Enhancement with Acid Stimulation. - 2nd ed. - Tulsa: PennWell, 2008. - 252 p.

INVESTIGATION OF THE FLOCCULATION PERFORMANCE OF POLYASPARTAMIDE-BASED FLOCCULANTS FOR THE TREATMENT OF HIGH-TURBIDITY WATER

Aysel Mammadova[1], Otabek Teshaev[2], Sunnatbek Teshaev[2], Gayrat Bozorov[2]
[1] Baku Higher Oil School, Baku, Azerbaijan
[2]Bukhara state technical university, Bukhara, Uzbekistan

Abstract. *Access to safe drinking water remains one of the defining global challenges of the twenty-first century. Conventional treatment relies on inorganic coagulants such as aluminum sulfate and synthetic polyacrylamides (PAMs), yet these reagents carry significant environmental and toxicological liabilities: residual aluminum ions have been associated with neurological effects, acrylamide monomers exhibit neurotoxic properties, and neither class of compounds is readily biodegradable.*

This study synthesizes and characterizes three cationic polyaspartamide derivatives—PA-1 (low molecular weight, high charge density), PA-2 (medium molecular weight, medium charge density), and PA-3 (high molecular weight, low charge density)—prepared from poly(succinimide) through thermal polycondensation of aspartic acid followed by controlled chemical modification. Flocculation performance is evaluated against kaolin suspension (a standardized model of high-turbidity water) using a systematic jar-test protocol. The influence of flocculant dosage, solution pH, mixing rate, and settling time on clarification efficiency is quantified. PA-2 achieves the highest clarification efficiency of 96.8% at a minimum effective dosage of 2.8 mg/L under neutral pH (7.0–8.0), outperforming both PA-1 (92.5% at 3.5 mg/L) and PA-3 (95.1% at 5.0 mg/L). Comparative benchmarking against commercial alum and polyacrylamide demonstrates that the polyaspartamide flocculants produce large, dense flocs with rapid settling velocity and reduced sludge volume. These results, supported by electrostatic interaction measurements and turbidimetric analysis, establish polyaspartamide-based flocculants as technically viable, economically competitive, and environmentally superior alternatives for both municipal and industrial water treatment systems.

Keywords*: polyaspartamide; flocculation; water turbidity; kaolin suspension; coagulation; biodegradable polymer; charge neutralization; polymer bridging; poly(succinimide); jar test.*

Аннотация. *Доступ к безопасной питьевой воде остается одной из определяющих глобальных проблем двадцать первого века. Обычное лечение опирается на неорганические коагулянты, такие как сульфат алюминия и синтетические полиакриламиды (ПАМ), однако эти реагенты несут значительную экологическую и токсикологическую ответственность: остаточные ионы алюминия ассоциируются с неврологическими эффектами, мономеры акриламида проявляют нейротоксические свойства, и ни один из классов соединений не легко биоразлагается.*

В данном исследовании синтезируются и характеризуются три катионных производных полиаспартамида: ПА-1 (низкая молекулярная масса, высокая плотность заряда), ПА-2 (средняя молекулярная масса, средняя плотность заряда) и ПА-3 (высокая молекулярная масса, низкая плотность заряда), полученные из поли (сукцинимида) путем термической поликонденсации аспаратиновой кислоты с последующей контролируемой химической модификацией. Эффективность флокуляции оценивается по сравнению с каолиновой суспензией (стандартизированной моделью воды с высокой мутностью) с помощью систематического протокола банковых испытаний. Количественно определяется влияние дозировки флокулянта, pH раствора, скорости смешивания и времени осаждения на

эффективность осветления. ПА-2 достигает наивысшей эффективности осветления 96,8% при минимальной эффективной дозировке 2,8 мг/л при нейтральном pH (7,0–8,0), превосходя как ПА-1 (92,5% при 3,5 мг/л), так и ПА-3 (95,1% при 5,0 мг/л). Сравнительное сравнение с товарным квасцом и полиакриламидом показывает, что полиаспартамидные флокулянты дают крупные плотные хлопья с быстрой скоростью осаждения и уменьшенным объемом шлама. Эти результаты, подтвержденные измерениями электростатического взаимодействия и турбидиметрическим анализом, устанавливают флокулянты на основе полиаспартамида как технически жизнеспособную, экономически конкурентоспособную и экологически превосходящую альтернативу как для коммунальных, так и для промышленных систем очистки воды.

Ключевые слова: *полиаспартамид; флокуляция; мутность воды; каолиновая суспензия; коагуляция; биоразлагаемый полимер; нейтрализация заряда; полимерный мостик; поли (сукцинимид); тест в банке.*

Annotatsiya. *Xavfsiz ichimlik suviga kirish XXI asrning eng muhim global muammolaridan biri bo‘lib qolmoqda. An’anaviy davolash alyuminiy sulfat va sintetik poliakrilamidlar (PAM) kabi noorganik koagulyantlarga tayanadi, ammo bu reagentlar muhim ekologik va toksikologik mas’uliyatlarni o‘z ichiga oladi: qoldiq alyuminiy ionlari nevrologik ta’sirlar bilan bog‘liq, akrilamid monomerlari neyrotoksik xususiyatlarga ega va ikkala birikma sinfi ham osonlikcha biologik parchalanmaydi.*

Ushbu tadqiqotda uchta kationik poliaspartamid hosilalari sintez qilinadi va tavsiflanadi: PA-1 (past molekulyar og‘irlik, yuqori zaryad zichligi), PA-2 (o‘rta molekulyar og‘irlik, o‘rta zaryad zichligi) va PA-3 (yuqori molekulyar og‘irlik, past zaryad zichligi), aspartik kislotaning termal polikondensatsiyasi va keyin nazorat ostidagi kimyoviy modifikatsiya orqali poli(suksinimid) dan olinadi. Flokulyatsiya samaradorligi kaolin suspenziyasiga (yuqori loyqa suvning standartlashtirilgan modeli) nisbatan tizimli bank sinov protokoli yordamida baholanadi. Flokulyant dozasi, eritmaning pH qiymati, aralashtirish tezligi va cho‘kish vaqtining tozalash samaradorligiga ta’siri miqdoriy jihatdan aniqlanadi. PA-2 neytral pH (7.0–8.0) da 2.8 mg/L minimal samarali dozada 96.8% eng yuqori tozalash samaradorligiga erishadi, bu PA-1 (3.5 mg/L da 92.5%) va PA-3 (5.0 mg/L da 95.1%) dan ustun turadi. Tijorat alum va poliakrilamid bilan qiyosiy taqqoslash shuni ko‘rsatadiki, poliaspartamid flokulyantlari tez cho‘kish tezligi va kamaytirilgan loy hajmiga ega katta, zich floklarni hosil qiladi. Elektrostatik o‘zaro ta’sir o‘lchovlari va loyqalik tahlili bilan tasdiqlangan bu natijalar poliaspartamid asosidagi flokulyantlarni ham shahar, ham sanoat suv tozalash tizimlari uchun texnik jihatdan samarali, iqtisodiy jihatdan raqobatbardosh va ekologik jihatdan ustun alternativa sifatida belgilaydi. Kalit so‘zlar: poliaspartamid; flokulyatsiya; suvning loyqaligi; kaolin suspenziyasi; koagulyatsiya; biologik parchalanadigan polimer; zaryadni neytrallash; polimer ko‘prigi; poli(suksinimid); banka sinovi.

Introduction. Clean water is a prerequisite for human health, ecosystem function, and sustainable industrial development. Despite advances in purification technology, turbid water—characterized by the presence of fine clay minerals, colloidal organic matter, and microbiological particles that scatter and absorb light—continues to challenge treatment facilities worldwide. The World Health Organization guidelines for drinking water quality prescribe a maximum turbidity of 1 NTU, a target that necessitates efficient coagulation and flocculation prior to filtration and disinfection.

Coagulation and flocculation represent the physicochemical backbone of conventional water treatment. In coagulation, a destabilizing agent neutralizes the surface charge of colloidal particles, allowing them to approach one another; in flocculation, gentle agitation promotes collision and aggregation of destabilized particles into macroscopic flocs that can be removed by sedimentation or filtration. For decades, aluminum sulfate (alum) and synthetic polyacrylamides have served as the primary reagents for these processes. Alum, while effective and inexpensive, leaves residual aluminum in treated water—a concern for human neurotoxicity and Alzheimer’s disease risk—and generates large volumes of aluminum-rich sludge that is costly to dispose of. Polyacrylamides, on the

other hand, are persistent in the environment and contain trace levels of the acrylamide monomer, a known neurotoxin and probable human carcinogen.

Literature review. Turbidity arises from the scattering of light by suspended particles ranging from sub-micron colloidal matter to coarse suspended solids. In natural water sources, turbidity is dominated by clay minerals (particularly kaolinite and montmorillonite), organic colloids, and microbial cells. High turbidity—generally defined as values exceeding 100 NTU—impairs disinfection efficiency, as suspended particles shield pathogens from chlorine and ultraviolet radiation. It also promotes the formation of disinfection by-products by providing a substrate for halogen reactions with natural organic matter. Removing turbidity to below 1 NTU prior to disinfection is therefore a regulatory and public health imperative.

Inorganic coagulants—principally aluminum sulfate and poly(aluminum chloride) (PAC)—operate by hydrolyzing in water to form aluminum hydroxide precipitates that sweep suspended particles from solution (sweep-floc mechanism) and by providing cationic aluminum species that neutralize the negative surface charge of colloidal particles. Their effectiveness over a narrow pH window (pH 6–8 for alum) and the generation of voluminous, aluminum-laden sludge limit their attractiveness for sustainable water management.

Materials and methods. Poly(succinimide) (PSI), the key precursor, was synthesized via single-step thermal polycondensation of L-aspartic acid (99.5% purity, Sigma-Aldrich) in the presence of 85% aqueous orthophosphoric acid as an acidic catalyst. The reaction was carried out in a rotary evaporator under reduced pressure (30 mbar) at 180–200 °C for 4–6 hours. Reduced pressure was employed to accelerate dehydration and achieve higher molecular weights than are possible under atmospheric conditions. After cooling, the crude PSI was precipitated in deionized water, washed repeatedly until neutral pH, and dried in a vacuum oven at 40 °C and 100 mbar for 48 hours.

Three cationic polyaspartamide derivatives were subsequently prepared by ring-opening of PSI with N-(2-aminoethyl)-1,2-ethanediamine (DETA) at varying stoichiometric ratios to control the degree of substitution and thereby tune charge density. The molar ratio of DETA to PSI succinimide units was varied to yield: PA-1 (high substitution, high charge density, targeting low molecular weight ~100,000 Da); PA-2 (intermediate substitution, medium charge density, ~500,000 Da); and PA-3 (low substitution, low charge density, ~1,500,000 Da). All reagents—including cysteamine (CEA, 95%), N,N-dimethylformamide (DMF), 1,4-dithiothreitol (DTT, 99%), and sodium bromate ($NaBrO_3$, 99%)—were sourced from Sigma-Aldrich.

Model high-turbidity water was prepared from analytical-grade kaolin clay (Merck). A stock suspension of 100 g kaolin per liter of deionized water was prepared by mechanical stirring at 150 rpm for 30 minutes, followed by ultrasonic dispersion at 40 kHz for 3 minutes. Working suspensions were prepared by diluting the stock to 1.0 g/L (corresponding to ~400–500 NTU), which lies within the range typical of severely turbid surface water during flood events. Turbidity was measured immediately before each experiment using a calibrated Hach 2100N turbidimeter. Solution pH was adjusted with 0.1 M NaOH or 0.1 M HCl.

All flocculation experiments were conducted using a six-paddle jar-test apparatus (1 L glass beakers). The standardized protocol consisted of four phases: (1) rapid mix at 150–200 rpm for 30–60 seconds to disperse the flocculant; (2) slow mix at 20–40 rpm for 15–30 minutes to promote floc growth; (3) gravity sedimentation for 10–30 minutes with the mixer off; and (4) supernatant sampling at 1–2 cm below the surface for turbidity measurement. Clarification efficiency (η) was calculated as:

$$\eta\ (\%) = [(Turbidity_{initial} - Turbidity_{final}) / Turbidity_{initial}] \times 100$$

Each experiment varied a single parameter—dosage, pH, mixing rate, or settling time—while holding all others constant at their previously established optimal values.

To confirm the cationic nature and polyelectrolyte complexation behavior of the synthesized flocculants, turbidimetric titration was performed. A 1 g/L solution of PASP-DETA (cationic) was titrated against a 1 g/L solution of anionic polyaspartic acid (PASP100) at pH 7, and the absorbance spectrum between 300 and 900 nm was recorded after each addition using a UV-Vis

spectrophotometer. Turbidity at 400 nm served as the indicator of polyplex formation between oppositely charged polyelectrolytes.

Results. The dose-response relationship followed the classic three-region pattern predicted by coagulation theory. At sub-optimal dosages, insufficient polymer was available to neutralize the surface charge of kaolin particles, resulting in poor floc formation and high residual turbidity. As dosage increased, clarification efficiency rose sharply toward a maximum. At supra-optimal dosages, charge reversal and steric stabilization—arising from the excess polymer coating particle surfaces with like-charged functional groups—caused a measurable decline in performance, confirming the importance of precise dosage control.

Table 1

Optimal flocculation performance of synthesized polyaspartamide derivatives

Flocculant	Optimal Dosage (mg/L)	Max Clarification Efficiency (%)	Primary Mechanism
PA-1 (Low MW, High Charge)	3.5	92.5	Charge Neutralization
PA-2 (Medium MW, Medium Charge)	2.8	96.8	Balanced (Neutralization + Bridging)
PA-3 (High MW, Low Charge)	5.0	95.1	Polymer Bridging

PA-2 achieved the highest clarification efficiency (96.8%) at the lowest optimal dosage (2.8 mg/L), demonstrating that the medium molecular weight and moderate charge density combination provides the most efficient utilization of polymer material. PA-1, despite its high charge density, required a higher dosage (3.5 mg/L) and achieved a lower maximum efficiency (92.5%), reflecting the dominance of charge neutralization without adequate polymer bridging. PA-3, relying primarily on bridging, required the highest dosage (5.0 mg/L) because its lower charge density necessitated more polymer to achieve complete particle destabilization before bridging could proceed effectively.

The pH of the treatment medium exerted a pronounced and mechanistically interpretable influence on flocculation performance. All three polyaspartamide derivatives were tested across the pH range 4–10 at their respective optimal dosages. The key findings are summarized in Table 2.

Table 2

Effect of pH on flocculation performance of cationic polyaspartamides

pH Range	Clarification Efficiency	Chemical Explanation
Acidic (pH 4–6)	High	Amine groups fully protonated; strong charge neutralization
Neutral (pH 7–8)	Peak (Optimal)	Ideal balance between cationic charge and polymer conformation
Alkaline (pH 9–10)	Decreased	Amine deprotonation reduces charge; carboxylate groups cause chain expansion and repulsion

Under acidic conditions, the cationic amine groups (–NH2) along the polyaspartamide backbone are extensively protonated to their –NH3+ form, maximizing positive charge density and driving strong electrostatic attraction to negatively charged kaolin particles. At neutral pH—the identified optimum—the balance between protonated cationic sites and the polymer chain conformation is ideal for simultaneous charge neutralization and bridging. In alkaline conditions,

progressive deprotonation of amine groups reduces the net cationic charge, while the carboxylate groups (–COO–) on the polyaspartamide backbone generate internal repulsive forces that expand and stiffen the polymer chain, ultimately impairing bridging efficiency.

The complete optimized treatment protocol for PA-2 specifies: 2.8 mg/L dosage; pH 7.0–8.0; rapid mix at 150 rpm for 30 seconds; slow mix at 30 rpm for 20 minutes; and gravitational settling for 15 minutes. Under these conditions, the initial turbidity of approximately 140 NTU is reduced to below 4.4 NTU, corresponding to a clarification efficiency of 96.8%.

Turbidimetric titration confirmed the cationic character of the synthesized flocculant. Progressive addition of anionic PASP100 solution to PASP-DETA produced a clear increase in absorbance at 400 nm, indicating the formation of turbid polyplex aggregates between the oppositely charged polyelectrolytes. No signal was observed when neutral PASP-HE100 was added to PASP-DETA, confirming that the interaction is charge-driven. These results provide direct physicochemical evidence that the synthesized polymers possess sufficient cationic charge for effective electrostatic destabilization of negatively charged colloidal particles in water.

Visual observation of the kaolin suspension before and after PASP-DETA addition showed unambiguous water clarification, even to the naked eye, after only a few hours of sedimentation. Turbidimetric measurement of the treated supernatant confirmed residual turbidity values of a few tens of FNU units, corresponding to approximately 95% removal of suspended particles—consistent with the jar-test results and reinforcing the flocculant's practical effectiveness.

Discussion. The comparative performance of PA-1, PA-2, and PA-3 illuminates the fundamental structure-property relationships governing polyaspartamide flocculation. Two structural variables—molecular weight and charge density—were deliberately varied to probe their individual and synergistic contributions to clarification efficiency.

Molecular weight governs the polymer bridging capacity: longer polymer chains can simultaneously adsorb onto multiple particles separated by distances up to the chain end-to-end distance, forming bridges that pull particles into compact aggregates. As MW increases from PA-1 (~100,000 Da) to PA-3 (~1,500,000 Da), the potential bridging length increases proportionally. However, very high MW polymers also risk chain scission under the shear stresses of the rapid-mix phase, and their greater kinetic barriers to adsorption can reduce effective contact with particle surfaces.

Polyaspartamides compare favorably with conventional alum and PAM on multiple dimensions. In terms of clarification efficiency, PA-2 at 2.8 mg/L achieves 96.8% turbidity removal from kaolin suspension—comparable to or exceeding the performance of alum at typical treatment doses of 20–40 mg/L (as Al2O3) and competitive with high-charge-density cationic PAMs. The critical advantage lies not in efficiency alone, but in the combination of efficiency with environmental compatibility and reduced sludge production.

Conclusions. This study demonstrates that cationic polyaspartamide-based flocculants are effective, biodegradable, and tunable reagents for the treatment of high-turbidity water. Three derivatives varying in molecular weight and charge density were synthesized from poly(succinimide) and evaluated systematically through jar-test experiments with model kaolin suspension. The principal findings are as follows.

PA-2, characterized by medium molecular weight (~500,000 Da) and medium charge density, achieved the best clarification performance: 96.8% turbidity removal at an optimal dosage of 2.8 mg/L under neutral pH (7.0–8.0), rapid mixing at 150 rpm for 30 seconds, slow mixing at 30 rpm for 20 minutes, and gravitational settling for 15 minutes. This superior performance results from the synergistic combination of charge neutralization and polymer bridging, which together produce large, dense flocs with high settling velocity and minimal residual turbidity.

Future research directions should include pilot-scale testing with natural surface waters of varying turbidity and composition, long-term biodegradation studies under environmentally realistic conditions, life-cycle cost modeling, and the exploration of additional functional modifications—such as grafting of pH-responsive or thermo-responsive groups—to further expand the operational envelope of this promising class of bio-based water treatment polymers.

References

[1] World Health Organization (WHO). (2022). Guidelines for Drinking-Water Quality (4th ed., incorporating 1st addendum). WHO Press, Geneva.

[2] Bratby, J. (2016). Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment (3rd ed.). IWA Publishing, London.

[3] Crittenden, J. C., Trussell, R. R., Hand, D. W., Howe, K. J., & Tchobanoglous, G. (2012). MWH's Water Treatment: Principles and Design (3rd ed.). John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

[4] Gregory, J., & Barany, S. (2011). Adsorption and flocculation by polymers and surfactants. Advances in Colloid and Interface Science, 169(1), 1–12.

[5] Wang, X., Gao, B., Yue, Q., & Xu, X. (2020). Synthesis of biodegradable polyaspartic acid derivatives and their flocculation performance in water treatment. Journal of Applied Polymer Science, 137(12), 48489.

[6] Sajjan, A. M., Naik, M. L., Kulkarni, A. S., & Rudagi, S. (2020). Development of biodegradable flocculants based on polyaspartic acid for wastewater treatment. Journal of Polymers and the Environment, 28(5), 1450–1462.

[7] Li, H., et al. (2017). Flocculation of kaolin suspension by polyaspartic acid-based graft copolymers: Impact of charge density and molecular weight. Water Research, 115, 210–218.

RVS-2000 REZERVUARLARIDA HOSIL BO‘LADIGAN GAZLARNI CHIQARIB YUBORISH TIZIMLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Bekov B.D., Sharipov Q.Q.
Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Mazkur maqolada RVS-2000 turidagi rezervuarlarda hosil bo‘ladigan tarkibida vodorod sulfidi mavjud degazatsiya gazlarini xavfsiz boshqarish masalasi tadqiq etilgan. Tadqiqotning maqsadi past bosimli rezervuar gazini atmosferaga bevosita chiqarishni cheklaydigan, portlash va zaharlanish xavfini kamaytiradigan hamda uzluksiz ishlashi mumkin bo‘lgan yopiq evakuatsiya yechimini asoslashdan iborat. Taklif etilgan texnologik sxema azotli blanketing, Venturi prinsipida ishlovchi gaz injektori, tomchi tutgich hamda yopiq fakel liniyasini birlashtiradi. Hisoblar RVS-2000 dan 1,89 % H_2S konsentratsiyasi sharoitida sutkasiga 104,71 kg sof vodorod sulfidi ajralishi mumkinligini ko‘rsatadi. DN 50 mm (2 dyuym) quvur uchun oqim tezligi 42,44 m/s, Reynolds mezoni 141 466 bo‘lib, oqimning turbulent xususiyati aniqlandi. Darsi–Veysbax tenglamasi asosida 100 m magistral bo‘yicha mahalliy qarshiliklarni inobatga olgan jami bosim yo‘qotilishi 53,73 kPa deb baholandi; shundan kelib chiqib, injektorning faol muhiti sifatida 0,20–0,30 MPa ortiqcha bosimli azotdan foydalanish maqbul deb topildi. Natijalar ushbu yechimning elektr yuritmali kompressorsiz gazni tortib olish, havo kirishini cheklash va operatorlar uchun xavfli ta’sirlarni pasaytirish imkonini ko‘rsatadi. Biroq fakelga beriladigan H_2S-li oqim uchun korroziyaga chidamli materiallar, onlayn O_2/H_2S/LEL monitoringi, qaytish oqimidan himoya va SO_2 emissiyalarini boshqarish talab etiladi.*

Kalit so‘zlar: *RVS-2000, vodorod sulfidi, azotli blanketing, injektor, Venturi effekti, fakel tizimi, bosim yo‘qotilishi, turbulent oqim, sanoat xavfsizligi, gazlarni evakuatsiya qilish.*

Аннотация. *В статье исследуется проблема безопасного обращения с дегазационными газами, содержащими сероводород, образующимися в резервуарах типа РВС-2000. Цель исследования состоит в научном обосновании замкнутой системы эвакуации низконапорного резервуарного газа, позволяющей исключить его прямой выброс в атмосферу и снизить риски взрыва и токсического воздействия. Предлагаемая технологическая схема объединяет азотное подпорное покрытие газового пространства, газовый инжектор на основе эффекта Вентури, каплеуловитель и закрытый факельный коллектор. Расчеты показывают, что при концентрации H_2S 1,89 % из рассматриваемого резервуара может выделяться до 104,71 кг чистого сероводорода в сутки. Для стального трубопровода DN 50 мм (2 дюйма) получены скорость газового потока 42,44 м/с и число Рейнольдса 141 466, что*

соответствует турбулентному режиму. По уравнению Дарси–Вейсбаха с учетом местных сопротивлений суммарные потери давления на магистрали длиной 100 м оценены в 53,73 кПа. На этой основе подача азота с избыточным давлением 0,20–0,30 МПа обоснована как рациональный режим работы инжектора. Практическая ценность решения заключается в возможности отсоса газа без электроприводных вращающихся компрессоров, ограничении подсоса воздуха и снижении воздействия на персонал. Для промышленного внедрения необходимы коррозионно-стойкие материалы, непрерывный контроль $O_2/H_2S/LEL$, защита от обратного потока, надежное факельное сжигание и управление выбросами SO_2. Предложенная концепция требует пилотных испытаний и формальной оценки технологической безопасности.

Ключевые слова: *РВС-2000, сероводород, азотная подушка, инжектор, эффект Вентури, факельная система, потери давления, турбулентный поток, промышленная безопасность, эвакуация газа.*

Abstract. *This article investigates the safe management of degassing gases containing hydrogen sulfide generated in RVS-2000 storage tanks. The objective is to substantiate a closed evacuation solution capable of handling low-pressure tank vapour, preventing its direct release to the atmosphere, and reducing explosion and toxic-exposure risks. The proposed process scheme integrates nitrogen blanketing, a Venturi-type gas ejector, a droplet separator, and a closed flare header. Calculations indicate that, at an H_2S concentration of 1.89%, up to 104.71 kg of pure hydrogen sulfide may be released per day from the considered tank. For a DN 50 mm (2-inch) steel line, the calculated gas velocity is 42.44 m/s and the Reynolds number is 141,466, confirming a turbulent flow regime. Using the Darcy–Weisbach approach and accounting for local resistances, the total pressure loss along a 100 m header is estimated at 53.73 kPa. Consequently, nitrogen supplied at 0.20–0.30 MPa gauge pressure is proposed as an appropriate active medium for the ejector. The findings show that the concept can evacuate vapour without electrically driven rotating compressors, limit air ingress into the vapour space, and reduce personnel exposure. Nevertheless, industrial implementation requires corrosion-resistant materials, online $O_2/H_2S/LEL$ monitoring, non-return protection, safe flare operation, and control of SO_2 generated during H_2S combustion. The presented system should therefore be treated as a technically grounded concept to be validated through pilot testing, hazardous-area design, and a formal process-safety review.*

Keywords: *RVS-2000, hydrogen sulfide, nitrogen blanketing, ejector, Venturi effect, flare system, pressure loss, turbulent flow, process safety, vapour evacuation.*

Kirish. Neft-gaz obyektlaridagi rezervuarlardan ajraladigan uglevodorodli va H_2S-li gazlar ekologik hamda ishlab chiqarish xavfsizligi nuqtayi nazaridan jiddiy xavf tug‘diradi. H_2S yuqori zaharlilikka ega, havodan og‘ir va past joylarda to‘planishi mumkin; uning hidiga tayangan holda xavfni baholash ishonchsizdir. H_2S ning havodagi alangalanish oralig‘i 4,3–45 % bo‘lib, bu rezervuar gaz fazasiga havo kirishini oldini olishning muhimligini ko‘rsatadi [1–2].

Maqolada adsorbsiya, absorbsiya va fakelda yoqish usullari qiyoslanadi. Katta kapital va ekspluatatsion xarajatlar talab etuvchi sorbsiya tizimlariga muqobil sifatida azot oqimining kinetik energiyasidan foydalanuvchi injeksion evakuatsiya konsepsiyasi ishlab chiqilgan. Ushbu yechim gazni portlashdan himoyalangan, yopiq konturda fakelga uzatishga qaratilgan.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot maqsadi — RVS-2000 rezervuari uchun xavfsiz, energiya jihatidan sodda va hisobiy jihatdan asoslangan gaz evakuatsiya tizimini taklif etish. Hisoblashlarda massa balansi, quvur kesimi bo‘yicha oqim tezligi, Reynolds mezoni hamda Darsi–Veysbax gidravlik modeli qo‘llanildi. Hisobiy parametrlar manba materialidagi texnologik ma’lumotlardan olindi.

1-jadval

Hisoblash ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Belgi	Qiymat	Izoh
H_2S konsentratsiyasi	$C(H_2S)$	1,89 %	Rezervuardan ajraluvchi gaz tarkibi

Sutkalik H_2S massasi	mH_2S	104,71 kg/sutka	Hisobiy ajralish miqdori
Quvur nominal diametri	DN	50 mm	2 dyuymli po‘lat quvur
Gaz tezligi	v	42,44 m/s	50 m/s dan past
Reynolds mezoni	Re	141 466	Turbulent oqim
Magistral uzunligi	L	100 m	Hisobiy uchastka
Jami bosim yo‘qotilishi	Δp	53,73 kPa	Mahalliy qarshiliklar bilan
Azot bosimi	pN_2	0,20–0,30 MPa	Tavsiya etilgan ish oralig‘i

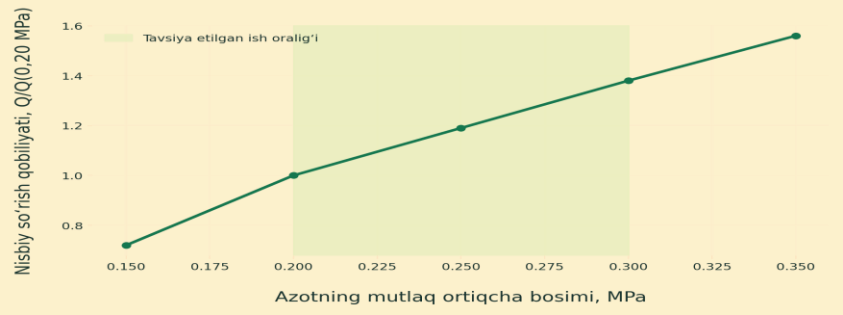
Hozirgi vaqtda neft va gaz sanoatida rezervuarlardan chiqadigan yo‘ldosh va degazasiya gazlarini ushlab qolish va zararsizlantirishning bir qancha usullari qo‘llaniladi. Ular asosan uchta katta guruhga bo‘linadi: adsorbtsion (qattiq yutuvchilar yordamida), absorbtsion (suyuqliklar yordamida tozalash) va termik (fakellarda yoqib yuborish) usullar. Adsorbtsion usullarda faollashtirilgan ko‘mir yoki mahalliy minerallar qo‘llanilib, ular gazni yaxshi tozalaydi, biroq katta hajmdagi oqimlarda sorbent tez to‘yinib qoladi va uni tez-tez almashtirish yoki regenerasiya qilish katta iqtisodiy xarajatlarni talab qiladi. Absorbtsion tozalash tizimlari (masalan, aminli tozalash uskunalari) yuqori samaradorlikka ega bo‘lsa-da, ular juda murakkab, qimmat va alohida kimyoviy tsex tashkil etishni talab qiladi.

Kichik va o‘rta hajmdagi degazasiya gazlari uchun eng ishonchli, xavfsiz va sanoatda sinalgan usul — bu gazlarni to‘plab, maxsus yopiq tizim orqali sanoat fakellarida kuydirishdir. Serovodorod fakelda yongganda xavfsizroq bo‘lgan oltingugurt oksidi va suv bug‘larini hosil qiladi. Biroq, gazlarni fakelga o‘z-o‘zidan oqib borishini ta'minlash imkonsiz, chunki rezervuar ichidagi bosim juda past (maksimal 2 kPa). Agar bosim ortib ketsa, rezervuar portlashi yoki deformasiyalanishi mumkin. Shu sababli, gazlarni xavfsiz surib oluvchi va haydovchi maxsus injektsion tizimlarni yaratish talab etiladi. Uglevodorodli gazlar va vodorodsulfid havo tarkibidagi kislorod bilan aralashganda ma’lum bir kontsentrasiya chegaralarida (portlashning quyi va yuqori chegarasi) portlovchi muhit hosil qiladi. Rezervuar ichiga havo kirishining oldini olish va yong‘in xavfsizligini mutlaqo ta’minlashning eng samarali yo‘li — tizimga inert gaz, xususan azot (N_2) yuborishdir.

Azot kimyoviy jihatdan noaktiv bo‘lib, muhitdagi kislorod kontsentrasiyasini 5% dan past darajada ushlab turadi, bu esa har qanday uchqun chiqqanda ham portlash sodir bo‘lmasligini kafolatlaydi. Ushbu ilmiy ishda azot nafaqat rezervuar ichida 'azot yostig‘i hosil qilish uchun, balki nafas olish vaqtida ajraladigan gazlarni quvur orqali surib oluvchi injektorning ishchi muhiti (faol gaz) sifatida taklif etilmoqda. Yuqori bosimli azot oqimi maxsus injektsiya kallagi orqali 2 dyuymli quvurga yuborilganda, u erda mahalliy vakuum (siyraklik) hosil bo‘ladi va rezervuardagi gazlarni o‘z-o‘zidan tortib oladi. Bu usul tizimda hech qanday elektr dvigatelli aylanuvchi nasos yoki kompressorlarsiz (ular uchqun chiqarish xavfini tug‘diradi) gazni xavfsiz harakatlantirish imkonini beradi.

Natijalar va muhokama. Tizimning ishlash prinsipi quyidagicha: rezervuar gaz fazasidagi ortiqcha bug‘-gaz aralashmasi injektorning so‘rish portiga uzatiladi. 0,20–0,30 MPa bosimdagi azot torayuvchi soplo orqali oqib, statik bosimni kamaytiradi va so‘rish hosil qiladi. Aralashma keyin tomchi tutgichdan o‘tib, yopiq fakel liniyasiga yo‘naltiriladi. Azotning ikkilamchi vazifasi — rezervuar gaz fazasida kislorodning kirib qolishini cheklashdir.

Muhim muhandislik talabi shundan iboratki, fakelda H_2S yonishi SO_2 hosil qiladi. Shu sababli fakel faqat “emissiya nol bo‘ladi” degan taxmin bilan emas, balki gaz tarkibi, yonish barqarorligi, olov nazorati, SO_2 dispersiyasi va korroziya xavfi bo‘yicha alohida nazorat ostida ekspluatatsiya qilinishi kerak [3].



1-rasm. Azot bosimi oshishi bilan injektor so‘rish qobiliyatining konseptual o‘zgarishi.

1-rasmdagi bog‘lanish loyihaviy sezgirlikni ifodalaydi: azot bosimini oshirish injektor so‘rish qobiliyatini ko‘paytiradi, ammo azot sarfi va ekspluatatsion xarajat ham ortadi. Shuning uchun 0,20–0,30 MPa oralig‘i boshlang‘ich loyiha diapazoni sifatida tavsiya qilinadi; yakuniy setpoint sinov natijalari asosida belgilanadi.

Quvurdagi o‘rtacha tezlik oqim sarfi va kesim yuzasi orqali aniqlanadi:

$$v = Q / A, \quad A = \pi D^2 / 4 \quad (1)$$

Bu yerda v — tezlik, m/s; Q — hajmiy sarf, m^3/s; A — quvur kesimi, m^2; D — ichki diametr, m. DN 50 quvur uchun hisobiy v = 42,44 m/s bo‘lib, tanlangan o‘lchamning texnologik jihatdan yetarli ekanini ko‘rsatadi.

Oqim rejimi Reynolds mezoni bilan baholanadi:

$$Re = \rho v D / \mu \quad (2)$$

Bu yerda ρ — aralashmaning zichligi, kg/m^3; μ — dinamik qovushqoqlik, Pa·s. Re = 141 466 qiymatida oqim turbulent rejimda bo‘ladi; bunday rejim injektordan keyingi aralashish jarayonini kuchaytiradi, biroq qarshiliklar va shovqinni oshirishi mumkin.

To‘g‘ri quvur bo‘ylab ishqalanishdagi bosim yo‘qotilishi Darsi–Veysbax tenglamasi bilan baholanadi:

$$\Delta p_f = \lambda (L/D) (\rho v^2/2) \quad (3)$$

Mahalliy qarshiliklar hisobga olinganda:

$$\Delta p_\Sigma = [\lambda(L/D) + \Sigma\zeta] (\rho v^2/2) \quad (4)$$

Bu yerda λ — ishqalanish koeffitsiyenti; L — quvur uzunligi; ζ — mahalliy qarshilik koeffitsiyentlari. Hisobiy Δp_Σ = 53,73 kPa natija injektorning mavjud zaxirasi, armatura va ajratgichdagi qo‘shimcha yo‘qotishlar bilan birgalikda tekshirilishi lozimligini ko‘rsatadi.

Taklif etilgan yechimning asosiy kuchli tomoni — gazni mexanik aylanuvchi qurilmasiz harakatlantirishidir. Bu elektr yuritmalari bilan bog‘liq uchqun manbalarini kamaytiradi va past bosimli gazlar uchun muhim afzallik beradi. Shuningdek, azot blanketing rezervuarga havo so‘rilishini cheklab, yonuvchan aralashma shakllanish ehtimolini pasaytiradi. Biroq “O_2 5 % dan past bo‘lsa har qanday sharoitda portlash bo‘lmaydi” degan qat’iy xulosa umumiy qoida sifatida qabul qilinmasligi kerak: xavfsiz kislorod chegarasi yoqilg‘i tarkibi, bosim, harorat va standart talablariga bog‘liq. Shu sababli xavfsizlik talablari tahlili va qo‘llanadigan mahalliy me’yorlar asosida yakunlanishi lozim.

Xulosa. Bajarilgan ilmiy-tadqiqot va hisob-kitob ishlari asosida quyidagi muhim xulosalarga erishildi:

1. Gaz konlaridan chiqadigan hamroh suvlarni tozalash qurilmasidagi RVS-2000 rezervuaridan 1.89% li vodorodsulfid kontsentrasiyasi sharoitida sutkasiga 104.71 kg sof zaharli gaz ajralishi aniqlandi va uning ekologik hamda texnik xavflari asoslab berildi.

2. Rezervuar ichida portlash xavfsizligini ta’minlash va gazlarni majburiy evakuasiya qilish uchun inert azot gazidan foydalanilgan holda yopiq injektsiya tizimi sxemasi loyihalandi.

3. Injektsiya tizimi uchun diametri 2 dyuymli (DN 50 mm) po‘lat quvur tanlanib, undagi gaz oqimining tezligi 42.44 m/s ekanligi topildi. Bu ko‘rsatkich me’yoriy chegaradan (50 m/s) oshmasligi va quvur o‘lchami optimal ekanligi isbotlandi.

4. Reynolds mezoni hisoblanib (Re = 141 466), quvur ichidagi oqimning keskin turbulent rejimda ekanligi va bu gazlarning fakelda qoldiqsiz yonishi uchun maqbul muhit yaratishi aniqlandi.

5. Darsi-Veysbax formulasi bo‘yicha 100 metrli magistraldagi jami bosim yo‘qotilishi mahalliy qarshiliklar bilan birga 53.73 kPa ni tashkil etdi. Buni engish uchun tizimga beriladigan azot bosimi 0.2-0.3 MPa bo‘lishi ilmiy asoslandi.

6. Loyihaning iqtisodiy-ekologik bahosi shuni ko‘rsatdiki, atmosferaga tashlamalarning nolga tushirilishi hisobiga ekologik to‘lovlar keskin kamayadi va rezervuarning xizmat muddati 2 barobarga uzayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Aliev R.A. va boshqalar. Neft va gaz quvurlari hamda omborlarini loyihalash va ekspluatasiya qilish. - Toshkent: Tafakkur, 2012. - 340 b.

2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Альянс, 2008. - 750 с.

3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. - М.: Машиностроение, 1992. - 672 с.

NASOS-KOMPRESSOR QUVURLARIDA YUZA G‘ADIR-BUDURLIGINING TUZ CHO‘KISH JARAYONIGA TA’SIRI

Rajabov V.J., Sattorov M.O.
Buxoro davlat texnika universiteti, e-mail: mirvohid_84@mail.ru

Annotatsiya: *Ushbu maqolada neft qazib olish quduqlarida qo‘llaniladigan nasos-kompressor quvurlari (NKQ) ichki yuzasining g‘adir-budurligi tuz cho‘kindilarining hosil bo‘lishi, yopishishi va quvur ekspluatatsion ishonchliligiga ta’siri tahlil qilingan. Tadqiqotning asosiy maqsadi quvur ichki yuzasi holati, oqim rejimi va mineralizatsiyalangan qatlam suvi ta’sirida yuzaga keladigan kalsit hamda boshqa noorganik cho‘kindilarning shakllanish qonuniyatlarini aniqlashdan iborat. Tahlil natijalariga ko‘ra, yuzasi g‘adir-budur bo‘lgan quvurlarda geterogen nukleatsiya markazlari soni ortadi, natijada kristallarning hosil bo‘lishi va metall yuzasiga yopishish mustahkamligi kuchayadi. Ra = 18–24 mkm g‘adir-budurlikka ega yuzalarda kalsit cho‘kindisini ajratish uchun zarur kuchlanish silliq yuzalarga nisbatan taxminan 30 baravar yuqori bo‘lishi aniqlangan. Biroq yuzaning g‘adir-budurligi va cho‘kindi massasi o‘rtasidagi bog‘liqlik har doim ham chiziqli emasligi, ayrim sharoitlarda o‘rtacha g‘adir-budurlikka ega namunalarda cho‘kindi miqdori yuqori bo‘lishi qayd etilgan. Tadqiqot asosida NKQ ichki yuzasini silliqlash, korroziyaga qarshi va antituz xususiyatiga ega himoya qoplamalarini qo‘llash, oqim parametrlarini nazorat qilish hamda kimyoviy ingibitorlardan oqilona foydalanish tavsiya etiladi. Bu chora-tadbirlar quvurlarning xizmat muddatini uzaytirish, gidravlik qarshiliklarni kamaytirish va ta’mirlash xarajatlarini qisqartirishga xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *nasos-kompressor quvurlari, tuz cho‘kindisi, yuza g‘adir-budurligi, korroziya, kalsit, himoya qoplamalari, neft qazib olish, nukleatsiya markazlari.*

Аннотация: *В этой статье анализируется влияние деформации внутренней поверхности насосно-компрессорных труб (НКК), используемых на нефтедобывающих скважинах, на образование отложений солей, адгезию и эксплуатационную надежность труб. Основная цель исследования-выявление закономерностей образования кальцита и других неорганических отложений, возникающих под воздействием состояния внутренней поверхности трубы, режима течения и минерализованной пластовой воды. По результатам анализа в трубах с неровной поверхностью увеличивается число гетерогенных центров зародышеобразования, что приводит к образованию кристаллов и повышению прочности сцепления с поверхностью металла. Установлено, что на поверхностях с RA = 18-24 мкм напряжение, необходимое для разделения осадка кальцита, примерно в 30 раз выше, чем на гладких поверхностях. Однако было отмечено, что связь между поверхностной диспергируемостью и массой осадка не всегда линейна, в то время как образцы со средней диспергируемостью при определенных условиях имеют более высокое содержание осадка. На основании исследования рекомендуется шлифовать внутреннюю поверхность NKQ,*

наносить защитные покрытия с антикоррозийными и противоударными свойствами, контролировать параметры потока и рационально использовать химические ингибиторы. Эти меры служат для продления срока службы труб, снижения гидравлических сопротивлений и сокращения затрат на ремонт.

Ключевые слова: *насосно-компрессорные трубы, солевые отложения, шероховатость поверхности, коррозия, кальцит, защитные покрытия, добыча нефти, центры нуклеации.*

Abstract: *This article analyzes the effect of the roughness of the inner surface of pump-compressor pipes (PCPs) used in oil production wells on the formation of salt deposits, their adhesion, and the operational reliability of the pipe. The main objective of the study is to determine the laws of formation of calcite and other inorganic sediments caused by the state of the inner surface of the pipe, the flow regime, and the mineralized formation water. According to the analysis results, the number of heterogeneous nucleation centers increases in pipes with a rough surface, resulting in an increase in the strength of crystal formation and adhesion to the metal surface. It was found that the stress required to separate calcite deposits on surfaces with Ra = 18–24 μm roughness is approximately 30 times higher than on smooth surfaces. However, it has been noted that the relationship between surface roughness and sediment mass is not always linear, and in some cases, samples with moderate roughness have higher sediment content. Based on the study, it is recommended to grind the inner surface of the NKQ, apply protective coatings with anti-corrosion and anti-salt properties, control flow parameters, and use chemical inhibitors rationally. These measures serve to extend the service life of the pipes, reduce hydraulic resistance, and reduce repair costs.*

Keywords: *tubing, salt scale, surface roughness, corrosion, calcite, protective coatings, oil production, nucleation sites.*

Kirish. Neft qazib chiqarish quduqlarida qo‘llaniladigan nasos-kompressor quvurlarining (NKQ) ichki yuzasida noorganik tuz cho‘kindilarining hosil bo‘lishi jiddiy muammo hisoblanadi. Bu holat neft quduqlarining ishlash samaradorligining pasayishiga va ularga texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarining ortishiga olib keladi. Mazkur muammo quduq mahsuloti yuqori darajada suvlangan va minerallashgan neft qazib olish obyektlarining deyarli barchasi uchun dolzarbdir. Neft qazib olish NKQlarida tuz hosil bo‘lishining oqibatlari qazib oluvchi korxonalarning iqtisodiy ko‘rsatkichlariga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Bunga quduqning to‘xtab qolishi sababli ta’mirlash ishlariga sarflanadigan xarajatlar, atrof-muhitning ifloslanishi bilan bog‘liq ekologik jarimalar va texnika xavfsizligi talablariga rioya qilinmaganligi sababli to‘lovlar bo‘yicha xarajatlarning ortishi xavfi kiradi [1]. Kon quvurlari va neft-gaz uskunalarining ichki yuzasida noorganik tuzlarning cho‘kishi «tuz cho‘kindisi – quvur metalli» makrogalvanik juftliklarining shakllanishiga, minerallashgan qatlam suvi laminar oqimida quvurlarning pastki generatrisa qismida abraziv yeyilishga hamda metallning mahalliy o‘z-o‘zidan erishi tufayli korroziyaning tezlashishiga olib keladi [1].

Materiallar va usullar. Quvurlarning ichki yuzasi g‘adir-budurligi NKQning ichki yuzasida tuz cho‘kish jarayonining jadallashishiga sabab bo‘lishi mumkin. Ichki yuzasi yuqori g‘adir-budurlikka ega bo‘lgan NKQlarda tuzlar yanada jadal cho‘kadi. [2]-ishda metall yuzasining g‘adir-budurligi kalsit cho‘kindilarining yopishish mustahkamligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. G‘adir-budur metall yuzasiga mustahkam yopishgan kalsit cho‘kindilarini ajratib olish uchun zarur bo‘lgan kuchlanish (o‘rtacha g‘adir-budurlik Ra=18–24 mkm) silliq yuzadagi cho‘kindilar uchun zarur bo‘lgan kuchlanishdan (Ra=0,1–0,15 mkm) 30 marta yuqori bo‘lgan.

Asosiy xulosalar quyidagilardan iborat: 1) Teksturasi yaqqol ifodalangan dag‘al yuzalar (notekisliklari katta bo‘lgan yuzalar) cho‘kindi hosil bo‘lishining ko‘payishiga yordam beradi. Buning sababi shundaki, bunday yuzalar kristallarning geterogen yadrolanishi uchun ko‘proq joylarni taqdim etadi; 2) Suyuqlik oqimi ko‘proq aralashishni yuzaga keltiradigan turbulent sharoitlarda g‘adir-budur yuzalarda cho‘kish jarayoni laminar sharoitdagiga qaraganda jadalroq kechadi [3]. G‘adir-budur yuzalar faol nukleatsiya markazlarining ko‘pligi sababli tuzlarning yanada intensiv

cho‘kishiga yordam beradi. Yuzadagi chuqurchalar cho‘kindilarni siljituvchi kuchlanishdan himoya qiladi, bo‘rtmalar esa kristallarning hosil bo‘lish markazlari vazifasini bajaradi.

Natijalar va muhokama. Tajriba davomida turli sanoat qoplamalarida turbulent va laminar sharoitlarda tuz cho‘kindi hosil bo‘lishiga moyillikni baholash uchun aylanuvchi silindrsimon elektroddan (RCE) foydalanildi.

Namunalar sho‘r eritmada ikki xil tezlikda: 2000 ayl/min (turbulent rejim) va 20 ayl/min (laminar rejim)da 90 daqiqa davomida aylantirildi. Shisha-keramika va DLC qoplamalari kabi silliqroq yuzalarda g‘adir-budurligi nisbatan yuqori bo‘lgan epoksid qoplamalarga qaraganda tuz cho‘kindilari massasining ortishi kamroq bo‘ldi.

Shunday qilib, NKQ ichki yuzasining g‘adir-budurligi NKQda tuz hosil bo‘lish jarayonlarining jadallashishiga sabab bo‘ladi, shuningdek, hosil bo‘lgan tuz cho‘kindilarini g‘adir-budur yuzadan olib tashlash uchun zarur bo‘lgan kuchlanish silliq yuzalarga nisbatan yuqoriroq bo‘ladi.

Shu sababli NKQning ichki yuzasida tuz cho‘kishini oldini olish uchun ichki yuzasi silliq bo‘lgan NKQlardan foydalanish zarur. NKQning ichki yuzasi silliqligini ichki himoya qoplamalaridan foydalanish hisobiga ta’minlash mumkin. Bundan tashqari, himoya qoplamalaridan foydalanish NKQning korroziyaga uchrashiga to‘sqinlik qiladi, korroziya esa o‘z navbatida NKQ ichki yuzasining g‘adir-budurligi ortishiga olib keladi.

Shu bilan birga, [4]-ishda yuzaning g‘adir-budurligi bilan uning tuz hosil bo‘lishiga moyilligi o‘rtasidagi bog‘liqlik to‘g‘ridan-to‘g‘ri ekanligiga shubha bildirilgan. G‘adir-budurlikning yopishishga ta’sirini baholash uchun [3]-ishda turli darajadagi yuzaviy g‘adir-budurlikka ega AISI 304 zanglamaydigan po‘lat namunalari ishlatilgan. Ushbu namunalar turli donadorlikdagi (280, 400, 600, 800 va 1000) jilvir qog‘oz yordamida silliqlash va polirovkalash orqali tayyorlangan.

Keyinchalik namunalar tarkibida taxminan 360 mg/dm³ kalsiy va 1140 mg/dm³ gidrokarbonat bo‘lgan, qaynayotgan va kalsiy gidrokarbonat bilan o‘ta to‘yingan eritmada sinovdan o‘tkazilgan. Cho‘kindilarning yopishishiga gravitatsiya ta’sirini minimallashtirish maqsadida namunalar eritmaga vertikal holatda botirilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, birlik yuza maydoniga to‘g‘ri keladigan cho‘kindi massasining eng katta qiymati o‘rtacha g‘adir-budurlikka ega namunalarda kuzatilgan, eng kam g‘adir-budur yuzada esa sezilarli antituz effekti aniqlanmagan.

Bu holat yuzaning g‘adir-budurligini kamaytirish har doim ham uning tuz hosil bo‘lishiga qarshi xususiyatlarini yaxshilamasligini ko‘rsatadi. Aksincha, g‘adir-budur yuza cho‘kindining eng kam massasini namoyon qilgan. Yuzaning g‘adir-budurligi bilan cho‘kindining yopishishi o‘rtasida oddiy chiziqli bog‘liqlik mavjud emas.

Xulosa. Shunday qilib, tahlil qilingan manbalarning aksariyatida yuzaning g‘adir-budurligi sirtning tuz cho‘kindilari bilan qoplanishga moyilligini baholash mumkin bo‘lgan xususiyatlardan biri ekanligi ko‘rsatilgan. Demak, NKQ ichki yuzasida tuz hosil bo‘lishining oldini olish chorasi sifatida ichki himoya qoplamalaridan foydalanish samarasi quyidagilar hisobiga ta’minlanishi mumkin: a) qoplamasiz nasos-kompressor quvuriga nisbatan neft qazib olish NKQning ichki yuzasi g‘adir-budurligini kamaytirish; b) NKQning ichki yuzasida korroziyaning oldini olish va shu orqali g‘adir-budurlikning ortishiga yo‘l qo‘ymaslik; c) korroziyaning oldini olish orqali tuz cho‘kish ingibitorlaridan foydalanish samaradorligining pasayishiga yo‘l qo‘ymaslik [5].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Бриков, А.В. Нефтепромысловая химия: Практическое руководство по борьбе с образованием солей / А.В. Бриков, А.Н. Маркин –Москва: Delibri, 2018. –333 с.

2. Галикеев, И.А. Эксплуатация месторождений нефти в осложненных условиях/ И.А. Галикеев, В.А. Насыров, А.М. Насыров /Учебное пособие. /– М.: ИнфаИнженерия, 2019– 356с.

3. Zhang, P. Anti-scale performance degradation of carboxylic acid scale inhibitors under corrosion conditions / P. Zhang, L. Wang, W. Sun, Z. Yang, W.Gao, G. Liu //Corrosion Science. – 2023. – V. 222. – P. 111423.

4. Богатов, М.В. Применение внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных труб для защиты от образования асфальтосмолопарафиновых отложений / М.

В. Богатов, П. Е. Юдин, А. П. Амосов // Нефтегазовое дело. – 2023. – Т. 21, № 3. – С. 149-160. – DOI10.17122/ngdelo-2023-3-149-160. – EDN QFUTZL.

5. Аминеева, Р.Р. Влияние солеотложений на экономические показатели предприятия. инновационные идеи молодых исследователей. – 2020. – С.186-189.

КОМПОНОВКА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА СТАНЦИИ

Яхяев Нодир Шарифович[1], Наимов Муродулло Маликович[2], Тожиев Обид Олимович[2]

Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан

e-mail: yansh007@mail.ru

Аннотация. *В рамках рассмотрения исходных понятий и определений сформирована терминологическая основа, необходимая для последующего анализа технологических процессов газотранспортной системы. Особое значение имеют понятия давления, температуры, плотности, объёма, расхода, удельной газовой постоянной и коэффициента сжимаемости. Их взаимосвязь позволяет оценивать состояние газа при различных рабочих условиях и выполнять инженерные расчёты с необходимой точностью. Анализ технологических схем компрессорных станций показал, что их построение определяется назначением станции, количеством газоперекачивающих агрегатов, схемой магистрального газопровода и необходимым диапазоном регулирования производительности. Правильный выбор технологической схемы обеспечивает возможность резервирования оборудования, проведения ремонтных работ и оперативного изменения режима транспортировки газа.*

Ключевые слова. *регулировать, турбины, газопровод, трубопровод, плотность, гидравлический, сопротивления, сжимаемость, компремирования, неполнонапорные.*

Annotatsiya. *Boshlang‘ich tushunchalar va ta’riflarni ko‘rib chiqish doirasida gaz transporti tizimining texnologik jarayonlarini keyingi tahlil qilish uchun zarur bo‘lgan terminologik asos shakllantirildi. Bosim, harorat, zichlik, hajm, sarf, o‘ziga xos gaz doimiysi va siqiluvchanlik koeffitsiyenti tushunchalari alohida ahamiyatga ega. Ularning o‘zaro bog‘liqligi turli ish sharoitlarida gaz holatini baholash va zarur aniqlik bilan muhandislik hisob-kitoblarini amalga oshirish imkonini beradi. Kompressor stansiyalarining texnologik sxemalarini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, ularning tuzilishi stansiyaning vazifasi, gaz haydash agregatlari soni, magistral gaz quvuri sxemasi va unumdorlikni tartibga solishning zarur diapazoni bilan belgilanadi. Texnologik sxemani to‘g‘ri tanlash uskunalarni zaxiralash, ta’mirlash ishlarini olib borish va gazni tashish rejimini tezkor o‘zgartirish imkoniyatini ta’minlaydi.*

Kalit so‘zlar. *tartibga solish, turbinalar, gaz quvuri, quvur liniyasi, zichlik, gidravlik, qarshilik, siqiluvchanlik, siqib chiqarish, to‘liq bo‘lmagan bosimli.*

Annotation. *As part of the consideration of the initial concepts and definitions, a terminological basis has been formed, which is necessary for the subsequent analysis of the technological processes of the gas transmission system. Of particular importance are the concepts of pressure, temperature, density, volume, flow rate, specific gas constant and compressibility coefficient. Their interrelation makes it possible to assess the state of the gas under different operating conditions and perform engineering calculations with the required accuracy. An analysis of the technological schemes of compressor stations has shown that their construction is determined by the purpose of the station, the number of gas pumping units, the scheme of the main gas pipeline and the required range of performance control. The correct choice of the technological scheme provides the possibility of reserving equipment, carrying out repairs and promptly changing the gas transportation regime.*

Keywords. *regulating, turbines, gas pipeline, pipeline, density, hydraulic, resistance, compressibility, compression, underpressure.*

Введение. Оптимальный режим эксплуатации магистральных газопроводов заключается прежде всего в максимальном использовании их пропускной способности при минимальных энергозатратах на компремирование и транспортировку газа по газопроводу. В значительной степени этот режим определяется работой компрессорных станций (КС),

устанавливаемых по трассе газопровода, как правило, через каждые 100-150 км. Длина участков газопровода между КС рассчитывается, с одной стороны, исходя из величины падения давления газа на данном участке трассы, а с другой - исходя из привязки станции к населенным пунктам, источникам водоснабжения, электроэнергии и т.п.

Мощная и разветвленная сеть магистральных газопроводов с тысячами установленных на них газоперекачивающих агрегатов, многие из которых уже выработали свой моторесурс, обязывают эксплуатационный персонал компрессорных цехов и производственных предприятий по обслуживанию газопроводов детально знать технику и технологию транспорта газов, изучать опыт эксплуатации и на основе этого обеспечить прежде всего работоспособность и эффективность эксплуатации установленного энергомеханического оборудования КС.

Материалы и методы. Приведенные схемы решения типовых задач эксплуатации ГПА на газопроводах, оборудование и обвязка компрессорных станций приспособлены к переменному режиму работы газопровода. Количество газа, перекачиваемого через КС, можно регулировать включением и отключением числа работающих газоперекачивающих агрегатов (ГПА), изменением частоты вращения силовой турбины у ГПА с газотурбинным приводом и т.п. Однако во всех случаях стремятся к тому, чтобы необходимое количество газа перекачать меньшим числом агрегатов, что приводит естественно к меньшему расходу топливного газа на нужды перекачки и, как следствие, к увеличению подачи товарного газа по газопроводу.

Регулирование пропускной способности газопровода отключением работы отдельных КС при расчетной производительности газопровода обычно не практикуется из-за перерасхода энергозатрат на компремирование газа при такой схеме работы. И только в тех случаях, когда подача газа по газопроводу заметно снижается сравнительно с плановой (летом), отдельные КС могут быть временно остановлены.

Переменный режим работы компрессорной станции приводит к снижению загрузки газоперекачивающих агрегатов и, как следствие, к перерасходу топливного газа из-за отклонения от оптимального КПД ГПА.

Результаты эксперимента. Характерный вид графиков переменного режима работы газопровода при изменении его производительности показан на рис. 2.1. Из рисунка видно, что наибольшее влияние на режим работы КС и отдельных ГПА оказывают сезонные изменения производительности газопровода. Обычно максимум подачи газа приходится на декабрь-январь, а минимум - на летние месяцы года.

Расход газа, млн.нм^3/сут, через трубопровод длиной L км определяется следующей формулой (при давлении 0,1013 МПа и 20°С):

$$Q = 105{,}1 \cdot 10{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot D^{2{,}5} \sqrt{\frac{P_{\text{н}}^2 - P_{\text{к}}^2}{\lambda \cdot \Delta_{\text{в}} \cdot T_{\text{ср.}} \cdot Z_{\text{ср.}} \cdot L}}, \qquad (2.1)$$

где D - внутренний диаметр газопровода, мм; $P_{\text{н}}$ и $P_{\text{к}}$ - давление газа соответственно в начале и конце участка газопровода, МПа; $\lambda \cong 0{,}009$ - коэффициент гидравлического сопротивления; $\Delta_{\text{в}}$ - относительная плотность газа по воздуху; $T_{\text{ср.}}$ - средняя температура по длине газопровода. К; $Z_{\text{ср.}}$ - средний по длине газопровода коэффициент сжимаемости газа; L - длина участка газопровода, км.

Важным фактором по снижению энергозатрат на транспорт газа является своевременная и эффективная очистка внутренней полости трубопровода от разного вида загрязнений. Внутреннее состояние трубопровода довольно сильно влияет на изменение энергетических затрат, связанных с преодолением сил гидравлического сопротивления во внутренней полости трубопровода. Создание высокоэффективных очистных устройств с большим моторесурсом позволяет стабильно поддерживать производительность газопровода на проектном уровне, снижать энергозатраты на транспорт газа примерно на 10-15%.

При движении газа по трубопроводу происходит потеря давления из-за разного гидравлического сопротивления по длине газопровода. Падение давления вызывает снижение пропускной способности газопровода. Одновременно понижается температура транспортируемого газа, главным образом, из-за передачи теплоты от газа через стенку трубопровода в почву и атмосферу.

Технологическая обвязка компрессорного цеха предназначена для:

- приема на КС технологического газа из магистрального газопровода;
- очистки технологического газа от мехпримесей и капельной влаги в пылеуловителях и фильтр-сепараторах;
- распределения потоков для последующего сжатия и регулирования схемы загрузки ГПА;
- охлаждения газа после компремирования в АВО газа;
- вывода КЦ на станционное "кольцо" при пуске и остановке;
- подачи газа в магистральный газопровод;
- транзитного прохода газа по магистральному газопроводу, минуя КС;
- при необходимости сброса газа в атмосферу из всех технологических газопроводов компрессорного цеха через свечные краны.

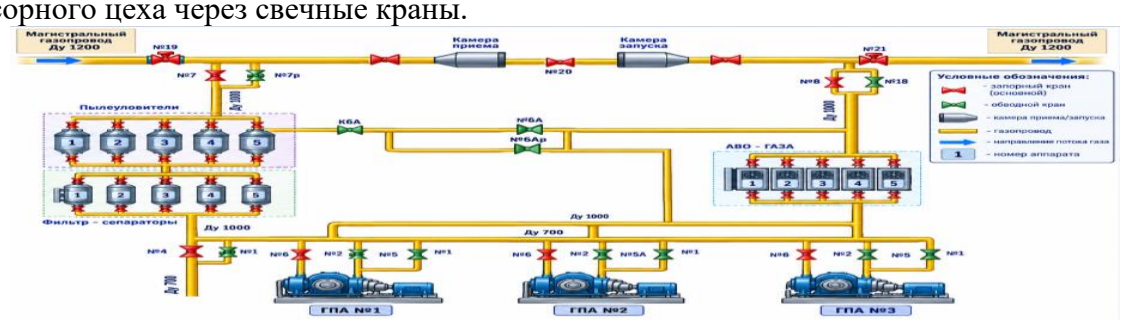


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема КС с параллельной обвязкой ГПА

В зависимости от типа центробежных нагнетателей, используемых на КС, различают две принципиальные схемы обвязок ГПА:

- схема с последовательной обвязкой, характерная для неполнонапорных нагнетателей;
- схема с параллельной коллекторной обвязкой, характерная для полнонапорных нагнетателей.

Неполнонапорные нагнетатели. Проточная часть этих нагнетателей рассчитана на степень сжатия 1,23-1,25. В эксплуатации бывает необходимость в двух- или трехступенчатом сжатии, т.е. в обеспечении степени сжатия 1,45 и более, это в основном на СПХГ.

Полнонапорные нагнетатели. Проточная часть этих нагнетателей сконструирована таким образом, что позволяет при номинальной частоте вращения ротора создать степень сжатия до 1,45, определяемую расчетными проектными давлениями газа на входе и выходе компрессорной станции.

Заключение. Анализ особенностей дальнего транспорта природного газа показал, что по мере движения газа по трубопроводу происходит снижение давления вследствие гидравлического сопротивления. Для поддержания необходимого давления и обеспечения требуемой пропускной способности газопровода используются компрессорные станции. Их рациональное размещение и оптимальный режим эксплуатации позволяют обеспечить устойчивую подачу газа потребителям при минимальных энергетических затратах.

Список литературы

1. Повышение эффективности эксплуатации энергопривода компрессорных станций (Б.П. Поршаков, А.С. Лопатин, А.М. Назарьина, А.С. Рябченко). М.: Недра, 2012.

2. Щуровский В.А., Зайцев Ю.А. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты. М.: Недра, 2015.

Седых А.Д. Потери газа на объектах магистрального газопровода. ИРЦ. Газпром: 2018.

3. Яхяев Н.Ш., Девликамов Р.Н. “ Исследование способов добычи газа на поздних стадиях эксплуатации месторождений”, Development of science journal. –Volume1, 2 февраля 2025, стр 62-69.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Азизова Диляром Гайратовна, доцент,
Каршинский государственный технический университет
e-mail: azizovadilorom1972@gmail.com

Аннотация. *В статье рассматриваются основные методы транспортировки нефти и нефтепродуктов и обосновывается выбор наиболее эффективного способа их транспортировки. Представлена характеристика трубопроводного, водного и железнодорожного транспорта. Особое внимание уделяется трубопроводному транспорту как одному из основных способов перемещения нефти и нефтепродуктов на значительные расстояния. Рассмотрены особенности подземных и наземных нефтепроводов, а также отмечены их основные преимущества: экономическая эффективность, возможность непрерывной эксплуатации независимо от погодных условий и времени года.*

Ключевые слова: *транспортировка нефти, трубопроводный, водный, железнодорожный, магистральный нефтепровод, подземными и наземными, танкеры, супертанкеры.*

Annotatsiya. *Maqolada neft va neft mahsulotlarini tashishning asosiy usullari ko‘rib chiqilib, ularni tashishning eng samarali usulini tanlash asoslab berilgan. Quvur transporti, suv transporti va temir yo‘l transportining xususiyatlari yoritilgan. Neft va neft mahsulotlarini uzoq masofalarga tashishning asosiy usullaridan biri sifatida quvur transportiga alohida e’tibor qaratilgan. Yer osti va yer usti neft quvurlarining o‘ziga xos xususiyatlari ko‘rib chiqilib, ularning asosiy afzalliklari, jumladan, iqtisodiy samaradorligi hamda ob-havo sharoiti va yil faslidan qat’i nazar uzluksiz ishlash imkoniyati ta’kidlangan*

Kalit so'zlar: *neft tashish, quvur liniyasi, suv transporti, temir yo‘l, magistral neft quvuri, yer osti va yer usti, tankerlar, supertankerlar.*

Abstract. *The article examines the main methods of transporting oil and petroleum products and substantiates the choice of the most efficient transportation method. Pipeline, water, and rail transportation are characterized. Particular attention is paid to pipeline transportation as one of the main methods of transporting oil and petroleum products over long distances. The features of underground and above-ground oil pipelines are considered, and their main advantages are highlighted, including economic efficiency and the possibility of continuous operation regardless of weather conditions and season.*

Keywords: *oil transportation, pipeline, water, rail, trunk oil pipeline, underground and above-ground, tankers, supertankers.*

Введение. Большинство нефтяных месторождений расположено на значительном расстоянии от нефтеперерабатывающих предприятий и основных потребителей. Поэтому надёжная, безопасная и экономически эффективная транспортировка нефти и нефтепродуктов является одним из важных условий устойчивого функционирования нефтяной промышленности.

В современных условиях особое значение приобретает повышение эффективности транспортной инфраструктуры при одновременном обеспечении промышленной и экологической безопасности. Рациональный выбор способа транспортировки позволяет снизить логистические затраты, повысить надёжность поставок и уменьшить риски, связанные с перевозкой нефти и нефтепродуктов.

Для транспортировки нефти применяются трубопроводный, водный и железнодорожный виды транспорта. Каждый из них имеет свои преимущества, ограничения

и область рационального применения. Выбор способа транспортировки зависит от расстояния, объёма перевозимого сырья, географических и климатических условий, существующей инфраструктуры, требований безопасности и экономических затрат.

Цель исследования — рассмотреть основные способы транспортировки нефти и нефтепродуктов, определить их особенности и провести сравнительный анализ с точки зрения эффективности, надёжности и условий применения.

Методы. В работе использованы методы анализа, систематизации и обобщения научно-технической литературы и отраслевых материалов по вопросам транспортировки нефти и нефтепродуктов. На основе изученных данных проведён сравнительный анализ основных способов транспортировки: трубопроводного, водного и железнодорожного.

В качестве основных критериев сравнения рассмотрены пропускная способность, непрерывность и дальность транспортировки, зависимость от природно-климатических условий, трудоёмкость эксплуатации, требования к инфраструктуре, безопасность и экономическая эффективность. Отдельное внимание уделено эксплуатационным особенностям каждого вида транспорта и условиям, при которых его применение является наиболее рациональным.

Метод сравнительного анализа позволил определить преимущества и ограничения рассматриваемых способов транспортировки, а также факторы, влияющие на выбор оптимальной транспортной схемы. Полученные результаты использованы для обобщённой оценки возможностей применения различных видов транспорта в зависимости от объёма перевозок, расстояния и условий эксплуатации.

Результаты и обсуждение. Существуют различные виды транспорта для транспортировки нефти и нефтепродуктов.

Трубопроводный транспорт. Одним из наиболее экономичных способов транспортировки значительных объёмов нефти на большие расстояния является трубопроводный транспорт. Перемещение нефти по трубопроводу обеспечивается перепадом давления, создаваемым насосными станциями. В зависимости от параметров трубопровода, свойств транспортируемого продукта и рельефа местности насосные станции размещаются вдоль трассы на определённом расстоянии друг от друга.

Для повышения безопасности трубопровод оснащается запорной арматурой, позволяющей при необходимости изолировать отдельные участки. Диаметр труб выбирается с учётом требуемой пропускной способности. Трубы изготавливаются преимущественно из сталей, способных выдерживать значительные механические, температурные и эксплуатационные нагрузки. Для отдельных условий эксплуатации могут применяться также современные полимерные и композиционные материалы, обладающие высокой коррозионной стойкостью.

По способу прокладки нефтепроводы подразделяются на подземные, наземные и подводные. Наземные трубопроводы обычно более доступны для технического обслуживания, контроля состояния и проведения ремонтных работ. Подземная прокладка обеспечивает дополнительную защиту трубопровода от некоторых внешних воздействий и позволяет рационально использовать территорию. Подводные трубопроводы применяются, в частности, для транспортировки нефти от морских месторождений, однако их строительство и обслуживание отличаются высокой технической сложностью и значительными затратами.

В зависимости от назначения различают промысловые, межпромысловые и магистральные нефтепроводы. Промысловые трубопроводы связывают нефтяные скважины с объектами сбора и подготовки нефти. Межпромысловые обеспечивают связь между отдельными месторождениями и объектами нефтегазовой инфраструктуры. Магистральные нефтепроводы предназначены для транспортировки значительных объёмов нефти на большие расстояния — к нефтеперерабатывающим заводам, нефтебазам, терминалам и другим пунктам потребления или перевалки.

Значительный вклад в развитие теории и практики трубопроводного транспорта внёс инженер В. Г. Шухов. Разработанные им инженерные решения способствовали развитию систем промышленной транспортировки нефти и нефтепродуктов.

Основными преимуществами трубопроводного транспорта являются возможность непрерывной эксплуатации, высокая пропускная способность, относительно низкие эксплуатационные затраты при транспортировке больших объёмов сырья и сравнительно небольшая зависимость от погодных условий. Вместе с тем строительство магистральных нефтепроводов требует значительных первоначальных капиталовложений, а их безопасная эксплуатация — постоянного технического контроля.

Водный транспорт. Значительная часть международных перевозок нефти осуществляется морским транспортом. Для этого используются нефтеналивные суда — танкеры различной грузоподъёмности. Их применение особенно эффективно при транспортировке больших объёмов нефти между странами и регионами, имеющими выход к морским транспортным путям.

Актуальные данные подтверждают важную роль морского транспорта в перевозке нефти и нефтепродуктов. По данным Международной морской организации (IMO), ежегодно морским путём перевозится около 2,9 млрд тонн сырой нефти и нефтепродуктов. При этом современные требования к эксплуатации нефтеналивных судов направлены не только на повышение эффективности перевозок, но и на снижение риска загрязнения морской среды.

Современные танкеры представляют собой специализированные суда, конструкция которых обеспечивает размещение жидкого груза в отдельных танках. Грузовые помещения разделяются переборками, что способствует повышению устойчивости судна и безопасности перевозки. Загрузка нефти и нефтепродуктов осуществляется через береговые или морские терминалы, а разгрузка — с использованием насосного оборудования и системы трубопроводов судна.

Одним из важнейших направлений совершенствования танкерных перевозок является повышение экологической безопасности. Современные требования к конструкции нефтеналивных судов предусматривают применение двойного корпуса, позволяющего снизить вероятность попадания нефти в морскую среду при повреждении наружной обшивки.

Одним из важнейших направлений совершенствования танкерных перевозок является повышение экологической безопасности. В соответствии с требованиями Международной конвенции MARPOL для нефтяных танкеров установлены требования к применению двойного корпуса или эквивалентной конструкции, что позволяет снизить риск разлива нефти при столкновении или посадке судна на мель. Международная морская организация отмечает, что совершенствование конструкции судов и требований к их эксплуатации способствовало существенному снижению аварийного загрязнения нефтью за последние десятилетия.

Экономическая эффективность морской транспортировки во многом определяется эффектом масштаба: увеличение грузоподъёмности судна позволяет при определённых условиях снизить удельные затраты на перевозку единицы груза. Однако применение крупнотоннажных танкеров требует наличия соответствующей портовой инфраструктуры и достаточной глубины акватории.

Современные морские перевозки существенно зависят от состояния международных транспортных маршрутов. По данным UNCTAD, в 2024 году объём перевозок сырой нефти морским транспортом сократился на 1,5 %, однако показатель тонно-миль увеличился на 1,6 %, что свидетельствует об увеличении средней протяжённости маршрутов. В 2025 году на стоимость танкерных перевозок продолжали влиять геополитические риски, изменение традиционных маршрутов и колебания фрахтовых ставок.

Для транспортировки нефти и нефтепродуктов по внутренним водным путям могут использоваться нефтеналивные баржи. Водный транспорт позволяет перевозить большие объёмы груза, однако зависит от географического положения, состояния портовой инфраструктуры, навигационных условий и в отдельных регионах — от сезонности.

Железнодорожный транспорт. Другим способом транспортировки нефти и нефтепродуктов является железнодорожный транспорт. Для перевозки используются специализированные железнодорожные цистерны. Его важными преимуществами являются возможность доставки продукции в районы, не охваченные трубопроводной сетью, использование существующей железнодорожной инфраструктуры и сравнительная гибкость при изменении направлений поставок.

Вместе с тем железнодорожные перевозки требуют выполнения операций по формированию составов, погрузке и разгрузке цистерн и организации движения. По сравнению с магистральным трубопроводом перевозка значительных и стабильных объёмов нефти по железной дороге, как правило, связана с более высокими удельными эксплуатационными и трудовыми затратами. Поэтому железнодорожный транспорт чаще выполняет дополняющую функцию и особенно востребован там, где строительство трубопровода экономически нецелесообразно или отсутствует необходимая инфраструктура.

Проведённый анализ показывает, что универсального способа транспортировки нефти и нефтепродуктов не существует. Для регулярной транспортировки больших объёмов нефти между постоянными пунктами добычи, переработки и хранения наиболее рациональным является трубопроводный транспорт. Его преимуществами являются непрерывность работы, высокая производительность и относительно низкие эксплуатационные затраты после ввода системы в эксплуатацию.

Морской транспорт наиболее эффективен при международных и межконтинентальных перевозках крупных партий нефти. Его основными преимуществами являются большая грузоподъёмность и возможность перевозки сырья на значительные расстояния, тогда как основными ограничениями выступают зависимость от портовой инфраструктуры и необходимость обеспечения повышенной экологической безопасности.

Железнодорожный транспорт обладает большей маршрутной гибкостью и может использоваться для доставки нефти и нефтепродуктов в регионы, где отсутствуют нефтепроводы. Однако при постоянной транспортировке крупных объёмов продукции его экономическая эффективность обычно ниже по сравнению с магистральным трубопроводом.

Таким образом, выбор оптимального способа транспортировки должен осуществляться с учётом не одного, а комплекса факторов: объёма перевозок, расстояния, регулярности поставок, географического положения, существующей транспортной инфраструктуры, капитальных и эксплуатационных затрат, а также требований промышленной и экологической безопасности. В ряде случаев наиболее эффективной является комбинированная транспортная схема, при которой на различных участках маршрута последовательно используются трубопроводный, железнодорожный и водный транспорт.

Выводы. Анализ основных способов транспортировки нефти и нефтепродуктов показывает, что каждый вид транспорта имеет определённую область эффективного применения. Трубопроводный транспорт наиболее рационален для непрерывной перевозки значительных объёмов нефти по устойчивым маршрутам, морской — для крупнотоннажных международных перевозок, а железнодорожный — для более гибкой доставки в районы, не обеспеченные трубопроводной инфраструктурой.

Выбор оптимального способа транспортировки должен основываться на комплексной оценке технических, экономических, географических и экологических факторов. При развитой инфраструктуре сочетание нескольких видов транспорта позволяет повысить надёжность поставок и обеспечить более рациональную организацию транспортировки нефти и нефтепродуктов.

Список литературы

1. Закожурников Ю.А. Рабочая программа для учащихся колледжей по дисциплине «Сооружение газонефтепроводов и газонефтехранилищ» поспециальности 0905 «Сооружениеи эксплуатация газо- нефтепроводов и газонефтехранилищ». — Астрахань: АГПК, 2007.

2. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и води на промислах. Учебник для вузов. - М.: Алянс, 2005.
3. Н.Х.Эрматов, Д.Ғ.Азизова, Н.М.Авлаярова, Б.Ю.Номозов. Конларда нефть, газ, сувни йиғиш ва тайёрлаш/ Дарслик– Қарши: ҚМИИ, 2020, -250 б
4. Азизова Д.Ғ.Конларда нефть, газ, сувни йиғиш ва узатиш. Қўлланма. – Қарши: ҚМИИ, 2023, -240 б
5. Howard B. Bradleu “Petroleum Engineering Handbook” Third Printing Societu of Petroleum Engineering Richardson, TX, USA. 1992.
6. Отчёт UNCTAD. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Review of Maritime Transport 2025: Staying the Course in Turbulent Waters. — Geneva: United Nations, 2025. — UNCTAD/RMT/2025. — ISBN 978-92-1-154528-9.
7. IMO по перевозке нефти. International Maritime Organization (IMO). MARPOL Annex I — Prevention of Pollution by Oil. — London: International Maritime Organization.// IMO — MARPOL Annex I: Prevention of Pollution by Oil
8. International Maritime Organization (IMO). Construction Requirements for Oil Tankers — Double Hulls. — London: International Maritime Organization. // IMO — Construction Requirements for Oil Tankers: Double Hulls
9. International Maritime Organization (IMO). Tanker Safety — Preventing Accidental Pollution. — London: International Maritime Organization.// IMO — Tanker Safety: Preventing Accidental Pollution

TABIIY YORIQLAR OCHILISHINING KUCHLANISHGA BOG‘LIQ O‘ZGARISHINI HISOBGA OLGAN HOLDA KISLOTANING QUDUQ ATROFI ZONASIDA TARQALISHINI BAHOLASH

Samatov Sherzod Shavkatovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Abstract. *Acid transport in fractured carbonate reservoirs occurs through both matrix pores and natural fractures. Fracture hydraulic conductivity depends strongly on aperture, while aperture is controlled by effective normal stress. This study evaluates the sensitivity of acid access to stress-dependent fracture closure using the cubic-law relationship for fracture transmissivity. A parametric calculation shows that a 10% reduction in aperture decreases normalized transmissivity by about 27%, whereas a 20% reduction causes a nearly 49% decline. Thus, treating a mapped geological fracture as a hydraulically invariant feature can overestimate the acid-treated volume. A near-wellbore acidizing model should couple fracture orientation with stress-dependent aperture or transmissivity to distinguish geometrically present fractures from hydraulically active flow paths.*

Keywords: *natural fracture, carbonate reservoir, acidizing, geomechanics, fracture aperture, transmissivity.*

Аннотация. *В трещиноватых карбонатных коллекторах кислота распространяется как по поровой матрице, так и по естественным трещинам. Гидравлическая проводимость трещины существенно зависит от ее раскрытия, а раскрытие контролируется эффективным нормальным напряжением. В работе на основе кубического закона оценена чувствительность распространения кислоты к закрытию трещин. Параметрический расчет показал, что уменьшение раскрытия на 10% снижает относительную проводимость примерно на 27%, а уменьшение на 20% — почти на 49%. Следовательно, учет геологически выявленной трещины как неизменного гидравлического канала может привести к завышению охвата кислотной обработкой. Предлагается учитывать ориентацию трещин и зависимость их раскрытия от напряжений в модели призабойной зоны.*

Ключевые слова: *естественная трещина, карбонатный коллектор, кислотная обработка, геомеханика, раскрытие трещины, проводимость.*

Annotatsiya. *Yoriqli karbonat kollektorlarida kislota oqimi matritsa g‘ovaklari bilan bir qatorda tabiiy yoriqlar orqali ham tarqaladi. Yoriqning gidravlik o‘tkazuvchanligi esa uning ochiqligiga, ochiqlik esa samarali normal kuchlanishga bog‘liq. Ishda yoriq transmissivligining kubik qonuni asosida ochiqlik kamayishining kislota tarqalishiga sezgirligi baholandi. Parametrik hisob yoriq ochiqligi 10% kamayganda transmissivlik taxminan 27%, 20% kamayganda esa qariyb 49% pasayishini ko‘rsatdi. Bu natija geologik yoriqlar xaritasini o‘zgarmas gidravlik xususiyat sifatida qabul qilish kislotali ishlov qamrovini ortiqcha baholashi mumkinligini ko‘rsatadi. Quduq atrofi zonasining modeliga yoriq orientatsiyasi va kuchlanishga bog‘liq ochiqlik koeffitsiyentini kiritish taklif etiladi.*

Kalit so‘zlar: *tabiiy yoriq, karbonat kollektor, kislotali ishlov, geomekanika, yoriq ochiqligi, transmissivlik.*

Karbonat kollektorlarida tabiiy yoriqlar quduq atrofi zonasining eng muhim geologik elementlaridan biridir. Reaktiv suyuqlik yoriqlar bo‘ylab matritsaga nisbatan tezroq siljishi, yoriq devorlarini eritishi va kislota qamrovini keskin o‘zgartirishi mumkin. Ikki masshtabli kontinuum modelini diskret yoriqlar bilan bog‘lash yoriqli muhitdagi wormhole jarayonini ifodalash imkonini beradi [1,2]. Wang va hammualliflar [3] tabiiy yoriqlarning mavjudligi radial kislotali ishlovda oqim maydoni va erish kanalchalari geometriyasini sezilarli o‘zgartirishini ko‘rsatgan.

Biroq geologik modelda yoriqning mavjudligi uning doimo yuqori o‘tkazuvchan ekanini anglatmaydi. In-situ kuchlanishlar yoriq devorlarini yaqinlashtirib, gidravlik ochiqlikni kamaytiradi. Guo va hammualliflar [4] 3D gidro-kimyoviy-termik modelda yoriq yo‘nalishi maksimal bosh kuchlanishga perpendikulyar bo‘lganda kuchlanish ortishi yoriq ochiqligini kamaytirib, kislotaning breakthrough uchun zarur hajmini oshirishini ko‘rsatgan. Mazkur ishning maqsadi yoriq ochiqligidagi nisbatan kichik o‘zgarishning oqim qobiliyatiga qanday kuchli ta’sir qilishini analitik ko‘rsatishdir.

Nazariy asos.

Silliq parallel devorli yoriq uchun laminar oqimda transmissivlik kubik qonun bilan b^3 ga proporsional. Shuning uchun boshlang‘ich ochiqlik b_0 ga nisbatan normalizatsiya qilingan transmissivlik quyidagicha yoziladi:

$$\frac{T_f}{T_{f0}} = \left(\frac{b}{b_0}\right)^3. \textit{(1)}$$

Bu tenglama yoriq sirtining qo‘polligi va inersial effektlarni hisobga olmaydigan soddalashtirilgan sezgirlik mezonidir, ammo ochiqlikning gidravlik ta’sirini aniq ko‘rsatadi. Samarali normal kuchlanish yoriq orientatsiyasiga bog‘liq. Ikki o‘lchovli bosh kuchlanish holati uchun soddalashtirilgan ifoda:

$$\sigma_n' = (\sigma_H - p)\cos^2\theta + (\sigma_h - p)\sin^2\theta. \textit{(2)}$$

bu yerda σ_H va σ_h - maksimal va minimal gorizontal bosh kuchlanishlar, p - g‘ovak bosimi, θ - yoriq normalining σ_H yo‘nalishiga nisbatan burchagi. Demak, bir xil geologik uzunlik va zichlikka ega yoriqlar turli orientatsiyada turlicha gidravlik faollikka ega bo‘lishi mumkin.

Parametrik baholash.

Kubik qonun bo‘yicha $b/b_0 = 0{,}9$ bo‘lganda $T_f/T_{f0} = 0{,}729$, ya’ni atigi 10% yopilish transmissivlikni 27,1% kamaytiradi. Ochiqlik 20% kamayganda transmissivlik 0,512 gacha, 30% kamayganda 0,343 gacha tushadi. Bu sezgirlik yoriq bo‘ylab kislota tezligi, leakoff va matritsaga kirish nisbatini o‘zgartiradi. Liu va hammualliflar [2] yoriq aperturasi va taqsimoti reaktiv erish shakllariga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatgan; Dong, Zhu va Hill [5-8] esa tabiiy yoriqli karbonatlarda kislota transporti va yoriq devori erishini alohida model qilgan.

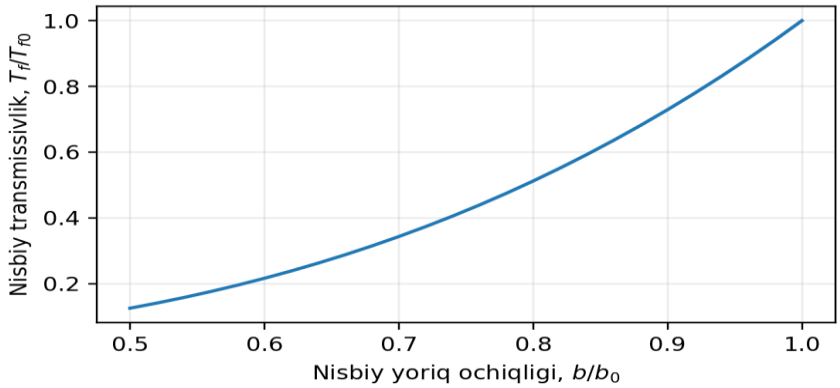
Quduq atrofi zonasini geologik jihatdan tavsiflashda shuning uchun “yoriq bor/yo‘q” binar belgisi yetarli emas. Har bir yoriq to‘plami uchun orientatsiya, boshlang‘ich ochiqlik, normal qattiqlik yoki stress-aperture bog‘lanishi va matritsa bilan gidravlik almashinuv koeffitsiyenti zarur. Aks holda model geometrik yoriq hajmini gidravlik faol hajm deb qabul qilib, kislota kirish chuqurligi va qamrovini oshirib ko‘rsatishi mumkin [9-11].

Xulosa. Analitik sezgirlik bahosi yoriq ochiqligining kichik nisbiy o‘zgarishi transmissivlikda bir necha baravar katta o‘zgarish keltirib chiqarishini ko‘rsatdi. Shu sabab karbonat kollektorlarining kislotali ishlov modelida tabiiy yoriqlarni faqat geologik obyekt sifatida emas, kuchlanish va g‘ovak bosimiga bog‘liq dinamik gidravlik kanal sifatida ifodalash maqsadga muvofiq. Bu yondashuv ishlovdan oldingi geologik modelni reaktiv transport modeli bilan yaxshiroq uyg‘unlashtiradi.

1-jadval.

Yoriq ochiqligi kamayishining transmissivlikka ta’siri.

b/b_0	T_f/T_{f0}	Kamayish, %
1.00	1.000	0.0
0.90	0.729	27.1
0.80	0.512	48.8
0.70	0.343	65.7
0.60	0.216	78.4



1-rasm

Yoriq ochiqligi kamayishida nisbiy transmissivlikning kubik qonun bo‘yicha o‘zgarishi.

References:

[1] Panga M.K.R., Ziauddin M., Balakotaiah V. Two-scale continuum model for simulation of wormholes in carbonate acidization. AIChE Journal, 2005, 51(12), 3231–3248. https://doi.org/10.1002/aic.10574

[2] Liu P., Yao J., Couples G.D., Huang Z., Sun H., Ma J. Numerical modelling and analysis of reactive flow and wormhole formation in fractured carbonate rocks. Chemical Engineering Science, 2017, 172, 143–157. https://doi.org/10.1016/j.ces.2017.06.027

[3] Wang L., Mou J., Mo S., Zhao B., Liu Z., Tian X. Modeling matrix acidizing in naturally fractured carbonate reservoirs. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2020, 186, 106685. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106685

[4] Guo A., Tang X., Qiao J., Zhou L., Luo P. Three-dimensional simulation of the acidizing process under different influencing factors in fractured carbonate reservoirs. Energy Science & Engineering, 2023, 11, 3102–3118. https://doi.org/10.1002/ese3.1507

[5] Dong C., Zhu D., Hill A.D. Modeling of the acidizing process in naturally-fractured carbonates. SPE Journal, 2002, 7(4), 400–408. https://doi.org/10.2118/81816-PA

[6] Chen Y., Wang H., Wang Y., Ma G. Numerical evaluation of a fracture acidizing treatment in a three-dimensional fractured carbonate reservoir. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2020, 81, 103440. https://doi.org/10.1016/j.jngse.2020.103440

[7] Xushvaqtov G‘.A., Samatov Sh.Sh. Modeling hydrochloric acid stimulation in carbonate reservoirs by accounting for near-wellbore geological heterogeneity. Frontiers of Knowledge and Interdisciplinary Discovery. International Scientific Conference, 2025, 272–281. https://imrconf.com/index.php/FKID/article/view/281

[8] Samatov Sh.Sh., Mahmudov S.I. Optimization of acidizing in carbonate reservoirs with explicit account of near-wellbore geological structure and hydrodynamic conditions. Universum: технические науки, 2025, 10(139), 45–49. https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20968

[9] Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh., Bozorov U.S., Xaitov L.K. Karbonat kollektorlarning quduq atrofi zonasida geologik nobirjinslilik ta'sirida kislotali ishlov parametrlarini raqamli tanlash. Digital Mining-2026. "Raqamli texnologiyalar asosida yer osti boyliklari resurslaridan oqilona foydalanish va innovatsion usullarni qo'llash" mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman, Toshkent, 3–4 aprel 2026, 193–195. https://test.tdtu.uz/storage/pages/July2026/LqA0m6Nr2986P4MzZ0Eq.pdf#page=195

[10] Samatov Sh.Sh., Hayitov L.K., Jo'rayeva G.Ch. Karbonat kollektorlarida quduq atrofi zonasiga kislotali ishlov berishni modellashtirish. "Ijodkor yoshlar va innovatsion taraqqiyot" mavzusidagi Xalqaro 10-an'anaviy ilmiy-amaliy anjumani, Buxoro, 10–11 iyun 2025, 229–237.

[11] Axatova G.A., Samatov Sh.Sh., Jo'rayeva G.Ch. Karbonat kollektorlarda kislotali ishlov berish samaradorligini quduq atrofi zonasining geologik tuzilishi bilan uyg'un modellashtirish. Ta'lim Innovatsiyasi va Integratsiyasi, 2025, 54(1), 217–222. https://journalss.org/index.php/tal/article/view/1951

NEFT MAHSULOTLARI BILAN IFLOSLANGAN SUV MUHITINING TOKSIKLIGINI BIOTEST USULIDA BAHOLASH: SHO'RLILIK VA KONSENTRATSIYA OMILLARI

Abdullayev Otabek Xusenovich
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O'zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. *Mazkur maqolada neft va neft mahsulotlari bilan ifloslangan suv muhitining biologik xavfliligini baholashda biotest usulidan foydalanishning ilmiy-amaliy jihatlari yoritilgan. Tadqiqotning asosiy yo'nalishi suvdagi uglevodorodlarning miqdori, muhitning mineralizatsiyasi va toksikant bilan kontakt davomiyligining suv organizmlariga ta'sirini kompleks baholashdan iborat. Biotest obyekti sifatida sho'rlikka moslasha oladigan Artemia salina naupliylari hamda mikroalga Dunaliella salina ning fiziologik ko'rsatkichlari asos qilib olindi. Tajriba ma'lumotlari asosida suvli muhitda neft uglevodorodlarining taqsimlanishi mineralizatsiya darajasiga bog'liqligi, nisbatan yuqori uglevodorod konsentratsiyalarida Artemia salina yashovchanligining keskin pasayishi va ta'sir muddati uzayishi bilan toksik javobning kuchayishi ko'rsatildi. Past konsentratsiyalarda mazut va dizel yoqilg'isining biologik ta'siri bir xil emasligi, yengil fraksiyalarning suvda tarqaluvchanligi yuqoriroq bo'lgani sababli ayrim test-organizmlarda kuchliroq fiziologik o'zgarishlar yuzaga kelishi aniqlandi. Dunaliella salina hujayralari soni va harakatlanish tezligi toksikant turiga hamda uning konsentratsiyasiga sezgir javob ko'rsatishi mumkin. Olingan natijalar neft bilan ifloslangan suvlarni ekologik monitoring qilishda faqat kimyoviy ko'rsatkichlarni emas, balki biologik javoblarni ham hisobga olish zarurligini asoslaydi.*

Kalit so'zlar: *neft mahsulotlari, neft uglevodorodlari, biotest, Artemia salina, Dunaliella salina, sho'rlik, mineralizatsiya, toksiklik, suv muhitining ifloslanishi, ekologik monitoring.*

Аннотация. *В статье рассмотрены научно-практические аспекты применения биотестирования для оценки биологической опасности водной среды, загрязненной нефтью и нефтепродуктами. Основное внимание уделено совместному рассмотрению содержания углеводородов в воде, степени минерализации среды и продолжительности контакта токсиканта с тест-организмами. В качестве биологических индикаторов рассмотрены науплии Artemia salina, устойчивые к колебаниям солености, и микроводоросль Dunaliella salina, физиологические показатели которой могут использоваться для оценки качества водной среды. Экспериментальные данные показывают, что переход углеводородов в водную фазу зависит от минерализации, а повышение их содержания сопровождается снижением выживаемости науплиев. Увеличение продолжительности экспозиции также усиливает*

токсическое действие. При низких концентрациях мазута и дизельного топлива характер биологического ответа различается, что связано с особенностями состава и растворимости нефтяных фракций. Для Dunaliella salina изменение численности клеток и скорости их движения может служить чувствительным показателем воздействия нефтепродуктов. Полученные результаты подтверждают необходимость сочетания химического анализа с биологическими методами при экологическом контроле вод, подвергшихся нефтяному загрязнению. Такой подход позволяет учитывать не только концентрацию загрязнителя, но и его фактическое биологическое воздействие в конкретных условиях среды.

Ключевые слова: *нефтепродукты, углеводороды, биотестирование, Artemia salina, Dunaliella salina, соленость, минерализация, токсичность, загрязнение воды, экологический мониторинг.*

Abstract. *The article presents scientific and practical aspects of using biotesting to assess the biological hazard of water contaminated with crude oil and petroleum products. The study focuses on the combined effects of hydrocarbon concentration, water mineralization and exposure duration on aquatic test organisms. Artemia salina nauplii, characterized by tolerance to a wide range of salinity, and the microalga Dunaliella salina were considered as suitable biological indicators. Experimental evidence indicates that the transfer of hydrocarbons into the aqueous phase depends on mineralization conditions, while increased hydrocarbon concentrations are associated with a pronounced decrease in nauplii survival. Prolonged exposure enhances the toxic response of aquatic organisms. At low concentrations, fuel oil and diesel fuel produce different biological effects, which can be attributed to differences in fraction composition and water solubility. Changes in the cell abundance and motility of Dunaliella salina may serve as sensitive indicators of petroleum contamination. The integrated interpretation of chemical and biological parameters demonstrates that chemical concentration alone cannot fully characterize the ecological hazard of petroleum pollution. Biotesting makes it possible to determine the actual biological response of organisms under specific environmental conditions and therefore can improve the reliability of ecological monitoring. The proposed approach is applicable to the assessment of marine and brackish waters affected by accidental or chronic petroleum contamination.*

Keywords: *petroleum products, hydrocarbons, biotesting, Artemia salina, Dunaliella salina, salinity, mineralization, toxicity, water pollution, environmental monitoring.*

Kirish. Neft va neft mahsulotlari bilan suv muhitining ifloslanishi suv ekotizimlarining barqarorligiga ta’sir ko‘rsatuvchi muhim antropogen omillardan biridir. Neftni qazib olish, tashish, saqlash va qayta ishlash jarayonlarida yuzaga keladigan chiqindilar, shuningdek, texnologik va avariya holatlaridagi oqishlar natijasida uglevodorodlar suvga tushishi mumkin. Suvga tushgan neftning bir qismi sirt qatlamida plyonka hosil qilsa, uning ayrim komponentlari suv fazasiga o‘tadi va gidrobiontlar uchun biologik faol toksikantga aylanadi. Bunday sharoitda suvning fizik-kimyoviy xususiyatlari, jumladan, mineralizatsiya, erigan kislorod miqdori va neftning disperslanish darajasi ifloslanishning biologik oqibatlarini belgilovchi omillar sifatida namoyon bo‘ladi.

Yuklangan tadqiqot materiallarida neft uglevodorodlarining suvli fazaga o‘tishi va ularning biologik ta’sirini baholash uchun Artemia salina naupliylaridan foydalanish imkoniyati ko‘rsatilgan. Turli mineralizatsiyaga ega muhitlarda o‘tkazilgan tajribalarda suvdagi uglevodorod miqdori vaqt bo‘yicha o‘zgarishi hamda ushbu o‘zgarishlar test-organizmning yashovchanligi bilan bog‘liqligi aniqlangan. Mazkur yondashuv neftning suvdagi miqdorini aniqlash bilan bir qatorda, mavjud ifloslantiruvchining tirik organizmga real ta’sirini baholash imkonini beradi.

Neft mahsulotlarining toksikligi faqat ularning umumiy konsentratsiyasi bilan belgilanmaydi. Uglevodorodlarning kimyoviy tarkibi, fraksion xususiyatlari, suvda eruvchanligi, muhitning sho‘rligi va ta’sir davomiyligi biologik javobning shakllanishida muhim ahamiyatga ega. Past konsentratsiyadagi dizel yoqilg‘isi va mazut ta’sirida Dunaliella salina hamda Artemia salina ning turli ko‘rsatkichlarida o‘zgarishlar qayd etilgani buni tasdiqlaydi. Shu sababli ekologik xavfni

aniqlashda faqat me’yoriy konsentratsiyaga tayanish yetarli bo‘lmay, biologik test natijalarini ham hisobga olish maqsadga muvofiqdir.

Ushbu maqolaning maqsadi neft va neft mahsulotlari bilan ifloslangan suv muhitining toksikligini biotest usulida baholash uchun mineralizatsiya, uglevodorod konsentratsiyasi va ekspozitsiya davomiyligining o‘zaro ta’sirini yagona ilmiy yondashuv asosida yoritishdan iborat. Bunda Artemia salina va Dunaliella salina ning biologik javoblari suv muhitining ekologik holatini tavsiflovchi muhim ko‘rsatkichlar sifatida qaraladi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotning metodik asosini neftning suvli fazaga o‘tgan uglevodorodlarini kimyoviy aniqlash va ularning biologik ta’sirini biotest orqali baholash tashkil etdi. Suv muhitining mineralizatsiyasi sifatida 13 va 35 g/l miqdoridagi natriy xlorid eritmalari qo‘llangan. Neftning suv bilan kontaktdagi suvli fraksiyasi turli inkubatsiya vaqtlaridan keyin ajratib olingan va undagi uglevodorodlar miqdori fluorimetrik usul yordamida baholangan. Ushbu yondashuv neft plyonkasi ostida shakllanadigan suv fazasining ifloslanish darajasini miqdoriy ifodalash imkonini beradi.

Biologik baholashda Artemia salina ning naupliy bosqichi tanlangan. Quruq sistalar mos mineralizatsiyaga ega muhitda inkubatsiya qilinib, naupliylar hosil bo‘lgandan keyin uglevodorodli suv fazasiga o‘tkazilgan. Toksiklik mezoni sifatida ma’lum vaqt oralig‘ida tirik qolgan naupliylar ulushi qabul qilingan. Tajribalarda 24 va 48 soatlik ekspozitsiya davrlari bo‘yicha yashovchanlik o‘zgarishlari qayd etilgan. Turli konsentratsiyalardagi mazut va dizel yoqilg‘isi bilan ishlangan tajribalarda esa 0,025, 0,05 va 0,1 mg/l darajalari asosiy sinov konsentratsiyalari sifatida qo‘llangan.

Dunaliella salina mikroalga kulturasining holati neft mahsulotlari ta’sirida hujayralar soni va harakatlanish tezligi orqali baholangan. Tajribalar steril dengiz suvida oziqlantiruvchi muhit qo‘shilgan holda olib borilgan. Kuzatuvlar 10 sutkagacha davom ettirilib, nazorat va tajriba variantlari o‘rtasidagi farqlar baholangan. Artemia salina bilan bog‘liq tajribalarda mikroalga oziqa komponenti sifatida ham ko‘rib chiqilgan, chunki oziqa mavjudligi toksikantning organizmga ta’sirini o‘zgartirishi mumkin.

Olingan natijalar o‘rtacha qiymatlar va nazoratga nisbatan foiz ko‘rinishida ifodalangan. Tahlilda uchta asosiy omilga e’tibor qaratildi: suv fazasidagi uglevodorodlarning miqdori, muhit mineralizatsiyasi va toksikant bilan kontakt davomiyligi. Bunday metodik yondashuv neft ifloslanishining biologik oqibatlarini faqat bitta ko‘rsatkich orqali emas, balki bir nechta o‘zaro bog‘liq parametrlar orqali baholashga imkon beradi.

Natijalar va muhokama. Neftning suvli fazasidagi uglevodorodlar miqdori muhitning mineralizatsiyasiga va neft bilan kontaktda bo‘lish vaqtiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. 13 g/l mineralizatsiyaga ega eritmada uglevodorodlar miqdori 24 soatdan keyin 0,53 mg/l ni, 48 soatdan keyin esa 1,07 mg/l ni tashkil etgan. 35 g/l mineralizatsiyada mos ravishda 2,29 mg/l va 0,78 mg/l qiymatlar qayd etilgan. Bu ma’lumotlar neft komponentlarining suvga o‘tishi oddiy chiziqli jarayon emasligini ko‘rsatadi. Suvning tuz miqdori, neft va suv orasidagi fazalararo jarayonlar hamda vaqt davomida emulsiya va gidrofob fazaning shakllanishi suvdagi uglevodorod konsentratsiyasiga ta’sir qilishi mumkin.

Artemia salina naupliylarining javobi suvdagi uglevodorodlar miqdori bilan chambarchas bog‘liq bo‘lgan. 13 g/l mineralizatsiya sharoitida nazorat guruhining yashovchanligi 24 va 48 soatlarda yuqori darajada saqlangan. Bir sutka davomida neft bilan kontaktda bo‘lgan suv fazasi ta’sirida yashovchanlik dastlabki qiymatga nisbatan kamaygan, ikki sutkalik neft-suv kontakti natijasida uglevodorod miqdori yuqoriroq bo‘lgan variantda esa 48 soat oxirida tirik naupliylar ulushi keskin pasaygan. 35 g/l mineralizatsiyada ham uglevodorodlarning yuqori konsentratsiyasi kuchli biologik javob bilan birga kuzatilgan. Bu holat kimyoviy tahlil natijalarini biologik test natijalari bilan birgalikda qo‘llash muhimligini ko‘rsatadi.

Mineralizatsiya Artemia salina uchun ikki tomonlama ahamiyatga ega. Bir tomondan, u neft uglevodorodlarining suvli fazaga o‘tishi va fazalararo muvozanatiga ta’sir qiladi. Ikkinchi tomondan, tuz konsentratsiyasi organizmning suv-tuz almashinuvi va fiziologik holatini belgilaydi. Shu sababli bir xil miqdordagi neft ifloslanishi turli mineralizatsiya sharoitlarida bir xil toksik javob bermasligi

mumkin. Bu xususiyat biotest natijalarini talqin qilishda muhitning boshlang‘ich holatini albatta hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.

Past konsentratsiyalardagi mazut va dizel yoqilg‘isi bilan o‘tkazilgan tajribalarda Dunaliella salina ning javobi toksikant turiga qarab farqlangan. Dizel yoqilg‘isi 0,025 va 0,05 mg/l konsentratsiyalarda mikroalga hujayralari sonining o‘sishini to‘liq to‘xtatmagan bo‘lsa-da, 0,1 mg/l konsentratsiyada hujayralar soni va harakatlanish ko‘rsatkichlarining keskin pasayishi kuzatilgan. Mazut ta’sirida esa ayrim past konsentratsiyalarda hujayralar sonining ko‘payishi va harakatlanish tezligining ortishi qayd etilgan. Bunday javob organizmning toksikant bilan o‘zaro ta’sirining murakkabligini va past konsentratsiya har doim bir xil biologik natija bermasligini ko‘rsatadi.

Artemia salina ga ta’sir nuqtayi nazaridan ham toksikantning turi va konsentratsiyasi muhim ahamiyatga ega. Mazut va dizel yoqilg‘isi 0,025, 0,05 va 0,1 mg/l konsentratsiyalarda uzoqroq ekspozitsiya davomida naupliylar yashovchanligini pasaytirgan. Dizel yoqilg‘isining suvda nisbatan osonroq tarqalishi va uning yengil fraksiyalarining biologik faol komponentlari ayrim sharoitlarda kuchliroq toksik javob shakllanishiga olib kelishi mumkin. Mikroalga mavjud bo‘lgan muhitda toksikantning oziqa zanjiri orqali bilvosita ta’siri ham yuzaga kelishi ehtimoli mavjud. Shu bois suv muhitidagi ifloslanishni baholashda faqat to‘g‘ridan-to‘g‘ri toksiklik emas, balki oziqa komponentlari orqali yuzaga keladigan ikkilamchi ta’sirlar ham e’tiborga olinishi kerak.

Dunaliella salina ning hujayra soni va harakatlanish tezligi ekologik monitoring uchun foydali biologik indikatorlar sifatida qaralishi mumkin. Hujayralar sonining kamayishi fotosintetik faoliyat va umumiy fiziologik holatning buzilishini ifodalashi mumkin. Harakatlanish tezligidagi o‘zgarish esa hujayra membranasi, energiya almashinuvi va tashqi muhit omillariga javob reaksiyasini aks ettiradi. Shu bilan birga, ayrim konsentratsiyalarda mazut ta’sirining stimullovchi ko‘rinishda namoyon bo‘lishi biotest natijalarini faqat o‘sish yoki kamayish bilan cheklab baholash mumkin emasligini ko‘rsatadi. Organizmning javobi toksikant turi, ekspozitsiya muddati va muhit sharoitlari bilan birgalikda talqin qilinishi lozim.

Artemia salina ning naupliy bosqichi ekologik biotest uchun qulayligi bilan ajralib turadi. Uning rivojlanish bosqichlarini qisqa vaqt ichida kuzatish, yashovchanlikni foizda ifodalash va turli mineralizatsiyadagi suvlarni sinash imkoniyati mavjud. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, toksikant bilan kontakt muddati uzaygan sari biologik zarar kuchayishi mumkin. Demak, suvning bir martalik kimyoviy tahlili bilan bir qatorda ekspozitsiya vaqtiga asoslangan biologik kuzatuv ham muhimdir. Bu ayniqsa avariya natijasida hosil bo‘ladigan neft ifloslanishlarida ekologik xavfni baholash uchun ahamiyatlidir.

Kimyoviy va biologik monitoringni birlashtirish suv muhitining real ekologik holatini aniqroq tavsiflaydi. Kimyoviy usul ifloslantiruvchining miqdorini ko‘rsatsa, biotest organizmning ushbu ifloslanishga qanday javob berayotganini namoyon qiladi. Shu sababli uglevodorodlarning konsentratsiyasi yuqori bo‘lgan variantlarda biologik ta’sirning ham kuchliroq bo‘lishi kutiladi, biroq biologik javobning mutanosibligi har doim konsentratsiya o‘zgarishiga teng bo‘lmaydi. Bunga mineralizatsiya, uglevodorodlarning fraksion tarkibi, ularning suvda taqsimlanishi va organizmning fiziologik moslashuvi sabab bo‘lishi mumkin.

Olingan ma’lumotlar asosida suv havzalarining neft bilan ifloslanishini baholash uchun ko‘p omilli biotest tizimini qo‘llash maqsadga muvofiq. Bunda suvning mineralizatsiyasi, uglevodorodlarning konsentratsiyasi, toksikant bilan kontakt davomiyligi va test-organizmning biologik javobi birgalikda qayd etilishi kerak. Artemia salina ning yashovchanligi va Dunaliella salina ning hujayra soni hamda harakatlanish faolligi bir-birini to‘ldiruvchi ko‘rsatkichlar sifatida ishlatilishi mumkin. Bunday yondashuv ifloslanishning bevosita va bilvosita ekologik oqibatlarini yaxshiroq aniqlash imkonini beradi.

Xulosa. Neft va neft mahsulotlari bilan ifloslangan suvning toksikligini baholashda uglevodorodlarning umumiy konsentratsiyasi bilan bir qatorda suvning mineralizatsiyasi va toksikant bilan kontakt davomiyligini hisobga olish zarur. Suvli fazadagi uglevodorodlar miqdori vaqt va mineralizatsiya sharoitlariga qarab o‘zgarishi mumkin, bu esa biologik xavf darajasining ham o‘zgarishiga olib keladi.

Artemia salina naupliylarining yashovchanligi neft uglevodorodlari ta’siriga sezgir biologik ko‘rsatkichlardan biri sifatida namoyon bo‘ladi. Uglevodorod konsentratsiyasi yuqori bo‘lgan suvli ekstraktlarda va uzoqroq ekspozitsiyada yashovchanlikning pasayishi kuzatilishi suvning kimyoviy va biologik monitoringini birlashtirish zarurligini ko‘rsatadi.

Dunaliella salina ning hujayra soni va harakatlanish tezligi neft mahsulotlari ta’sirini baholashda qo‘shimcha indikator bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Mazut va dizel yoqilg‘isining biologik javobi bir xil emasligi sababli toksikantning turi va fraksion xususiyatlarini hisobga olish muhimdir.

Shunday qilib, Artemia salina va Dunaliella salina asosidagi biotest tizimi neft bilan ifloslangan sho‘r va dengiz suvlarining ekologik xavfini baholashda samarali yondashuv bo‘la oladi. Biotest natijalarini uglevodorodlarning instrumental tahlili bilan birlashtirish suv muhitining haqiqiy biologik holatini aniqlash va ekologik monitoringning ishonchliligini oshirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kotelnikova S. V., Sazykin I. V. Vliyanie solenosti vody na toksichnost nefti, otsenivaemuyu metodom biotestirovaniya. Neftegazovye tekhnologii i ekologicheskaya bezopasnost. 2025. № 4. S. 7–11.

2. Kuzminova N. S., Kharchistov A. E., Kalyuzhny N. E., Alatartseva O. S., Tenesheva A. M., Korzhanevskaya E. V. Toksichnost nefteproduktov v nizkikh kontsentratsiyakh dlya nekotorykh morskikh test-obektov v usloviyakh eksperimenta. Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya. 2024. Tom 10. № 2. S. 87–102.

3. Vyatchina O. F., Zhdanova O. F., Stom D. I. Ispolzovanie drozhzhey Saccharomyces cerevisiae dlya biotestirovaniya neftezagryazneniy. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. 2008. Tom 1. № 1. S. 14–17.

4. Turnaeva E. A., Sidorovskaya E. A., Adakhovskiy D. S., Kikireva E. V. va boshqalar. Xarakteristiki emulsiy va ularning neftni siqib chiqaruvchi kompozitsiyalar samaradorligini baholashdagi ahamiyati. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Neft i gaz. 2021. № 3. S. 91–107.

5. Markina Zh. V., Aizdaicher N. A. Dunaliella salina dan dengiz muhitining ifloslanishini baholashda test-obyekt sifatida foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar.

6. Shinkarevich E. D. Artemia salina dan suv havzalarining ekologik holatini baholashda foydalanish masalalari.

OPTIMIZATION OF MIXED COPPER ORE BENEFICIATION AT THE KALMAKYR DEPOSIT THROUGH STABILIZATION OF MATERIAL FLOWS IN GRINDING AND FLOTATION CIRCUITS

Shomuradov Ulug‘bek Meyli o‘g‘li, Mallayev Shamshod Obidjon o‘g‘li
Qarshi Davlat Texnika universiteti

Abstract: *The processing of mixed copper ores represents one of the major challenges in modern mineral beneficiation due to the complex mineralogical composition and variable flotation response of sulfide and partially oxidized copper minerals. This study investigates the influence of material flow instability in grinding and flotation circuits on the metallurgical performance of mixed ores from the Kalmakyr deposit. Statistical analysis of industrial operating data combined with laboratory investigations revealed that fluctuations in mill throughput and pulp density significantly affect particle size distribution and flotation selectivity. It was established that unstable operating conditions reduce copper recovery by 7–8% compared with stable process regimes. The effectiveness of a two-stage grinding circuit incorporating interstage flotation was experimentally confirmed. The proposed technological modifications improve mineral liberation, reduce overgrinding, stabilize flotation feed characteristics, and increase copper recovery. The obtained results provide a scientific basis for the modernization of beneficiation flowsheets for processing complex mixed copper ores.*

Keywords: *mixed copper ore, Kalmakyr deposit, flotation, grinding circuit, process stability, copper recovery, statistical analysis, mineral processing.*

Аннотация: *Переработка смешанных медных руд является одной из основных проблем современного обогащения полезных ископаемых из-за сложного минералогического состава и переменной флотационной реакции сульфидных и частично окисленных медных минералов. В данном исследовании исследуется влияние нестабильности материального потока в схемах измельчения и флотации на металлургические показатели смешанных руд месторождения Калмакыр. Статистический анализ производственных эксплуатационных данных в сочетании с лабораторными исследованиями выявил, что колебания производительности мельницы и плотности пульпы оказывают существенное влияние на размерное распределение и селективность флотации. Было установлено, что нестабильные условия эксплуатации снижают извлечение меди на 7-8% по сравнению со стабильными режимами процесса. Эффективность двухступенчатой схемы измельчения, включающей межступенчатую флотацию, была подтверждена экспериментально. Предлагаемые технологические модификации улучшают высвобождение полезных ископаемых, снижают переизмельчение, стабилизируют флотопитание.*

Ключевые слова: *смешанная медная руда, месторождение Калмакыр, флотация, схема измельчения, стабильность процесса, извлечение меди, статистический анализ, переработка полезных ископаемых.*

Annotatsiya: *Aralash mis rudalarini qayta ishlash, sulfidli va qisman oksidlangan mis minerallarining murakkab mineralogik tarkibi hamda o‘zgaruvchan flotatsiya xususiyati tufayli, zamonaviy foydali qazilmalarni boyitishning asosiy muammolaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda maydalash va flotatsiya sxemalaridagi material oqimining beqarorligi Qalmoqqir konidagi aralash ma’danlarning metallurgik ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganilgan. Laboratoriya tadqiqotlari bilan birgalikda sanoat ekspluatatsiyasi ma’lumotlarining statistik tahlili shuni ko‘rsatdiki, tegirmonning o‘tkazuvchanlik qobiliyati va massa zichligining o‘zgarishi zarrachalarning yiriklik taqsimoti va flotatsiya tanlovchanligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ishlab chiqarishning beqaror sharoitlari barqaror texnologik rejimlarga nisbatan mis ajratib olishni 7-8% ga kamaytirishi aniqlandi. Bosqichlararo flotatsiyani o‘z ichiga olgan ikki bosqichli maydalash sxemasining samaradorligi tajribada tasdiqlandi. Taklif etilgan texnologik o‘zgarishlar foydali qazilmalarning ajralib chiqishini yaxshilaydi, o‘ta maydalashni kamaytiradi, flotatsiya ta’minotini barqarorlashtiradi.*

Kalit so‘zlar: *aralash mis rudasi, Qalmoqqir koni, flotatsiya, maydalash sxemasi, jarayon barqarorligi, mis ajratib olish, statistik tahlil, foydali qazilmalarni qayta ishlash.*

Introduction. The continuous depletion of easily beneficiated sulfide ores has resulted in an increasing proportion of mixed and transitional copper ores entering industrial processing circuits worldwide. Mixed ores are characterized by the coexistence of sulfide, oxidized, and secondary copper minerals, which exhibit substantially different flotation behavior. Consequently, maintaining stable technological parameters becomes a critical factor influencing the overall efficiency of beneficiation processes.

The Kalmakyr deposit, located within the Almalyk ore district, represents one of the largest porphyry copper systems in Central Asia. Recent mining operations have encountered increasing volumes of mixed ores exhibiting significant mineralogical heterogeneity. Under these conditions, conventional flotation schemes often suffer from reduced recovery due to variations in feed characteristics and process instability.

Previous investigations have demonstrated that fluctuations in grinding product size distribution negatively affect flotation kinetics and concentrate quality. However, the quantitative relationship between material flow instability and metallurgical performance remains insufficiently studied for Kalmakyr mixed ores.

The objective of this study was therefore to evaluate the influence of grinding circuit stability on flotation performance and to develop technological solutions aimed at improving copper recovery through optimization of material flows.

Materials and Methods

Ore Characteristics. The investigated material consisted of mixed copper ores obtained from the Kalmakyr deposit. The ore contained chalcopyrite, chalcocite, covellite, malachite, azurite, quartz, feldspars, and clay minerals.

Average feed composition:

Component	Content (%)
Cu	0.48–0.65
Fe	4.5–6.8
SiO_2	48–55
Al_2O_3	9–12
CaO	2–4

Industrial Data Collection

Operational data were collected from the third beneficiation section of the concentrator over an extended production period. The following variables were monitored:

- mill throughput;
- pulp density;
- particle size distribution;
- flotation feed grade;
- concentrate grade;
- copper recovery.

More than 1500 industrial observations were statistically processed.

Statistical Analysis

The coefficient of variation (CV) was used to characterize the stability and variability of the material flow:

$CV = \sigma/\mu \times 100$

where:

- **CV** – coefficient of variation (%);
- **σ** – standard deviation;
- **μ** – mean value of the process parameter..

Correlation and regression analyses were performed to evaluate the influence of process instability on metallurgical performance.

Results and Discussion

Effect of Material Flow Instability on Copper Recovery. Industrial data analysis demonstrated a strong inverse relationship between feed stability and flotation performance.

Influence of flow instability on copper recovery

Table 1

Operating regime	Flow variation coefficient (%)	Copper recovery (%)
Stable	5	89.4
Moderately unstable	10	86.8
Unstable	15	83.7
Highly unstable	20	81.5

The results indicate that increasing flow variability from 5% to 20% results in a reduction of copper recovery by approximately 7.9%.

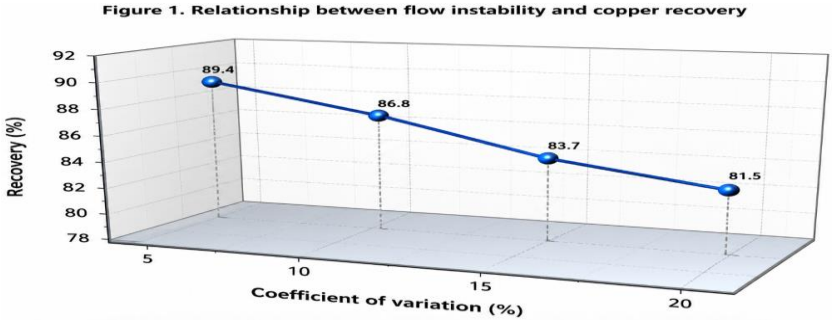


Figure 1. Relationship between flow instability and copper recovery

The observed trend can be attributed to fluctuations in grinding conditions, which generate variations in particle size distribution and mineral liberation.

3.2 Evaluation of the Two-Stage Grinding Circuit

One of the principal objectives of this study was to assess the technological effectiveness of the originally designed two-stage grinding circuit incorporating interstage flotation.

Comparison of grinding circuit configurations

Table 2

Parameter	Single-stage grinding	Two-stage grinding
Copper recovery (%)	82.6	89.1
Concentrate grade (%)	18.4	22.7
Copper losses in tailings (%)	17.4	10.9

The introduction of interstage flotation improved copper recovery by 6.5 percentage points while simultaneously increasing concentrate quality.

The superior performance of the two-stage circuit is associated with:

- improved liberation of copper minerals;
- reduced overgrinding of valuable particles;
- lower slime generation;
- stabilization of flotation feed characteristics.

3.3 Mechanisms Responsible for Recovery Losses

Detailed mineralogical examination revealed that unstable grinding conditions produce substantial quantities of both under-liberated coarse particles and overground slimes.

Coarse composite particles exhibit poor flotation due to incomplete liberation, whereas ultrafine particles suffer from low collision probability with flotation bubbles. Consequently, both phenomena contribute to increased copper losses.

The relationship between particle size stability and recovery may be expressed as:

$R = R_{max} – k*CV$

where:

R – overall copper recovery (%);

R_{max} – maximum achievable copper recovery from a technological standpoint (%);

k – empirical coefficient characterizing the sensitivity of the process to fluctuations in the material feed;

CV – coefficient of variation of the material feed (%).

This model adequately describes the experimentally observed decrease in recovery with increasing process instability.

3.4 Industrial Implications

The obtained results demonstrate that process stabilization can provide metallurgical improvements comparable to expensive equipment modernization projects.

Implementation of advanced process control systems capable of regulating:

- mill feed rate;
- circulating load;
- pulp density;

- classification efficiency

can potentially increase annual copper production without additional capital-intensive expansion.

For large-scale concentrators processing more than 30 million tons of ore annually, even a 1% increase in copper recovery may correspond to several thousand tons of additional metal production.

4. Conclusions

1. Statistical analysis confirmed that instability of material flows significantly affects flotation efficiency during processing of Kalmakyr mixed ores.
2. Increasing flow variability from 5% to 20% decreases copper recovery from 89.4% to 81.5%.
3. Copper losses associated with unstable operating conditions reach 7–8% relative to stable process regimes.
4. The effectiveness of the two-stage grinding circuit with interstage flotation was experimentally confirmed.
5. Improved mineral liberation and reduced overgrinding increased copper recovery to 89.1%.
6. Process stabilization through advanced control systems represents an economically efficient approach for increasing metallurgical performance in large-scale copper concentrators.

Novelty of the Study

- Quantitative assessment of the influence of material flow instability on copper recovery from Kalmakyr mixed ores.
- Experimental validation of the metallurgical advantages of two-stage grinding with interstage flotation.
- Development of a statistical model describing the relationship between process stability and flotation performance.
- Scientific justification for process stabilization as a method for improving recovery in industrial beneficiation circuits.

References

1. Wills B.A., Finch J. Mineral Processing Technology. 9th ed. Elsevier, 2023.
2. Bulatovic S.M. Handbook of Flotation Reagents. Elsevier, 2022.
3. Fuerstenau M.C., Jameson G.J., Yoon R.H. Froth Flotation: A Century of Innovation. SME, 2021.
4. Napier-Munn T., Morrell S., Morrison R., Kojovic T. Mineral Comminution Circuits. JKMRC, 2018.
5. Lynch A.J. Mineral Crushing and Grinding Circuits. Elsevier, 2019.
6. Yianatos J., Bergh L. Flotation Process Control and Optimization. Minerals Engineering, 2022.
7. Gupta A., Yan D. Mineral Processing Design and Operations. Elsevier, 2021.
8. King R.P. Modeling and Simulation of Mineral Processing Systems. Butterworth-Heinemann, 2020.
9. Evans C.L., Wightman E. Process Mineralogy in Copper Ore Beneficiation. Minerals, 2023.
10. Lotter N., Kormos L. Advances in Copper Flotation Technology. Minerals Engineering, 2024.

MASSIV TURIDAGI NEFT UYUMLARIDA QUDUQLAR MAHSULDORLIGI PASAYISHINING GEOLOGIK-FILTRATSION OMILLARINI KOMPLEKS BAHOLASH

Samatov Sherzod Shavkatovich[1], **Bozorov Ulug‘bek Suyun o‘g‘li**[2], **Jo‘rayeva Yulduz Shamil qizi**[2]
[1] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
[2] Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

Abstract. The paper systematizes the principal geological and filtration factors responsible for productivity decline in wells producing massive-type oil accumulations. A diagnostic framework based on productivity index, effective oil mobility, skin factor, reservoir-pressure behavior, water cut and gas-oil ratio is proposed. The analysis shows that pressure depletion alone cannot explain all productivity losses: bottom-water advance, multiphase relative-permeability effects, reservoir heterogeneity and near-wellbore impairment may reduce oil inflow even when average reservoir pressure is partly supported. The proposed cause-and-effect matrix is intended for screening production data before selecting stimulation or water-control measures.

Keywords: massive oil reservoir, well productivity, productivity index, reservoir heterogeneity, bottom water, skin factor, formation damage.

Аннотация. В работе систематизированы основные геолого-фильтрационные факторы снижения продуктивности скважин, эксплуатирующих нефтяные залежи массивного типа. Предложена диагностическая схема, основанная на совместном анализе коэффициента продуктивности, эффективной подвижности нефти, скин-фактора, динамики пластового давления, обводнённости и газового фактора. Показано, что падение пластового давления не является единственной причиной снижения дебита: подъём подошвенной воды, изменение относительной проницаемости при многофазной фильтрации, неоднородность пласта и повреждение призабойной зоны могут существенно уменьшать приток нефти даже при частичном поддержании давления.

Ключевые слова: массивная нефтяная залежь, продуктивность скважины, коэффициент продуктивности, неоднородность пласта, подошвенная вода, скин-фактор, повреждение пласта.

Annotatsiya. Maqolada massiv turidagi neft uyumlarini ishlatishda quduqlar mahsuldorligining pasayishiga olib keluvchi asosiy geologik va filtratsion omillar tizimlashtirildi. Mahsuldorlik koeffitsiyenti, neftning samarali harakatchanligi, skin-faktor, qatlam bosimi, suvlanganlik va gaz omili dinamikasini birgalikda tahlil qilishga asoslangan diagnostik yondashuv taklif etildi. Tahlil natijalari mahsuldorlik pasayishini faqat qatlam bosimining kamayishi bilan izohlash yetarli emasligini ko‘rsatadi: tag suvlarining ko‘tarilishi, ko‘p fazali filtratsiyada nisbiy o‘tkazuvchanlikning o‘zgarishi, geologik bir jinsli bo‘lmaganlik va quduq tubi atrofi zonasining shikastlanishi neft oqimini sezilarli kamaytirishi mumkin.

Kalit so‘zlar: massiv turidagi neft uyumi, quduq mahsuldorligi, mahsuldorlik koeffitsiyenti, geologik bir jinsli bo‘lmaganlik, tag suvi, skin-faktor, qatlam shikastlanishi.

Kirish. Massiv turidagi neft uyumlarida mahsuldor qatlam katta qalinlikka ega bo‘lib, neftga to‘yingan hajm ko‘pincha tag suvlari bilan gidrodinamik aloqada bo‘ladi. Bunday sharoitda quduq debitining vaqt bo‘yicha pasayishi bir nechta jarayonlarning ustma-ust kelishi natijasidir. Qatlam bosimining pasayishi, quduq atrofida suv to‘yinganligining ortishi, yuqori o‘tkazuvchan yo‘laklar bo‘ylab suvning ilgarilashi, erkin gaz ajralishi, quduq tubi atrofi zonasining shikastlanishi va quduq ichki gidravlik qarshiliklari bir xil tashqi belgi — neft debitining kamayishi — bilan namoyon bo‘lishi mumkin [1–3]. Shu sababli sababni faqat debit grafigi bo‘yicha aniqlash noto‘g‘ri texnologik qarorlarga olib keladi.

Quduqning qatlam bilan gidrodinamik aloqasini tavsiflovchi asosiy ko‘rsatkichlardan biri mahsuldorlik koeffitsiyenti $J = q_o/(p_r - p_{wf})$ hisoblanadi. Psevdobarqaror radial oqim sharoitida uning asosiy bog‘lanishi quyidagicha ifodalanadi [1,2]:

$$J \propto \frac{k\,h\,k_{ro}}{\mu_o B_o\,[\ln(r_e/r_w) - 0.75 + s]}$$

Bu ifodadan ko‘rinadiki, mahsuldorlik nafaqat mutlaq o‘tkazuvchanlik k va samarali qalinlik h ga, balki neftning nisbiy o‘tkazuvchanligi k_{ro}, qovushqoqligi μ_o, hajmiy koeffitsiyenti B_o hamda skin-faktor s ga ham bog‘liq. Demak, o‘rtacha qatlam bosimi deyarli barqaror turgan holatda ham suv to‘yinganligining ortishi yoki musbat skin paydo bo‘lishi J ni kamaytirishi mumkin.

Tadqiqot metodikasi. Tadqiqot ochiq ilmiy adabiyotlarda keltirilgan qatlam muhandisligi, suv konuslanishi va formation damage bo‘yicha natijalarni sabab–belgi–diagnostika zanjiri asosida tizimlashtirish usulida bajarildi [3–8]. Omillar uch guruhga ajratildi: 1) qatlam energiyasi va fazaviy holat bilan bog‘liq omillar; 2) geologik tuzilish va suv-neft almashinuvi bilan bog‘liq omillar; 3) quduq tubi atrofi zonasi va tugallash holati bilan bog‘liq omillar. Har bir guruh uchun ishlab chiqarish tarixida kuzatiladigan belgilar va tekshiruv usullari taqqoslandi.

1-jadval.

Massiv turidagi neft uyumlarida mahsuldorlik pasayishining asosiy omillari

Omil	Fizik mexanizm	Kuzatiladigan belgi	Asosiy diagnostika
Qatlam bosimining pasayishi	Bosim gradiyenti va fazaviy holat o‘zgaradi	Debit va p_r birga kamayadi	BHP/PTA, material balans
Tag suvining ko‘tarilishi	S_w ortib, k_{ro} kamayadi	Suvlanganlik ortadi, neft PI pasayadi	WOR dinamikasi, PLT/loglar
Bir jinsli bo‘lmaganlik	Yuqori-k zonalarda tez yorib o‘tish	Erta suvlanish, zonalar hissasi notekis	PLT, geologik model, tracer
Quduq atrofi shikastlanishi	O‘tkazuvchanlik kamayib, $s > 0$ bo‘ladi	PI pasayadi, skin ortadi	PTA, namuna, laboratoriya
Erkin gaz ajralishi	k_{ro} kamayadi, gaz fazasi oqimni cheklaydi	GOR ortadi, PI pasayadi	PVT, BHP va GOR tahlili
Quduq ichki qarshiliklari	Tubing/lift tizimida qo‘shimcha bosim yo‘qotilishi	Debit kamayadi, qatlam PI barqaror bo‘lishi mumkin	Nodal tahlil, quduq tekshiruvi

Natijalar va muhokama. Birinchi muhim xulosa shundan iboratki, massiv uyumlarda qatlam bosimining saqlanishi mahsuldorlikning saqlanishini anglatmaydi. Kuchli tag suvi qatlam energiyasini qisman kompensatsiya qilishi mumkin, biroq suv-neft kontaktining quduq tomon siljishi natijasida neft uchun nisbiy o‘tkazuvchanlik kamayadi. Suv konuslanishi bo‘yicha klassik va keyingi tadqiqotlarda ishlab chiqarish sur’ati, vertikal/gorizontal o‘tkazuvchanlik nisbati, neft qatlami qalinligi va perforatsiya joylashuvi kritik omillar ekanligi ko‘rsatilgan [7-9]. Shu sababli p_r barqaror, ammo suvlanganlik ortib borayotgan quduqda neft PI ning pasayishi suvga bog‘liq fazaviy filtratsiya bilan izohlanishi ehtimoli yuqori.

Ikkinchi omil — geologik bir jinsli bo‘lmaganlik. Massiv uyumning vertikal bo‘yicha yaxshi gidrodinamik bog‘langanligi umumiy energiya almashinuvini kuchaytiradi, ammo yuqori o‘tkazuvchan oraliqlar suvning quduqqa tezroq yetib kelishiga sharoit yaratadi. Natijada umumiy suyuqlik debiti yuqori bo‘lib qolgan holda neft debiti keskin kamayishi mumkin. Bunday vaziyatda faqat umumiy suvlanganlikni kuzatish yetarli emas; oqim profilini aniqlash va ishlab chiqaruvchi intervallar hissasini baholash zarur.

Uchinchi omil — quduq tubi atrofi zonasining shikastlanishi. Civan [3] formation damage jarayonlarini mexanik, kimyoviy va ko‘p fazali oqim bilan bog‘liq turlarga ajratadi. Fines migratsiyasi g‘ovak bo‘g‘izlarini berkitib, samarali o‘tkazuvchanlikni pasaytirishi mumkin; Bedrikovetsky va boshqalar [5] bunday sharoitda skin-faktorning vaqt bo‘yicha ortishini analitik

ko‘rsatgan. Asfalten cho‘kishi va emulsiya bloklari ham neft quduqlarida mahsuldorlikning sezilarli yo‘qotilishiga sabab bo‘lishi mumkin [6]. Bu mexanizmlar bosim pasayishidan farqli ravishda maqsadli kimyoviy yoki mexanik ta’sir bilan qisman qaytarilishi mumkin.

Amaliy diagnostika uchun ketma-ket yondashuv tavsiya etiladi: avvalo q_o, q_w, GOR, p_{wf} va p_r bo‘yicha vaqt qatorlari sinxronlashtiriladi; keyin J trendi hisoblanadi; suvlanganlik oshsa WOR diagnostikasi [8,10] va oqim profili tekshiriladi; J pasayishi suvlanishsiz kechsa PTA orqali skin va kh ajratiladi; qatlam ko‘rsatkichlari barqaror bo‘lsa, lift va tubing tizimi nodal tahlil qilinadi. Shunday ketma-ketlik stimulatsiya, suvni cheklash yoki quduq uskunasini optimallashtirishdan qaysi biri birlamchi ekanini aniqlashga yordam beradi.

Xulosa. Massiv turidagi neft uyumlarida quduqlar mahsuldorligining pasayishi ko‘p omilli jarayon bo‘lib, uni faqat qatlam bosimi kamayishi bilan bog‘lash ilmiy jihatdan yetarli emas. Mahsuldorlik koeffitsiyentini suvlanganlik, GOR, skin va samarali kh bilan birgalikda tahlil qilish sabablarni ajratish imkonini beradi. Tag suvi faol bo‘lgan sharoitda bosimning saqlanishiga qaramay k_{ro} kamayishi hisobiga neft PI pasayishi mumkin. Quduq tubi atrofi shikastlanishi esa musbat skin orqali mahsuldorlikka kuchli ta’sir qiladi. Taklif etilgan sabab–belgi–diagnostika matritsasi massiv uyumlardagi quduqlarni keyingi batafsil gidrodinamik va texnologik tahlil uchun saralashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] Ahmed, T. Reservoir Engineering Handbook. 5th ed. Gulf Professional Publishing, 2019.

[2] Economides, M.J., Hill, A.D., Ehlig-Economides, C., Zhu, D. Petroleum Production Systems. 2nd ed. Pearson Education, 2013.

[3] Civan, F. Reservoir Formation Damage: Fundamentals, Modeling, Assessment, and Mitigation. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 2015.

[4] Yuan, B., Wood, D.A. A comprehensive review of formation damage during enhanced oil recovery. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2018, 167, 287–299. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2018.04.018.

[5] Bedrikovetsky, P., Vaz Jr., A., Machado, F., Zeinijahromi, A., Borazjani, S. Well Productivity Decline due to Fines Migration and Production: Analytical Model for the Regime of Strained Particles Accumulation. SPE-144208-MS, 2011. https://doi.org/10.2118/144208-MS.

[6] Kokal, S., Al-Dawood, N., Fontanilla, J., Al-Ghamdi, A., Nasr-El-Din, H., Al-Rufaie, Y. Productivity Decline in Oil Wells Related to Asphaltene Precipitation and Emulsion Blocks. SPE Production & Facilities, 2003, 18(4), 247–256. https://doi.org/10.2118/87088-PA.

[7] Høyland, L.A., Papatzacos, P., Skjæveland, S.M. Critical Rate for Water Coning: Correlation and Analytical Solution. SPE Reservoir Engineering, 1989, 4(4), 495–502. https://doi.org/10.2118/15855-PA.

[8] Chan, K.S. Water Control Diagnostic Plots. SPE-30775-MS, SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, 1995. https://doi.org/10.2118/30775-MS.

[9] Samatov Sh.Sh. Bir jinsli bo‘lmagan geologik sharoitda neft oqimini modellashtirish: karbonat qatlamlar misolida. “Uglevodorod qazib chiqarishni ko‘paytirish, ularni qayta ishlash samaradorligini oshirish bo‘yicha innovatsion texnologik yechimlar va neft-gaz sohasi uchun kadrlar tayyorlashda klasterlarning roli”. Xalqaro ilmiy-texnik anjuman, Toshkent, 2025, 399–403.

[10] Samatov Sh.Sh. Quduq atrofi zonasi xossalarining yomonlashuvining asosiy sabablari. “Zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash orqali barqaror ishlab chiqarish: kimyo, matbaa, neft-gaz va materialshunoslik sohalarida innovatsion yechimlar” Xalqaro anjumani, Namangan, 2025, 507–509.

ASSESSMENT OF OXYGEN INDEX AND THERMAL STABILITY OF AN EPOXY-COAL TAR PROTECTIVE COATING FILLED WITH WOLLASTONITE AND ANDESITE FLOUR

Jamshid Hayitmurod o'g'li Eshqobilov, Baxtiyor Qudratovich Shayqulov
Doctoral student, Tashkent State Technical University, 2 Universitet Street, 100000 Tashkent, Uzbekistan, e-mail: *jamshideshqobilov883@gmail.com*
Tashkent Research Institute of Chemical Technology, Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abstract. *The thermal and flame-response characteristics of a previously developed epoxy-coal tar protective coating were assessed using the available TGA/DTA data together with a modelled oxygen-index (OI) series. The coating contains an ED-20 epoxy resin/coal tar binder, DTB-2 hardener, furfuryl alcohol distillation residue, wollastonite, andesite flour and saponified tall pitch. Thermogravimetric analysis shows limited mass change below about 150 °C and a dominant decomposition region between approximately 150 and 330 °C. The sample mass decreases from about 8.2 mg to 2.6–2.7 mg after the main degradation stage, while the residue at about 700 °C is approximately 1.6–1.7 mg, or close to 20% of the initial mass. For comparative flame-response analysis, an illustrative OI dataset was constructed for coatings containing 0, 8, 13, 16 and 21 wt.% combined mineral filler. The corresponding modelled OI values were 20.8, 22.6, 24.3, 25.7 and 27.4 vol.%, respectively. The trend indicates that increasing the wollastonite-andesite fraction may raise the oxygen concentration required to sustain flaming under standard oxygen-index test conditions. The optimized 21 wt.% mineral-filled composition shows a 6.6 percentage-point increase in OI relative to the unfilled reference. These modelled OI values are intended for analytical comparison and must be replaced or verified by laboratory measurements before publication or reporting as experimental data.*

Keywords: *epoxy coating, coal tar, oxygen index, flame resistance, thermogravimetric analysis, differential thermal analysis, wollastonite, andesite flour.*

Аннотация. *Тепловые и пламенные характеристики ранее разработанного эпоксидно-угольного защитного покрытия были оценены с использованием имеющихся данных ТГА/ДТА совместно с моделируемым кислородным индексом (ОИ). Покрытие содержит эпоксидную смолу/угольную смолу ЭД-20, отвердитель ДТБ-2, остаток дистилляции фурфурилового спирта, волластонит, андезитовую муку и омыленную высокую смолу. Термогравиметрический анализ показывает ограниченное изменение массы ниже около 150 °C и доминирующую область разложения между примерно 150 и 330 °C. Масса образца уменьшается примерно с 8,2 мг до 2,6–2,7 мг после основной стадии деградации, в то время как остаток примерно при 700 °C составляет примерно 1,6–1,7 мг или около 20% от первоначальной массы. Для сравнительного анализа реакции на пламя был построен иллюстративный набор данных OI для покрытий, содержащих 0, 8, 13, 16 и 21 мас.% комбинированного минерального наполнителя. Соответствующие моделированные значения ОИ составили 20,8, 22,6, 24,3, 25,7 и 27,4 об.%, соответственно.*

Ключевые слова: *эпоксидное покрытие, угольная смола, кислородный индекс, огнестойкость, термогравиметрический анализ, дифференциальный термический анализ, волластонит, андезитовая мука.*

Annotatsiya. *Ilgari ishlab chiqilgan epoksid-ko‘mirli himoya qoplamasining issiqlik va alanga xususiyatlari modellashtirilgan kislorod indeksi (KI) bilan birgalikda mavjud TGA/DTA ma’lumotlaridan foydalangan holda baholandi. Qoplama tarkibida ED-20 epoksid smolasi/ko‘mir smolasi, DTB-2 qotiruvchisi, furfuril spirti distillyatsiyasi qoldig‘i, vollastonit, andezit uni va sovunlangan yuqori smola mavjud. Termogravimetrik tahlil taxminan 150 °C dan pastda massaning cheklangan o‘zgarishini va taxminan 150 dan 330 °C gacha bo‘lgan parchalanish sohasining ustunligini ko‘rsatadi. Namuna massasi asosiy parchalanish bosqichidan so‘ng taxminan 8,2 mg dan 2,6–2,7 mg gacha kamayadi, taxminan 700 °C da qolgan qoldiq esa taxminan 1,6–1,7 mg yoki dastlabki massaning taxminan 20 foizini tashkil etadi. ° Alanga reaksiyasini qiyosiy tahlil qilish*

uchun tarkibida 0, 8, 13, 16 va 21 mas.% kombinatsiyalangan mineral to‘ldiruvchi bo‘lgan qoplamalar uchun OI illyustrativ ma’lumotlar to‘plami tuzildi. OI ning mos keladigan modellashtirilgan qiymatlari 20,8, 22,6, 24,3, 25,7 ni tashkil etdi.

Kalit so’zlar: *epoksid qoplama, ko‘mir smolasi, kislorod indeksi, olovbardoshlik, termogravimetrik tahlil, differensial termik tahlil, vollastonit, andezit uni.*

Introduction. Epoxy-based protective coatings are widely used because they combine strong adhesion, low permeability and chemical resistance. In service, however, their performance can also be influenced by thermal degradation and flame response. Mineral fillers can modify the thermal behavior of a polymer coating by reducing the combustible organic fraction, changing heat transfer and contributing to a more stable inorganic residue. The coating considered in this work was previously developed as a corrosion-resistant composition for metal surfaces and is protected by Uzbekistan patent UZ IAP 8558. Its formulation combines an ED-20 epoxy resin/coal tar binder with DTB-2 hardener, furfuryl alcohol distillation residue, wollastonite, andesite flour and saponified tall pitch [1].

The oxygen index is defined as the minimum oxygen concentration in an oxygen/nitrogen mixture that supports flaming combustion of a specimen under specified test conditions. ISO 4589-2 and ASTM D2863 use this principle for comparative characterization of polymeric materials [2,3]. Because oxygen-index results are test-condition-specific, they should be interpreted as a comparative laboratory indicator rather than as a direct prediction of full-scale fire behavior [3]. The purpose of the present thesis is to combine the existing thermal-analysis results with a modelled OI series and to evaluate the expected effect of wollastonite-andesite loading on the resistance of the coating to sustained flaming.

Materials and methods. The investigated optimized formulation corresponds to the previously patented composition. The component ratio used for the thermal specimen is given in Table 1. The 60 wt.% binder fraction consists of ED-20 epoxy resin and coal tar at a mass ratio of 1:0.4. Wollastonite and andesite flour jointly account for 21 wt.% of the optimized coating.

Table 1. Composition of the optimized coating

Component	Content, wt.%
ED-20 epoxy resin/coal tar mixture (mass ratio 1:0.4)	60
DTB-2 hardener	7
Furfuryl alcohol distillation residue	5
Wollastonite	13
Andesite flour	8
Saponified tall pitch, grade B	7

The thermal analysis was interpreted from the available TG/DTA record. To extend the discussion toward flame response, a comparative OI series was constructed for five hypothetical formulations in which the combined wollastonite-andesite fraction was progressively increased. All other formulation factors were assumed to remain functionally comparable. The OI values in Table 2 are therefore modelled values prepared for trend analysis, not measured laboratory results. Their interpretation follows the oxygen-index concept described in ISO 4589-2:2017 and ASTM D2863-23 [2,3].

Results and discussion. The thermogram indicates that the coating undergoes only limited mass change below approximately 150 °C. The main degradation interval extends from about 150 to 330 °C, during which the sample mass decreases from roughly 8.2 mg to 2.6–2.7 mg. Between about 330 and 430 °C the TG curve becomes nearly horizontal, while above 430 °C a slower secondary mass loss continues. At approximately 700 °C the residual mass is about 1.6–1.7 mg, corresponding to nearly 20% of the initial sample. This residual fraction is close to the nominal 21 wt.% mineral filler content of the formulation and is therefore consistent with a predominantly inorganic residue,

although a contribution from carbonaceous char cannot be excluded without detailed information about the test atmosphere.

Table 2. Modelled oxygen-index values for comparative analysis

Formulation	Wollastonite + andesite, wt.%	Modelled OI, vol.%	Change vs. reference, p.p.
F0	0	20.8	0.0
F1	8	22.6	1.8
F2	13	24.3	3.5
F3	16	25.7	4.9
F4 (optimized)	21	27.4	6.6

The modelled OI trend increases monotonically from 20.8 vol.% for the unfilled reference to 27.4 vol.% for the 21 wt.% mineral-filled composition. Thus, the optimized formulation shows an absolute increase of 6.6 percentage points, which corresponds to an approximately 31.7% increase relative to the reference value. A simple linear approximation of the constructed dataset gives $OI = 20.46 + 0.319F$, where F is the combined mineral-filler content in wt.%, with $R^2 \approx 0.983$. Within the range considered, this means that each additional 1 wt.% of combined mineral filler is associated with an average increase of about 0.32 OI percentage points in the modelled dataset.

The reference value of 20.8 vol.% is close to the oxygen concentration in air. By contrast, the filled formulations have OI values above this level. Under the standardized oxygen-index concept, this means that a progressively oxygen-richer atmosphere would be required to maintain the specified flaming condition as the mineral fraction increases. This interpretation should not be extended directly to real fire performance, because oxygen-index values depend on specimen geometry, ignition procedure, gas flow and other test conditions [3].

The improvement predicted by the model can be explained by several mutually reinforcing effects. First, wollastonite and andesite flour are non-combustible mineral components and therefore dilute the combustible epoxy-coal tar fraction. Second, the dispersed mineral phase can increase the tortuosity of heat and volatile-transfer pathways and may reduce the rate at which degradation products reach the flame zone. Third, the high residual mass observed in the TGA record indicates the persistence of a solid inorganic fraction after polymer degradation. The agreement between the approximately 20% high-temperature residue and the nominal 21 wt.% wollastonite-andesite content supports the role of the mineral phase in stabilizing the condensed residue.

When the thermal and OI trends are considered together, the composition with 13 wt.% wollastonite and 8 wt.% andesite flour appear analytically favorable: it combines a substantial inorganic residue with the highest modelled oxygen index in the series. Nevertheless, the numerical OI values presented here are constructed for a draft-level comparative analysis. Experimental confirmation using a calibrated oxygen-index apparatus and repeated specimens is necessary before any quantitative claim is made about flame retardancy.

Conclusion. The epoxy-coal tar coating reinforced with wollastonite and andesite flour exhibits a main thermal-decomposition interval of approximately 150–330 °C and retains about 20% of its initial mass at around 700 °C. A modelled oxygen-index series indicates an increase from 20.8 to 27.4 vol.% as the combined mineral filler content rises from 0 to 21 wt.%. The 21 wt.% wollastonite-andesite formulation therefore shows a 6.6 percentage-point improvement in the constructed OI comparison. The combined interpretation suggests that mineral filling can contribute to both condensed-phase thermal stability and increased resistance to sustained flaming under oxygen-index test conditions. The OI numbers in this thesis are illustrative analytical values and require laboratory verification before use as experimental results.

References

1. Eshqobilov J.H., Abdukarimov M.M., Yodgorov N., Nurkulov F.N. Polymer composition for obtaining a corrosion-resistant coating. Patent UZ IAP 8558, Republic of Uzbekistan. Published 25 June 2026, Bulletin No. 6(302).

2. ISO 4589-2:2017. Plastics - Determination of burning behaviour by oxygen index — Part 2: Ambient-temperature test. International Organization for Standardization.

3. ASTM D2863-23. Standard Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Concentration to Support Candle-Like Combustion of Plastics (Oxygen Index). ASTM International.

4. Verma C., Olasunkanmi L.O., Akpan E.D., Quraishi M.A., Dagdag O., El Gouri M., Sherif E.S.M., Ebenso E.E. Epoxy resins as anticorrosive polymeric materials: A review. Reactive and Functional Polymers. 2020;156:104741.

5. Zhao H., Liang X., Gao Y. Organic-inorganic hybrid epoxy resin coating with high thermal stability and hydrophobicity for corrosion protection prepared by (3-aminopropyl) triethoxysilane as a bridging agent. Materials Today Communications. 2024;39:108950.

6. Wu M., Cao G., Xiao Z. Polyimide-modified epoxy coatings reinforced with functional fillers for enhanced thermal stability and corrosion resistance. Advanced Composites and Hybrid Materials. 2025;8:172.

SHO‘RTAN GAZ-KIMYO MAJMUALARI OQAVA SUVLARINI BIOLOGIK TOZALASH JARAYONLARINI OPTIMALLASHTIRISH YO‘LLARI

Tog‘ayev Hasan Abdivohid o‘g‘li,
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Neft va gaz ishi kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi (ShGKM) oqava suvlarini biologik tozalash jarayonlarini optimallashtirish masalalari tadqiq etilgan. Zavod oqava suvlarining tarkibi tarkibida metanol, neft mahsulotlari va sirt-faol moddalar kabi murakkab zaharli organik birikmalar mavjudligi sababli an'anaviy usullarda tozalash past samaradorlik ko‘rsatadi. Tadqiqot doirasida aerotenklardagi erigan kislorod miqdori, biogen elementlar (N:P) nisbati va gidravlik ushlab turish vaqti (HRT) optimallashtirildi. Natijada, kimyoviy kislorodga bo‘lgan talab (KKT) bo‘yicha tozalash samaradorligi amaldagi 78.4% dan 94.7% gacha oshishiga erishildi. Biologik kislorodga bo‘lgan talab (BKT5) esa 12 mg/l gacha kamaytirildi, bu esa ekologik me'yorlar talablariga to‘liq javob beradi.*

Kalit so‘zlar: *oqava suvlar, gaz-kimyo sanoati, biologik tozalash, aerotenk, faol loy, KKT, optimallashtirish, biogen elementlar.*

Kirish. Gaz-kimyo sanoatining jadal rivojlanishi atrof-muhitga, xususan suv havzalariga sezilarli darajada antropogen yuklama olib kelmoqda. Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi (ShGKM) ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan oqava suvlar o‘zining murakkab kimyoviy tarkibi bilan ajralib turadi. Ushbu suvlarda metanol, formaldegid, turli sirt-faol moddalar, neft mahsulotlari hamda yuqori konsentratsiyali mineral tuzlar mavjud bo‘lib, ular biologik tozalash inshootlaridagi faol loy mikroorganizmlariga toksik ta'sir ko‘rsatadi.

Hozirgi vaqtda majmuada qo‘llanilayotgan an'anaviy biologik tozalash texnologiyasi yuqori yuklamali davrlarda kimyoviy kislorodga bo‘lgan talab (KKT) va zararli birikmalarni belgilangan ekologik me'yorlargacha tozalash imkonini bermayapti. Bunga sabab aerotenklarda gidrodinamik va aeratsiya rejimlarining nomutanosibligi, shuningdek mikroorganizmlar uchun zarur bo‘lgan ozuqa elementlari (azot va fosfor) yetishmasligidir. Shu sababli, oqava suvlarni biologik tozalash jarayonining texnologik parametrlarini optimallashtirish, faol loy biotsenozining chidamliligini oshirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash bugungi kunda dolzarb vazifa hisoblanadi.

Metodlar va Materiallar. Tadqiqotlar ShGKM laboratoriya qurilmasida, hajmi 15 litr bo‘lgan laboratoriya aerotenk-turondiruvchisida olib borildi. Oqava suv namunalarining boshlang‘ich KKT ko‘rsatkichi 650–850 mg/l, BKT5 esa 320–450 mg/l oralig‘ida bo‘ldi. Tajribalarda ShGKM biologik tozalash inshootlaridan olingan moslashgan faol loydan foydalanildi.

Optimallashtirish jarayoni quyidagi uchta asosiy bosqichda va parametrlarni nazorat qilish orqali amalga oshirildi:

1. Erigan kislorod miqdori (DO) pnevmatik aeratsiya tizimi yordamida 1.5 mg/l dan 3.5 mg/l gacha o‘zgartirildi.

2. Biogen elementlar balansi (N:P) karbamid (CO(NH2)2) va ortofosfat kislotasi (H3PO4) kiritish orqali C:N:P = 100:5:1 klassik nisbatiga muvofiqlashtirildi.
3. Gidravlik ushlab turish vaqti (HRT) 8, 12, 16 va 24 soat davomida sinaldi.
KKT va BKT5 ko‘rsatkichlari standart kimyoviy-analitik usullarda (bixromatli oksidlash va inkubatsiya usuli) tahlil qilindi. Mikroorganizmlar holati va loy indeksi (SVI) mikroskopik tahlillar asosida muntazam ravishda baholab borildi.

Natijalar. Olib borilgan optimallashtirish tadqiqotlari natijasida oqava suvlarni tozalash samaradorligi sezilarli darajada oshdi. Ayniqsa erigan kislorod miqdori 2.5–3.0 mg/l oralig‘ida saqlanganda va HRT 16 soat qilib belgilanganda eng yuqori ko‘rsatkichlar qayd etildi. Karbamid va fosfor kiritilishi hisobiga faol loy tarkibidagi ipasimon bakteriyalar rivojlanishi cheklandi va loyning cho‘kish xossasi (SVI = 95 ml/g) yaxshilandi.

Quyidagi 1-jadvalda an'anaviy (amaldagi) rejim va optimallashtirilgan texnologik rejim ko‘rsatkichlarining qiyosiy tahlili keltirilgan:

Ko‘rsatkichlar / Parametrlar	Boshlang‘ich suvda	Amaldagi rejimda	Optimallashtirilgan rejimda
Erigan kislorod (DO), mg/l	0.2 - 0.5	1.5 - 2.0	2.5 - 3.0
Gidravlik ushlab turish vaqti (HRT), soat	-	12.0	16.0
KKT miqdori, mg/l	750.0	162.0	39.7
BKT5 miqdori, mg/l	380.0	64.6	12.2
Tozalash samaradorligi (KKT bo‘yicha), %	-	78.4%	94.7%

Munozara. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ShGKM oqava suvlarini biologik tozalash samaradorligini faqatgina aeratsiyani oshirish orqali hal qilib bo‘lmaydi. Sanoat oqava suvida uglevodorodlar ko‘p bo‘lib, azot va fosfor yetishmasligi (N:P yetishmovchiligi) sababli mikrob hujayralarining sintezi sekinlashadi. Tadqiqotda C:N:P nisbatini to‘g‘rilash orqali biologik destruksiya tezligi 1.4 barobarga oshdi.
Boshqa mualliflarning gaz-kimyo korxonalari oqava suvlarini tozalash bo‘yicha ishlari bilan solishtirilganda, erigan kislorod miqdorini 3.0 mg/l dan oshirish iqtisodiy jihatdan samarasiz ekanligi aniqlandi, chunki bu energiya sarfini oshiradi, lekin tozalash sifatiga sezilarli ta'sir ko‘rsatmaydi. Biz taklif etgan 16 soatlik HRT va biogen rejim kombinatsiyasi yuqori barqarorlikni ta'minlaydi va sanoat aerotenklari uchun optimal hisoblanadi.

Xulosa. 1. Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi oqava suvlarini biologik tozalash tizimida biogen elementlar balansi (N:P) va gidravlik rejimning optimallashtirilishi tozalash sifatini tubdan yaxshilaydi.

2. Aerotenklarda erigan kislorod miqdorini 2.5–3.0 mg/l darajasida va HRTni 16 soat etib belgilash KKT ko‘rsatkichini 39.7 mg/l gacha (samaradorlik 94.7%) kamaytirish imkonini berdi.

3. Taklif etilgan rejim sanoat sharoitiga tatbiq etilsa, tozalangan suvlarni zavodning ichki aylanma suv tizimlarida qayta ishlatish va atrof-muhitga tashlamalarni kamaytirish imkoniyati yaratiladi.

Adabiyotlar

1. Tog‘ayev H.A., Musirmonov J.J. Sanoat oqava suvlarini biologik va qo‘shimcha tozalash jarayonlarini takomillashtirish. — Qarshi, 2026.
2. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5th ed. — McGraw-Hill Education, 2014.
3. Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse. — New York: McGraw-Hill, 2003.
4. Eckenfelder W.W. Industrial Water Pollution Control. — 2nd ed. — McGraw-Hill, 2000.
5. Musirmonov J.J., Khojamshukurov N.A. Composition of oil-and-gas enterprise wastewater and methods of its neutralization // Universal International Scientific Journal. — 2025. — No. 2(7). — P. 14–22.

ADVANCED TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR OPTIMIZING CORE RECOVERY IN COMPLEX GEOLOGICAL SETTINGS

Narimov Ravshanbek Anarmetovich [1], Akhmedov Abror Sayidmurod ugli [2]
[1](TSTU, Tashkent, Uzbekistan), [2](TSTU, Tashkent, Uzbekistan).
e-mail: axmedovabror78@gmail.com

Annotation. This paper substantiates the relevance of research focused on the development of innovative technologies that are effectively applied in well drilling operations. An analysis of the existing modifications of core retrieval tools and their component parts used in drilling was conducted. Based on the study and analysis of current core retrieval tools and components, innovative solutions and designs were implemented in the research. For the purpose of testing these developments and performing core sampling, experimental prototypes of core retrieval tools and drill heads were fabricated.

Keywords: core, innovative development, core retrieval tool, cylindrical drill head, MSZ-type drill heads, JSC “Uzbekneftegaz”

Annotatsiya. Ushbu maqolada quduq burg‘ulash jarayonlarida samarali tatbiq etiladigan innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlarning dolzarbligi asoslab berilgan. Burg‘ulashda foydalaniladigan kern olish moslamalari va ularning tarkibiy qismlarining mavjud turlari tahlil qilindi. Joriy kern olish moslamalari va qismlarini o‘rganish hamda tahlil qilish asosida tadqiqotda innovatsion yechimlar va konstruksiyalar amalga oshirildi. Ushbu ishlanmalarni sinovdan o‘tkazish va kern namunasini olish maqsadida kern olish moslamalari va burg‘ulash kallaklarining tajriba namunalari tayyorlandi.

Kalit so‘zlar: kern, innovatsion ishlanma, kern olish moslamasi, silindrsimon burg‘ulash kallagi, MSZ rusumli burg‘ulash kallaklari, “O‘zbekneftegaz” AJ

Аннотация. В данной статье обоснована актуальность исследований, направленных на разработку инновационных технологий, эффективно применяемых при бурении скважин. Был проведен анализ существующих модификаций керноприемных устройств и их составных частей, используемых в бурении. На основе изучения и анализа современных керноприемных устройств и комплектующих в исследовании были внедрены инновационные решения и конструкции. С целью испытания этих разработок и отбора керна были изготовлены экспериментальные прототипы керноприемных устройств и буровых головок.

Ключевые слова: керн, инновационная разработка, керноприемное устройство, цилиндрическая буровая головка, буровые головки типа МСЗ, АО «Узбекнефтегаз».

During the drilling of exploratory and appraisal wells for oil, gas, and solid mineral resources, core samples of rock formations are extracted to determine their physical, mechanical, and reservoir properties within the productive layer. These data enable the assessment of the hydrocarbon potential of the formation and allow for the calculation of its reserves.

There exist various designs of core retrieval tools. The most widely used is the “Nedra”-type core retrieval tool with its associated components. Despite its sophistication, core recovery in

loose, porous, and fractured formations remains a technical challenge. The core recovery rate relative to the penetration achieved by the core retrieval tool is low, typically ranging from 30% to 60% or less [1].

Several factors contribute to the low efficiency of core recovery:

The physical and mechanical properties of the formation being drilled (loose, porous-fractured, cavernous);

Limitations of the core retrieval tool and drill head design;

Non-compliance with proper core sampling techniques [2].

To provide scientific and technical support to production organizations in core sampling and to improve core recovery, the author has developed enhancements to both the tools and technologies used for core retrieval during the drilling of appraisal wells.

An analysis of core sampling practices in industrial organizations was conducted, which identified the main causes of low core recovery efficiency. As a result of this work, the drilling technology with core sampling has been improved, and a new design of the drill head has been developed, allowing for an increased core recovery rate [3].

Currently, a new design of cylindrical drill heads of the **MSZ type** (Fig. 1) has been manufactured and is already being applied in drilling operations in the oil and gas condensate regions of Uzbekistan. The core recovery results are presented in Table 1.

Previously, core retrieval tools and drill heads were imported from other countries (Russia, China) [4].

At present, the serial production of core retrieval tools, drill heads, and core holders has been organized. The expansion of serial manufacturing of these developed technical solutions will contribute to the import substitution of drilling equipment and will reduce foreign currency expenditures associated with geological exploration and drilling operations. This represents a contribution to the localization of imported products, the expansion of domestic production of import-substituting technologies, and the enhancement of the informativeness of geological exploration for oil and gas.

The core retrieval tool and its component parts have been improved and successfully tested in wells operated by JSC “Uzbekneftegaz,” achieving a significant increase in core recovery [5].

Specifically, a core retrieval tool with a diameter of 168/80 mm and cylindrical **MSZ-type drill heads** with Ø187.3/80 mm (Figs. 1 and 2) have undergone field testing in wells [5].

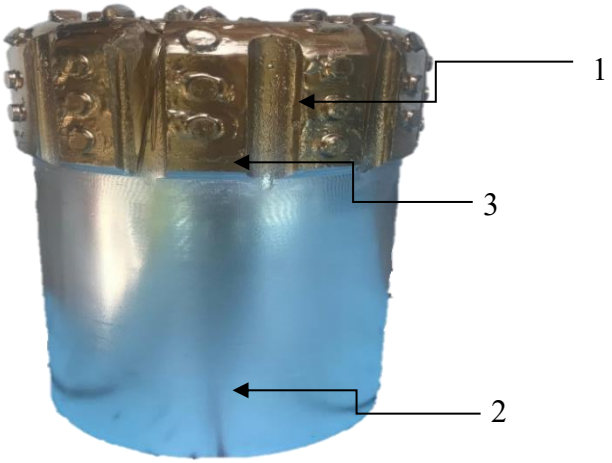


Fig. 1. Cylindrical drill head of the "MSZ" type.
1– coupling with connecting thread; 2– housing; 3– blades.

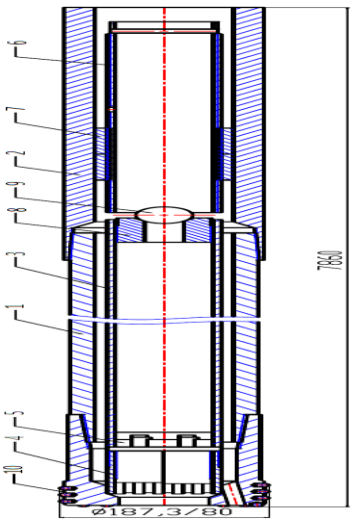


Fig. 2. Core-collecting projectile (CBS) with a cylindrical drill head
1-housing, 2 upper adapter, 3 core intake pipe, 4-collet holder, 5 petal plucker, 6 adjusting screw, 7 adjusting nut, 8-ball socket, 9-ball (Ø 50.8 mm), 10-cylindrical drill head**.**

Table 1. Core Recovery in the Bukhara-Khiva Region Using MSZ-Type Cylindrical Drill Heads

o.	Area Name / Field Name	Sampling Interval, m	Drill Bit Diameter, mm	Drilling Fluid Parameters					Core Sampling Mode / Conditions				ore Reco
				Density, g/cm³	Apparent Viscosity, s	Filtration, cm³/30 min	Filter Cake Thickness, mm	pH	Rotor Speed, rpm	Bit Pressure, atm	Load, t	Pump Rate / Flow Rate, L/s	
	Temirkazgan	2264-2268	58,7	,12	5				0	0	,5	1 0	0
	Chakkakum Well No. 4	2190-2192	87,3	,15	5				5	5	,5	7	5
	Andakli	2515-2520	87,3	,13	0				5	0	,5	8	0
	Andakli	2192-2197	87,3	,12	5				0	0	,5	7	0
	Murottepa Well No. 4	2801-2805	87,3	,15	5				0	5		8	7,5
	Tumaris Well No. 2	1955-1957	58,7	,12	5				0	5		8	00
	Temirkazgan	2580-2584	58,7	,08	5				0	2		1 6	00

Note: Core recovery in 2019–2020 reached 84%. Patents were obtained for the core retrieval tools and MSZ-type cylindrical drill heads under certificates No. EC-01-002231 and EC-002339.

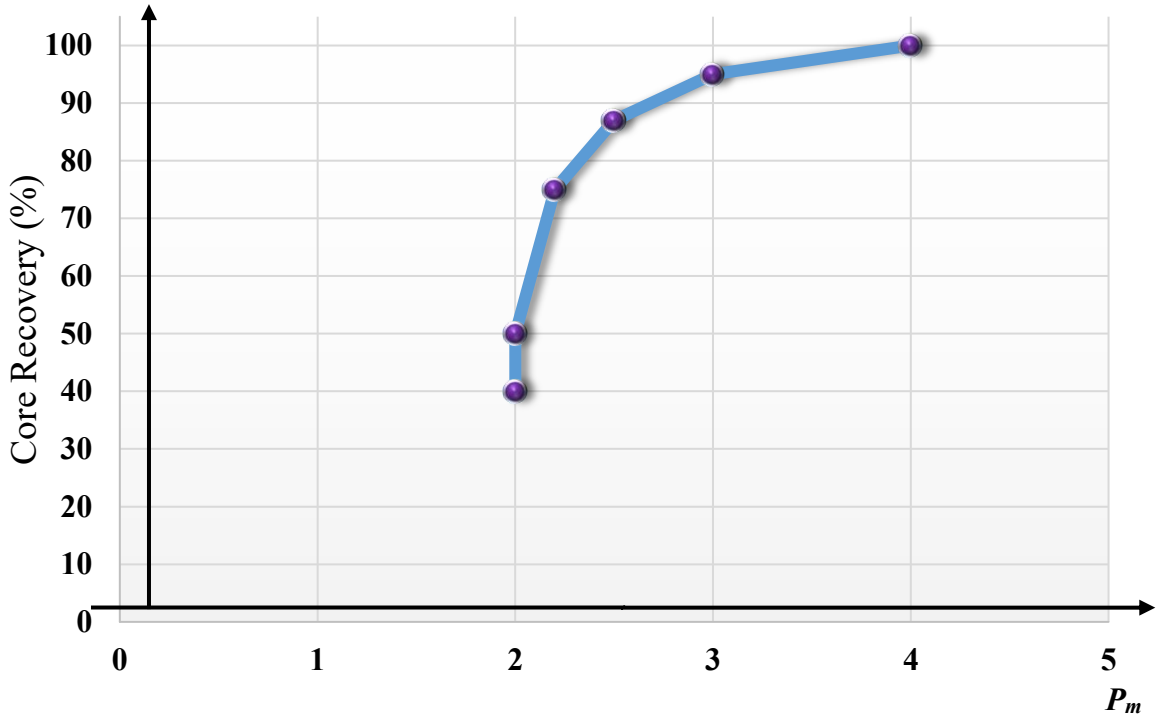


Fig. 3. Dependence of core recovery percentage on axial load using MSZ-type cylindrical drill bits.

Testing was carried out under the technological conditions presented in Fig. 3. According to the test results, the average core recovery coefficient increased from 73% to 84%. A patent was obtained for the drill heads under certificate No. EC-01-002231. Based on the test results, an implementation report was issued [3,6].

Conclusion. Core retrieval tools have been developed for use in core drilling of oil and gas wells, including a core retrieval tool designated as "KOS," designed to reduce vibration during core drilling and to preserve the core within the core barrel. In addition, field testing was conducted using the "KOS" core retrieval tool in combination with the newly developed and manufactured PDC drill head and a conical spring-type core holder.

A core drilling technology has been established that promotes complete recovery of core material, highlighting its critical importance for the accurate study of productive formations and the achievement of effective exploration results, as well as reliable geological data.

REFERENCES

1. Bulatov A.I., Dolgov S.V. *Sputnik Burovika*. Moscow: Nedra, 2014. 240 p.

2. Mishevich V.I., Sidorov N.A. *Handbook for Drilling Engineers*. Moscow: Nedra, 1973. 256 p.

3. Narimov R.A., et al. *Patent Certificate: Drill Bits No. EC-01-002231*. Tashkent, Uzbekistan.

4. Abaturov V.G., Ovchinnikov V.P. *Physico-Mechanical Properties of Rocks and Rock-Breaking Drilling Tools: Textbook for Universities*. Tyumen: Express, 2008. 240 p.

5. Abramzon A.A. *Surfactants*. Moscow: Mir, 2001. 287 p.

6. Islamov Y.R., Karabayev T.K. *Drilling Oil and Gas Wells in Complicated Conditions of Uzbekistan*. Tashkent, 1987. 89 p.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТПАРЕННЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОПЛИВНЫХ ФРАКЦИЙ ИЗ НЕФТИ И ГАЗАКОНДЕНСАТА

Раджибаев Д. П.
rektifikatsiya@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются результаты исследования отпаренных дистиллятов топливных фракций из нефти и газоконденсата. Показано, что в процессе сухой перегонки отпаренных дистиллятов в ректификационной колонне во фракции осуществляется добавление водяного пара. Представлены результаты экспериментальных исследований по определению качественных показателей отпаренных топливных фракций из нефти, газоконденсата и их смесей, имеющих различные соотношения составных компонентов. Получено снижение температуры процесса ректификации и уменьшение плотности дистиллятов. В результате повышаются качественные показатели нефтепродуктов – бензина, керосина, дизельного топлива и увеличивается их выход из исходного сырья.

Ключевые слова: нефть, газовый конденсат, плотность, вязкость, бензин, керосин, дизельная фракция.

Annotatsiya: Maqolada neft va gaz kondensati yoqilg‘i fraksiyalaridan olingan, bug‘ yordamida haydalgan distillatlar bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Rektifikatsiya kolonnasida ushbu distillatlarni haydash jarayonida fraksiyaga bug‘ kiritilishi ko‘rsatib o‘tilgan. Neft, gaz kondensati va ularning turli nisbatdagi aralashmalaridan olingan, bug‘ yordamida haydalgan yoqilg‘i fraksiyalarining sifat ko‘rsatkichlariga oid eksperimental natijalar taqdim etilgan. Rektifikatsiya jarayoni haroratining pasayishiga va distillat zichligining kamayishiga erishildi. Natijada benzin, kerosin va dizel yoqilg‘isi kabi neft mahsulotlarining sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanadi hamda xomashyodan ularning chiqish miqdori oshiriladi.

Kalit so‘zlar: xom neft, gaz kondensati, zichlik, qovushqoqlik, benzin, kerosin, dizel fraksiyasi.

Annotation: The article reviews the results of a study of steam distillates of fuel fractions from oil and gas condensate. It is shown that in the process of dry distillation of the distilled distillates in the distillation column, addition of water vapor is carried out in the fraction. Presented are the results of experimental studies to determine the qualitative indices of the stripped fuel fractions from oil, gas condensate and mixtures thereof having different ratios of constituent components. A decrease in the temperature of the rectification process and a decrease in the density of distillates were obtained. As a result, the qualitative indicators of petroleum products - gasoline, kerosene, diesel fuel - are increasing and their output from raw materials is increasing.

Keywords: gasoline, kerosene, diesel fuel - are increasing and their output from raw materials is increasing.

Нефтегазовый комплекс является динамично развивающейся отраслью промышленности Узбекистана. Из года в год на нефтеперерабатывающих предприятиях страны наращивается производство продукции с улучшенными качественными показателями, ориентированной на экспорт в СНГ и дальнее зарубежье [1].

Как известно, при перегонке углеводородного сырья имеют значения процессы тепло- и массобмена между паровой и жидкой фазами. Поэтому анализ распределения фракционного состава и температуры топливных потоков в рабочих зонах ректификационной колонны позволит найти пути интенсификации протекающих в ней тепло- и массообменных процессов, выявлять рациональные температурные режимы перегонки нефтегазоконденсатных смесей и позволит доведения новой технологии – сухой перегонки углеводородного сырья с альтернативным теплоносителем до полного совершенства.

В настоящей работе приводятся результаты исследования влиянии различных методов технологических показание параметров на эффективность процесса перегонки местного углеводородного сырья в модельной ректификационной колонне и результаты анализов качественных показателей дистиллятов топливных фракций.

Связи с этом, нами проведены опыты по перегонке углеводородного сырья (нефти, газового конденсата и их смесей) в модельной ректификационной установке и полученных топливных фракций. В ходе опытов в качестве отпарывающего агента были использованы перегретый водяной пар и пар углеводородной фракций.

В этом экспериментальном работе мы провели сравнение отпаривающего агента и перегретый водяной пар с сухой перегонки.

Нефтяные фракции выкипают в определенных интервалах температур, т.е. имеют температуру начала $T_{нк}$ и конца кипения $T_{кк}$, которые зависят от их химического состава и имеет большое практическое значение.

Фракционный состав нефтепродукта показывает содержание в них различных фракций (в объемных или весовых процентах), выкипающих в определенных температурных пределах от потенциала (отношение массы фракций, выделенных на установке, к их массе, содержащейся в сырье) и выход отдельных фракций. Знание фракционного состава нефтепродукта позволяет рассчитать их важнейшие эксплуатационные характеристики.

Фракционный состав, отпаренный в ходе процесса дистиллятов фракций бензина, керосина и дизельного топлива определяли на стандартном перегонном аппарате (рис. 1) для нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 2177-48 [2].

Сущность этого метода заключается следующим. В колбе перегоночного аппарата наливаются 100 $см^3$ исследуемого сырья (дистиллята) и процесс перегонки данные разгонки представляется в виде таблицы "температура кипения - % отгона".

Результаты лабораторных анализов по определению качественных показателей отпаренных топливных фракций из нефти, газоконденсата и их смесей, имеющие различные соотношения составных компонентов, приведены в табл.1÷2.

Результаты анализа отпарки дистиллята фракции бензина, керосина и дизельной фракции для полученной при перегонке нефтегазоконденсатной смеси (30% нефть + 70% газоконденсат)

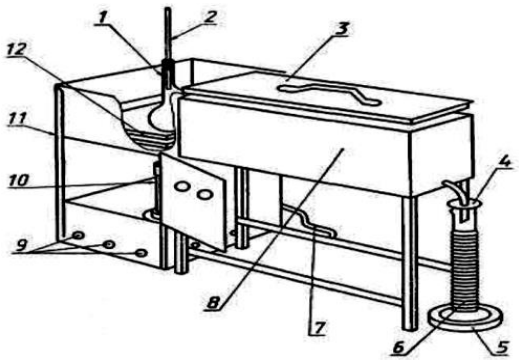


Рис. 1. Схема конструкции аппарата для определения фракционного состава жидкого углеводорода

1 - колба для перегонки; *2* - термометр; *3* – крышка охлаждающей бани;*4* - фильтровальная бумага; *5* - подставка; *6* - мерный цилиндр;*7* - газопровод; *8* - охлаждающая баня; *9* вентиляционные отверстия;*10* - горелка; *11*- кожух; *12*- асбестовая прокладка

С начало мы проводили опыт с водяной паром .

Опыты по перегонке углеводородного сырья с использованием различных отпаривающих агентов были проведены при идентичных условиях, а полученные результаты использованы для сравнения качественных показателей технологического процесса.

На первом этапе экспериментов были проведены опыты по перегонке сырья в периодическом режиме работы модельной установки под атмосферным давлением, с последовательным получением дистиллятов топливных фракций – сначала фракции бензина, затем - керосина и в дальнейшем дизельного топлива из загруженного количества в куб сырья [3].

Результаты анализа отпарки дистиллята фракции бензина, керосина и дизельного топлива в фракциях, полученной при перегонке нефтегазоконденсатной смеси (30% нефть + 70% газоконденсат).

Таблиц.1

Физико-химические свойства и фракционный состав полученной фракции из нефти и смесей водяного пара в процессе ректификации (30% нефть + 70% газоконденсат)

№	Наименование показателей	Физико-химические свойства фракции		
		бензин	керосин	Дизельное топливо
1	Плотность при 20 °С, кг/м^3	740	790	820
2	Содержание воды, %	-	0,04	0,03
3	Кинематическая вязкость, мм^2/с	0,721	1,876	3,049
4	Фракционный состав:			
	Температура начала кипения, °С	70	100	140
	10 %	78	160	160
	20 %	88	180	196
	30 %	92	190	204
	40 %	98	196	208
	50 %	102	206	217
	60 %	108	210	242
	70 %	115	218	257
	80 %	126	230	276
	90 %	160	240	296
	95 %	176	244	310
5	Температура конца кипения, °С	178	244	342
6	Выход, %	**96,0**	**94**	**93,5**
7	Остаток, %	**3,0**	**5,0**	**5,5**
8	Потери, %	**1,0**	**1,0**	**1,0**

Из данных таблицы 1 видно, что плотность исследуемого бензина при 20 °С составляет 740 кг/м^3, а его кинематическая вязкость равняется 0,721 мм^2/с. При определении фракционного состава бензина его кипение начинается от 70 °С и заканчивается при температуре 178 °С, выход фракции составляет 96 % от общего объема, при этом, не перегоняемый остаток фракции в колбе составляет 3%, потеря фракции в течении на процесса составляет 1%.

В таблице 1 приведены данные о керосине, плотность его при 20 °С составляет 790 кг/м^3, а кинематическая вязкость жидкости 1,876 мм^2/с. Привет определении керосинной фракции начинается с кипения от 100 °С и заканчивается в температуре 244 °С, выход фракции составляет 94%, в конце эксперимента остается внизу колбы остаток, равный 5% потери светлой фракции 1%.

Из таблицы 1 видно, что дизельная фракция в случае провидения опыта проверки при 20 °С плотность жидкой фракции равна на 820 кг/м^3, а кинематическая вязкость 3,049 мм^2/с она достигнет во время кипения при температуре от 140 °С до 342 °С. Выход фракции 93,5%, в колбе составляет остаток 5,5%, потеря жидкой фракция смеси составляет 1,0%.

Нефтегазоконденсатная смесь приготовлена с объемным соотношением ее составных компонентов (30% нефти + 70% газового конденсата).

Приведенные в табл. 2 температурные режимы использования паров легкой нафты в качестве отпаривающего агента способствуют дополнительному увеличению по сравнению с применяемой технологией отпарки водяным паром. При этом технологические потери сокращаются на 20 %.

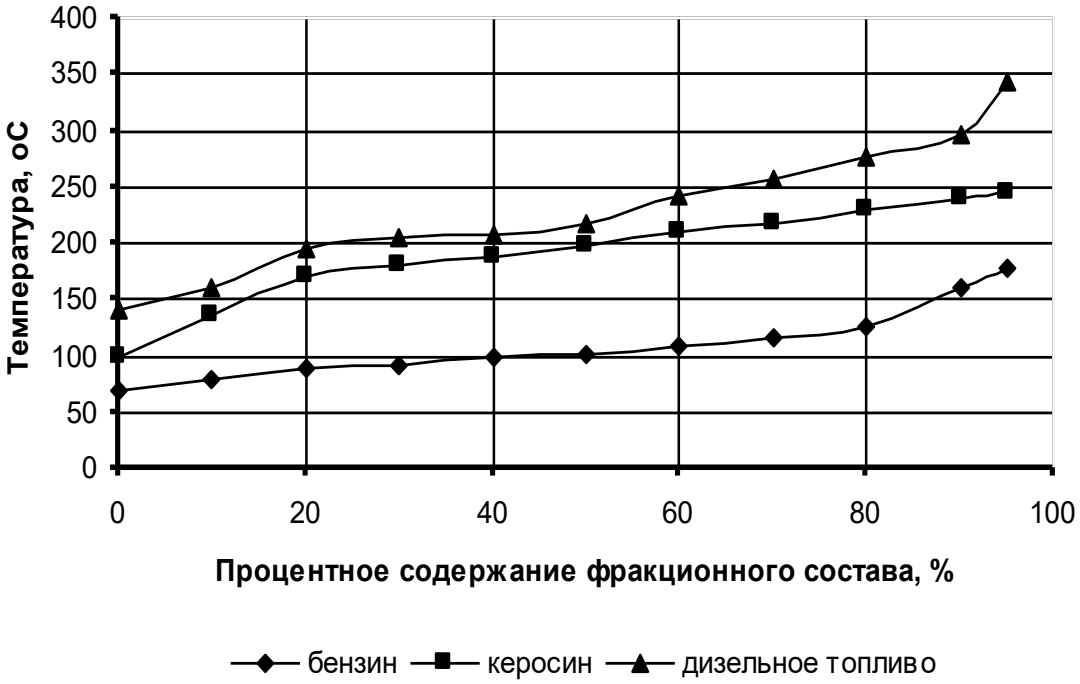


Рис 1. Влияние температуры на выход фракционного состава нефтяной продукции при перегонке водяного пара

Таблиц.2

Физико-химические свойства и фракционный состав полученной фракции из нефти и смесей в сухом паре в процессе ректификации (30% нефть + 70% газоконденсат)

№	Наименование показателей	Физико-химические свойства фракции		
		бензин	керосин	Дизельное топливо
1	Плотность при 20 °С, кг/м^3	735	785	815
2	Содержание воды, %	-	0,025	0,025
3	Кинематическая вязкость, мм^2/с	0,717	1,799	3,048
	Фракционный состав:			
	Температура начала кипения, °С	60	160	216

4	10 %	70	184	234
	20 %	88	192	240
	30 %	92	196	244
	40 %	98	200	249
	50 %	102	205	253
	60 %	108	210	259
	70 %	115	216	264
	80 %	126	224	276
	90 %	160	238	286
	95 %	176	240	315
5	Температура конца кипения, ^{o}C	176	240	340
6	Выход, %	**96,5**	**95,5**	**95,2**
7	Остаток, %	**2,5**	**3,5**	**3,8**
8	Потери, %	**1,0**	**1,0**	**1,0**

Из данных таблицы 2 видно, что плотность исследуемого бензина при 20 ^{o}C составляет 735 кг/м^3, а его кинематическая вязкость равняется 0,717 мм^2/с. При определении фракционного состава бензина кипение фракции начинается от 60 ^{o}C и заканчивается до температуре 176 ^{o}C, выход составляет 96,5 % от общего объема, при этом не перегоняемый остаток фракции в колбе составляет 2,5%, потери фракции в течение процесса 1%.

В таблице 2 приведены керосиновая фракция, а плотность которой составляет 20 ^{o}C 785 кг/м^3, а кинематическая вязкость жидкости 1,799 мм^2/с, температура начала кипения составляет 160 ^{o}C, и заканчивается кипение до 240 ^{o}C. Выход фракции **95,5** %, остаток состовляет от общего объема 3,5%, а потери продукции составляют 1,0%.

Дизельная фракция в условиях провидения опыта проверки при 20 ^{o}C плотность жидкой фракции равна 815 кг/м^3, а кинематическая вязкость 3,048 мм^2/с достигнет во время кипения от 216 ^{o}C до температуры 340 ^{o}C. Выход фракции 95,2%, остаток 3,8% а, потери смеси составляют на 1,0%.

В качестве отпаривающего агента, в этой экспериментальной работе авторы использовали легкую нафту в место водяного пара для отпарки.

Опыты по перегонке углеводородного сырья с использованием различных отпаривающих агентов были проведены при идентичных условиях, а полученные результаты использованы для сравнения качественных показателей технологического процесса.

Результаты анализа отпарки дистиллята фракций бензина, керосина и дизельного топлива, полученного при перегонке нефтегазоконденсатной смеси (30% нефть + 70% газоконденсат).

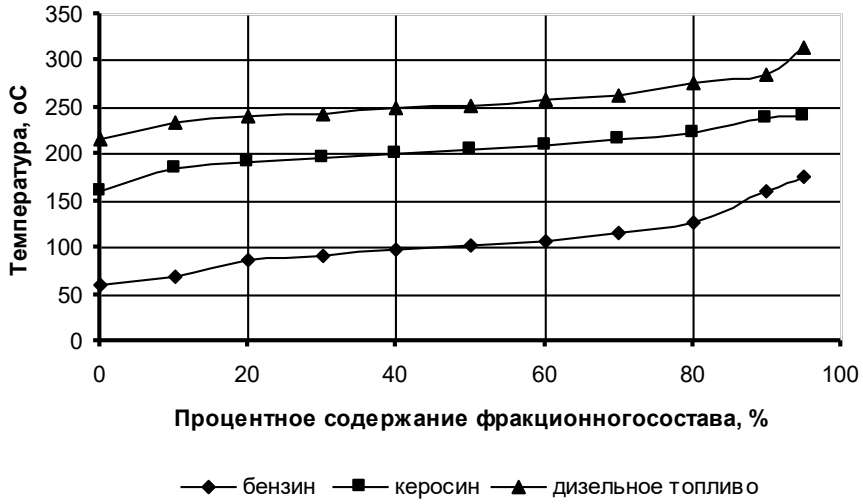


Рис 2. Влияние температуры на выход фракционного состава нефтяной продукции в сухой перегонке

При проведении опытов основное внимание было уделено изучению изменения температуры материальных потоков по времени в колбе и перегоночной установке. При этом фиксировали значения температуры сырья и выход углеводородных паров в колбе, количество кубового остатка и отбираемых дистиллятов топливных фракций, а также расхода сжигаемого природного газа.

Таким образом, обобщая данные из обоих таблиц, можно сделать следующие выводы: выход легкой фракции при водяной отпарки бензина 96%, керосина 94%, дизельного топлива 93,5%, а в сравнении с углеводородным агентом выход перегонки составляет: бензина 96,5% , керосина 95,5 %, дизельного топлива 95,2. В качестве самого эффективного результата рекомендуется сухая перегонка. Опыты подтверждают, что в случаях применения углеводородных паров для отпарки дистиллятов топливных фракций главным образом снижается температура процесса и уменьшается плотность дистиллятов. Полученное соотношение можно рекомендовать для устранения вероятности и обводнения. В конечном итоге все полученные положительные факторы находят отражение в повышении качественных показателей нефтепродуктов – бензина, керосина, дизельного топлива и в увеличении их выход из исходного сырья.

Список литературы

1. Каримов И.А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. – Т.: Узбекистан, 2009.- С. 26-33.

2. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям: Учебное пособие для вузов / И.Н.Дияров, И.Ю.Батуева, А.Н.Садыков, Н.Л.Солодова.– Л.: Химия, 1990. – 240 с.

3. Раджибаев Д.П., Худайбердиев А.А. Изучение изменения температуры углеводородного сырья в опытной ректификационной колонне // Узбекский химический журнал, 2014. № 1. С. 71-75.

GEODEZIYA VA KADASTR SOHASIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI QO‘LLASH VA ULARNING ISTIQBOLLARI

Qosimov Lazizbek Muxsinjon o‘g‘li[1], Foziljonov Asadbek Umidjon o‘g‘li[2]
Qo‘qon davlat universiteti o‘qituvchisi, Farg‘ona, Uzbekistan[1]
Qo‘qon davlat universiteti talabasi Farg‘ona, Uzbekistan [2]
E-mail: Qosimov.lazizbek.4717@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ilmiy tezisda zamonaviy geodeziya va yer kadastri sohasida raqamli texnologiyalar, xususan, Geografik axborot tizimlari (GAT), uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA/Dronlar) hamda global sun'iy yo‘ldosh navigatsiya tizimlari (GNSS RTK) qo‘llanilishining

afzalliklari batafsil yoritilgan. Tadqiqot davomida an'anaviy geodezik o‘lchash usullari va zamonaviy raqamli texnologiyalar o‘rtasidagi samaradorlik, aniqlik hamda vaqt sarfi ko‘rsatkichlari qiyosiy tahlil qilingan. Raqamli kadastr tizimini rivojlantirish va yer resurslarini boshqarishni optimallashtirish bo‘yicha amaliy takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar. Geodeziya, milliy kadastr, GAT (GIS), fotogrammetriya, dron (UUA), GNSS, RTK, masofadan zondlash, raqamli xarita, 3D modellashtirish, yer resurslari.

Аннотация. В данной научной работе подробно описаны преимущества использования цифровых технологий, в частности, географических информационных систем (ГИС), беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS RTK) в области современной геодезии и земельного кадастра. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ показателей эффективности, точности и временных затрат между традиционными геодезическими методами измерений и современными цифровыми технологиями. Разработаны практические предложения по созданию цифровой кадастровой системы и оптимизации управления земельными ресурсами.

Ключевые слова: Геодезия, национальный кадастр, ГИС, фотограмметрия, дрон (БПЛА), GNSS, RTK, дистанционное зондирование, цифровая карта, 3D-моделирование, земельные ресурсы.

Abstract. This scientific thesis describes in detail the advantages of using digital technologies, in particular, Geographic Information Systems (GIS), Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Global Navigation Satellite Systems (GNSS RTK) in the field of modern geodesy and land cadastre. During the study, a comparative analysis of the efficiency, accuracy and time consumption indicators between traditional geodetic measurement methods and modern digital technologies was carried out. Practical proposals were developed for the development of a digital cadastre system and optimization of land resource management.

Keywords: Geodesy, national cadastre, GIS, photogrammetry, drone (UAV), GNSS, RTK, remote sensing, digital map, 3D modeling, land resources.

Kirish. Hozirgi vaqtda butun dunyoda ishlab chiqarish va boshqaruv tizimlarini raqamlashtirish jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Shular qatorida geodeziya, kartografiya va davlat yer kadastri sohalari ham tubdan isloh qilinmoqda. Yer resurslarining cheklanganligi, aholi sonining o‘sib borishi va urbanizatsiya jarayonlarining tezlashishi har bir qarich yer maydonining aniq hisobini yuritishni, ulardan oqilona va samarali foydalanishni taqozo etadi. Davlatimiz tomonidan ham sohani raqamlashtirish, integratsiyalashgan milliy geografik axborot tizimini yaratish bo‘yicha juda muhim vazifalar belgilab berilgan. An'anaviy geodezik o‘lchash usullari (masalan, faqatgina optik va elektron taxometrlar yordamida piketlar olish) katta hududlarni xaritalashda juda ko‘p vaqt, mablag‘ va inson resursini talab etadi. Shuningdek, murakkab relyefli, tog‘li yoki borish qiyin bo‘lgan hududlarda an'anaviy o‘lchash ishlarini olib borish xavfsizlik va aniqlik jihatidan bir qancha qiyinchiliklarni tug‘diradi. Shu sababli, geodeziya va kadastr ishlariga sun'iy yo‘ldosh texnologiyalari, dronlar va zamonaviy dasturiy ta'minotlarni kompleks ravishda joriy etish bugungi kunning eng dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Tadqiqot metodologiyasi va qo‘llanilgan texnologiyalar. Ushbu tadqiqot doirasida zamonaviy geodezik va kadastr muammolarini hal etishda uchta asosiy texnologik yo‘nalish o‘rganildi va amaliyotda o‘zaro bog‘liqlikda qo‘llanildi:

1. Global sun'iy yo‘ldosh navigatsiya tizimlari (GNSS RTK): Kinematik real vaqt rejimi (RTK - Real Time Kinematic) orqali geodezik nuqtalarning koordinatalarini santimetrgacha bo‘lgan aniqlikda soniyalar ichida aniqlash imkoniyati o‘rganildi. Bu usul tayanch geodezik tarmoqlarni qurish va dronlarning parvoz asosini bog‘lashda asosiy vosita bo‘lib xizman qiladi.

2. Uchuvchisiz uchish apparatlari yordamida fotogrammetriya (UUA): Katta maydonlarning yuqori aniqlikdagi ortofotorejalarini (raqamli aerofotosuratlarini) olishda ko‘p rotorli va qanotli dronlardan foydalanildi. Dronlar yordamida olingan tasvirlar maxsus fotogrammetrik dasturlarda (Pix4D, Agisoft Metashape) qayta ishlanib, hududning 3D raqamli modeli (DSM/DTM) va ortofotoplanlari yaratildi.

3. Geografik axborot tizimlari (GAT): Olingan barcha fazoviy ma'lumotlar ArcGIS va QGIS dasturiy muhitlariga integratsiya qilindi. Bu yerda kadastr chegaralari, yer turlari, bino va inshootlarning atributiv ma'lumotlari shakllantirildi va yagona ma'lumotlar bazasiga jamlandi.

Olingan natijalar va muhokama. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, raqamli texnologiyalarni qo‘llash ish unumdorligini keskin oshiradi. Quyidagi jadvalda 50 gektar maydonda geodezik qidiruv va kadastr xaritasini tuzish ishlari an'anaviy hamda zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida bajarilgandagi ko‘rsatkichlar solishtirildi:

Tahlil ko‘rsatkichlari	An'anaviy usul (Elektron taxometr)	Zamonaviy usul (Dron + GNSS RTK + GAT)
Dala o‘lchov ishlari vaqti	2-3 ish kuni	2-3 soat
Kameral (kompyuterda) ishlash vaqti	2 ish kuni	4-5 soat
Talab etiladigan ishchi kuchi	3-4 kishi (brigada)	1-2 kishi
Ma'lumotning vizualligi va ko‘lami	Faqat chiziqli chizma (vektor)	3D model, yuqori aniqlikdagi ortofotoplan

Jadval tahlilidan ko‘rinib turibdiki, raqamli texnologiyalar vaqt sarfini 80-90 foizgacha tejash imkonini beradi. Shuningdek, dronlar yordamida olingan ortofotoplashlar kadastr xizmatlariga yerlardan noqonuniy foydalanish holatlarini, o‘zboshimchalik bilan egallangan maydonlarni va qurilishlarni tezda aniqlash imkonini beradi. GAT muhitida esa ushbu ma'lumotlar avtomatik tarzda soliq va boshqa davlat idoralari tizimlariga integratsiya qilinishi mumkin, bu esa iqtisodiy samaradorlikni bir necha barobar oshiradi. Geodeziya va kadastr rivojining keyingi bosqichi sun'iy intellekt (AI) va mashinali o‘qitish (Machine Learning) texnologiyalari bilan uzviy bog‘liq. Kelajakda ortofotosuratlardagi ob'ektlarni (bino chegaralari, daraxtlar, yo‘llar, ekin maydonlari) sun'iy intellekt yordamida avtomatik ravishda tanib olish va vektor xaritalarga o‘tkazish texnologiyasini keng joriy etish lozim. Bu inson omilini kamaytiradi va xatoliklar ehtimolini nolga tushiradi. Shuningdek, kadastr tizimini 'blokcheyn' texnologiyasi bilan bog‘lash yerga bo‘lgan mulk huquqining daxlsizligini va shaffofligini ta'minlashda muhim qadam bo‘ladi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli texnologiyalar geodeziya va davlat yer kadastri sohasining ajralmas qismiga aylanib ulgurdi. GNSS RTK, uchuvchisiz uchish apparatlari va GAT texnologiyalarining birgalikda qo‘llanilishi nafaqat dala ishlarining tezligi va aniqligini oshiradi, balki yer resurslarini monitoring qilishning shaffof hamda mukammal tizimini shakllantiradi. Mazkur texnologiyalarni barcha hududiy kadastr bo‘limlarida keng joriy etish, soha mutaxassislarining malakasini doimiy oshirib borish va sohaga doir qonunchilik bazasini texnologik rivojlanishga moslashtirish mamlakatimiz iqtisodiyoti va yer boshqaruvi samaradorligini yangi bosqichga olib chiqadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasining Yer kodeksi. Toshkent, Davlat nashriyoti.

2. Miraliyev M., G‘ulomov Sh. Geodeziya va muhandislik geodeziyasi. Darslik. - Toshkent, 2021.

3. Inamov A., Xakimov S. Geografik axborot tizimlari (GAT) va kadastr asoslari. O‘quv qo‘llanma. - Toshkent, 2022.

4. Jensen, J. R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. - Pearson, 2016.

5. Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. Remote sensing and image interpretation. - John Wiley & Sons, 2015.

POLIPROPILENNI POLIMERANALOGIK MODIFIKATSIYALASH ASOSIDAGI DEPRESSOR PRISADKANING DIZEL YOQILG‘ISI PAST HARORAT XOSSALARIGA TA’SIRI

Sapashov Ikramjan Yaumitbayevich
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus, O‘zbekiston
e-mail: sapashov85@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada polipropilenni polimeranalogik modifikatsiyalash asosida olingan depressor prisadkaning dizel yoqilg‘isi past harorat xossalariga ta’siri o‘rganildi. Prisadka dizel yoqilg‘isiga 0,1; 0,2 va 0,4 massa % miqdorida kiritildi. 0,4 massa % prisadka qo‘llanganda yoqilg‘ining xiralashish harorati-7 °C dan -18 °C gacha, qotish harorati esa -13 °C dan -27 °C gacha pasaydi. Natijalar modifikatsiyalangan polipropilen mahsulotining dizel yoqilg‘isi past harorat xossalarini yaxshilovchi depressor prisadka sifatida samarali ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: polipropilen, polimeranalogik modifikatsiyalash, depressor prisadka, dizel yoqilg‘isi, past haroratli xossalari.

Аннотация. В статье исследовано влияние депрессорной присадки, полученной на основе полимераналогичной модификации полипропилена, на низкотемпературные свойства дизельного топлива. Присадку вводили в дизельное топливо в концентрациях 0,1; 0,2 и 0,4 мас. %. При введении 0,4 мас. % присадки температура помутнения топлива снизилась с -7 °C до -18 °C, а температура застывания с -13 °C до -27 °C. Полученные результаты показали эффективность модифицированного полипропилена в качестве депрессорной присадки для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива.

Ключевые слова: полипропилен, полимераналогичная модификация, депрессорная присадка, дизельное топливо, низкотемпературные свойства.

Abstract. This article investigates the effect of a depressant additive obtained through polymer-analogous modification of polypropylene on the low-temperature properties of diesel fuel. The additive was introduced into diesel fuel at concentrations of 0.1, 0.2, and 0.4 wt.%. At an additive concentration of 0.4 wt.%, the cloud point of the fuel decreased from -7 °C to -18 °C, while the pour point decreased from -13 °C to -27 °C. The results demonstrated the effectiveness of modified polypropylene as a depressant additive for improving the low-temperature properties of diesel fuel.

Keywords: polypropylene, polymer-analogous modification, depressant additive, diesel fuel, low-temperature properties.

Dizel yoqilg‘ilarining past haroratli xossalari avvalo, yoqilg‘i tarkibidagi parafin uglevodorodlarining kristallanishi bilan bog‘liq. Harorat pasayishi natijasida parafin kristallari hosil bo‘lib, ularning o‘sishi va o‘zaro birikishi yoqilg‘ining oquvchanligi hamda filtrlanishning shegarabiy xossalarining pasayishiga olib keladi. Shu sababli parafin kristallanish jarayonini boshqaruvchi depressor prisadkalardan foydalanish dizel yoqilg‘ilarining past harorat xossalarini yaxshilashning istiqbolli usullaridan biri hisoblanadi.

Mualliflar [1] polimer asosli depressorlarning parafinli uglevodorod tizimlariga ta’sirini tahlil qilib, ularning nukleatsiya, adsorbsiya, birgalikda kristallanish va solyubilizatsiya mexanizmlari orqali parafin kristallarining morfologiyasi hamda agregatsiyasini o‘zgartirishini ko‘rsatgan. Ularning ta’kidlashicha, polimer prisadkaning samaradorligi uning molekulyar tuzilishi, funksional guruhlari va uglevodorod muhitining tarkibiga bog‘liq.

Ghosh P. va Das M. [2] turli tuzilishga ega akrilat polimerlarini sintez qilib, ularning depressorlik xususiyatlarini tadqiq etgan. Natijada polimer prisadkaning kimyoviy tuzilishi va konsentratsiyasi neft mahsulotining qotish haroratiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini boholagan. Xususan, tarmoqlangan akrilat polimerlari ayrim hollarda chiziqli analoglariga nisbatan yuqoriroq depressorlik samaradorligini namoyon qilgan [2].

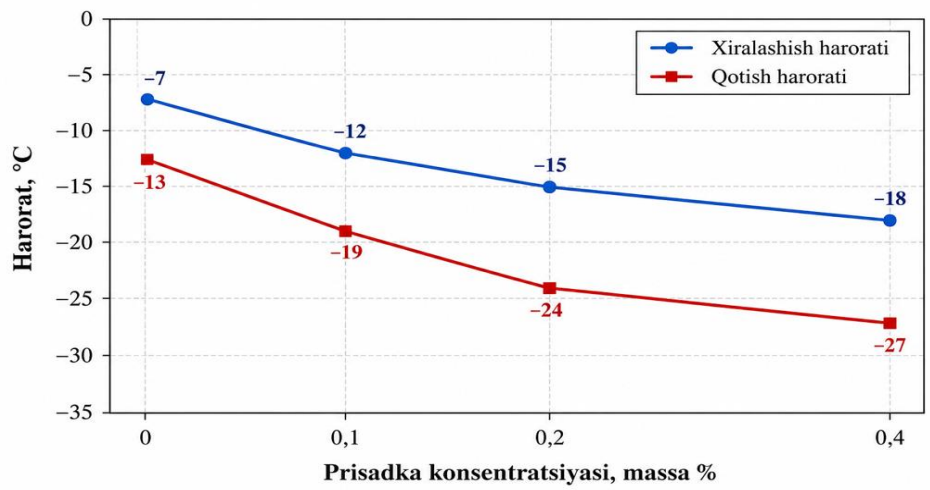
Shu asosda mazkur tadqiqotning maqsadi polipropilenni polimeranalogik modifikatsiyalash asosida olingan depressor prisadkaning 0,1-0,4 massa % konsentratsiyalar oralig‘ida dizel yoqilg‘isining past harorat xossalariga ta’sirini baholashdan iborat.

Tadqiqotda boshlang‘ich xomashyo sifatida polipropilen va uning polimeranalogik modifikatsiyasi natijasida olingan mahsulotdan foydalanildi. Depressor prisadkani olish jarayonida polipropilen katalizator ishtirokida havo kislorodi bilan 140 °C haroratda 6 soat davomida oksidlandi. Oksidlanish natijasida olingan mahsulot yuqori molekulali spirtlar bilan eterifikatsiya qilinib, modifikatsiyalangan polimer mahsuloti olindi.

Olingan mahsulotning funksional tarkibini aniqlash uchun IQ-spektroskopiya usulidan foydalanildi. Modifikatsiyalangan polipropilen asosidagi depressor prisadka dizel yoqilg‘isiga 0,1; 0,2 va 0,4 massa % miqdorida kiritildi. Prisadkaning samaradorligi boshlang‘ich dizel yoqilg‘isi va prisadka qo‘shilgan namunalarning past harorat ko‘rsatkichlarini o‘zaro taqqoslash asosida baholandi [3].

Polipropilenni polimeranalogik modifikatsiyalash natijasida olingan mahsulotning funksional tarkibi IQ-spektroskopiya usulida baholandi. IQ-spektrda 1734 cm^{-1} sohada karbonil guruhlariga xos yutilish maksimumining kuzatilishi polipropilen tarkibida kislorod saqlovchi funksional guruhlar hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi. 2918 va 2866 cm^{-1} sohalardagi yutilish chiziqlari esa polimerning uglevodorod zanjiridagi -CH_2- va -CH_3 guruhlarining valent tebranishlariga tegishli. Olingan natijalar polipropilenning polimeranalogik modifikatsiyasi amalga oshganligini tasdiqlaydi.

Modifikatsiyalangan polipropilen asosidagi prisadkaning depressorlik samaradorligi uning dizel yoqilg‘isidagi konsentratsiyasiga bog‘liq ravishda baholandi. Prisadka miqdorining 0,1 dan 0,4 massa % gacha oshirilishi bilan dizel yoqilg‘isining past harorat ko‘rsatkichlari bosqichma-bosqich pasayishi kuzatildi (1-rasm). Eng yuqori depressorlik samarasi 0,4 massa % konsentratsiyada qayd etilib, bunda xiralashish harorati -7 °C dan -18 °C gacha, qotish harorati esa -13 °C dan -27 °C gacha pasaydi.



1-rasm. Polipropilenni polimeranalogik modifikatsiyalash asosida olingan depressor prisadkaning dizel yoqilg‘isi past harorat xossalariga ta’siri

Prisadka konsentratsiyasining ortishi bilan past harorat ko‘rsatkichlarining pasayishi modifikatsiyalangan polimerning yoqilg‘i tarkibidagi parafin uglevodorodlarining kristallanish jarayoniga ta’siri bilan izohlanadi. Polimer molekulalarining parafin kristallari bilan o‘zaro ta’sirlashishi ularning o‘sishi va yirik agregatlar hosil qilishini cheklaydi. Natijada past haroratda yoqilg‘ining oquvchanligini yo‘qotish jarayoni sekinlashadi. Ushbu holat polimer asosli depressorlarning parafin kristallari morfologiyasi va agregatsiyasiga ta’sir qilishi haqidagi adabiyot ma’lumotlari [1, 2] bilan mos keladi.

Shunday qilib, tajriba natijalari polipropilenni polimeranalogik modifikatsiyalash orqali olingan mahsulotning depressorlik xususiyati prisadka konsentratsiyasiga bog‘liq ekanligini va o‘rganilgan konsentratsiyalar orasida 0,4 massa % miqdorda eng yuqori samaradorlik namoyon bo‘lganligini ko‘rsatdi.

Polipropilenni polimeranalogik modifikatsiyalash asosida olingan mahsulot dizel yoqilg‘isi uchun samarali depressor prisadka sifatida namoyon bo‘ldi. Prisadka konsentratsiyasining 0,1 dan

0,4 massa % gacha oshirilishi dizel yoqilg‘isining past harorat xossalarini yaxshilashga olib keldi. Tadqiq etilgan konsentratsiyalar orasida eng yuqori samaradorlik 0,4 massa % prisadka qo‘llanganda kuzatilib, xiralashish harorati -7 °C dan -18 °C gacha, qotish harorati esa -13 °C dan -27 °C gacha pasaydi. Olingan natijalar polipropilenni maqsadli kimyoviy modifikatsiyalash orqali dizel yoqilg‘ilarining past harorat xossalarini yaxshilovchi polimer depressor prisadkalar olish mumkinligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yang F., Zhao Y., Sjöblom J., Li C., Paso K.G. Polymeric wax inhibitors and pour point depressants for waxy crude oils: A critical review // *Journal of Dispersion Science and Technology*. - 2015. Vol. 36, No. 2. - P. 213-225.

2. Ghosh P., Das M. Study of the influence of some polymeric additives as viscosity index improvers and pour point depressants - Synthesis and characterization // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. - 2014. Vol. 119. - P. 79–84. DOI: 10.1016/j.petrol.2014.04.014.

3. Sapashov I.Ya., Fozilov S.F., Mavlanov B.A., Polatov I.N. Depressor properties of the products of polymeranalogical changes of low molecular polypropylene // *Universum: технические науки*. - 2023. № 2(107). DOI: 10.32743/UniTech.2023.107.2.15034.

FEATURES OF AMINE-BASED PURIFICATION OF NATURAL GAS FROM CARBON DIOXIDE

Naubeev Temirbek Khasetullaevich – Doctor of science (DSc), professor
Berdakh Karakalpak State University, Nukus, Uzbekistan, e-mail: naubeev@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada tabiiy gazni karbonat angidrid (CO_2)dan alkanolaminlarning suvli eritmalari yordamida tozalash xususiyatlari ko‘rib chiqilgan. MEA, DEA, TEA va MDEAning fizik-kimyoviy xossalari, molekulyar tuzilishi va CO_2ni yutish xususiyatlari qiyosiy tahlil qilingan. Absorbsiya va regeneratsiya jarayonlariga sterik omillarning ta’siri yoritilgan. MEA o‘rniga MDEA qo‘llash imkoniyatlari absorbent sarfi, korroziya, uskunalar ishonchliligi va energiya samaradorligi nuqtayi nazaridan muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz, karbonat angidrid, alkanolaminlar, absorbsiya, MEA, MDEA, regeneratsiya, korroziya, energiya samaradorligi.

Аннотация.В статье рассмотрены особенности очистки природного газа от диоксида углерода (CO_2) водными растворами алканоламинов. Проведён сравнительный анализ физико-химических свойств, молекулярного строения и особенностей поглощения CO_2 растворами МЭА, ДЭА, ТЭА и МДЭА. Освещено влияние стерических факторов на процессы абсорбции и регенерации. Обсуждаются возможности замены МЭА на МДЭА с точки зрения расхода абсорбента, коррозии, надёжности оборудования и энергетической эффективности.

Ключевые слова: природный газ, диоксид углерода, алканоламины, абсорбция, МЭА, МДЭА, регенерация, коррозия, энергетическая эффективность.

Abstract. The article examines the features of carbon dioxide (CO_2) removal from natural gas using aqueous alkanolamine solutions. The physicochemical properties, molecular structures, and CO_2 absorption characteristics of MEA, DEA, TEA, and MDEA are compared. The influence of steric factors on absorption and regeneration processes is discussed. The potential for replacing MEA with MDEA is considered in terms of absorbent consumption, corrosion, equipment reliability, and energy efficiency.

Keywords: natural gas, carbon dioxide, alkanolamines, absorption, MEA, MDEA, regeneration, corrosion, energy efficiency.

The removal of carbon dioxide (CO_2) from gas streams and its reduction to a specified permissible level is one of the important technological tasks in modern gas-processing, gas-chemical, and energy industries. In particular, in natural gas processing, the efficient removal of CO_2 is of great importance for ensuring product quality, the reliable operation of process equipment, and the

economic efficiency of subsequent processing stages. In industrial practice, one of the most widely used methods for this purpose is chemical absorption using aqueous solutions of amines.

In amine absorption technology, absorbers equipped with special contact devices are used to ensure efficient mass transfer between the gas and the absorbent. The raw gas is fed into the lower part of the apparatus at a temperature of 20–50°C and under high pressure, while the cold amine solution flows downward in countercurrent from the top. As a result, acidic components such as carbon dioxide and hydrogen sulfide present in the gas are absorbed by the amine solution.

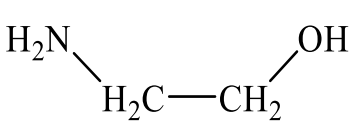
The purified gas is discharged from the upper part of the absorber, while the amine solution saturated with acidic components is sent for regeneration. The solution heated in heat exchangers is separated from the acid gases in the desorber under the influence of high temperature and low pressure, thereby restoring its absorption capacity.

The regenerated amine is cooled and returned to the absorber by means of pumps. Thus, the absorbent circulates through a closed-loop system, ensuring continuous operation of the process and efficient utilization of the absorbent.

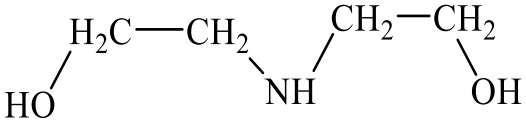
The selection of an absorbent for gas purification technology is based on several interrelated factors. These include the required degree of removal of carbon dioxide and other acidic components from the gas, the selectivity and absorption capacity of the absorbent, the efficiency of the regeneration process, and the overall energy consumption. In particular, the amount of heat supplied to the desorber for regeneration of the amine solution and the pumping energy required to return the regenerated solution to the absorber have a significant effect on the economic performance of the process. Alkanolamines constitute a widely used group of absorbents in chemical absorption processes. The hydroxyl groups in their molecular structure provide good solubility in an aqueous medium, while the amine groups determine their ability to chemically interact with acidic components present in the gas. Therefore, aqueous solutions of alkanolamines are widely used as effective absorbents, particularly for the removal of carbon dioxide and hydrogen sulfide.

One of the important requirements for amine absorbents is that their regeneration process should be energetically efficient. The difference between the boiling point of the main component of the absorbent and that of water, as well as the retention of the amine within the system during regeneration, are important factors affecting the efficiency of the process. From this perspective, the physicochemical properties of alkanolamines serve as one of the key criteria for their selection for gas purification by chemical absorption.

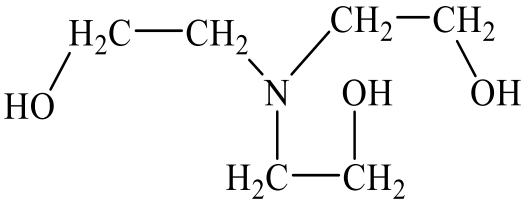
Depending on the degree of substitution of the hydrogen atoms bonded to the nitrogen atom in the amine molecule by hydrocarbon radicals, alkanolamines are classified into primary, secondary, and tertiary amines. Differences in the molecular structures of compounds belonging to these classes directly affect their reactivity toward acidic gases, absorption selectivity, energy consumption during regeneration, physicochemical properties of the solution, and operational performance. The basic structures of primary, secondary, and tertiary amines are presented in **Figure 1**, their physicochemical properties are given in **Table 1**, and their operating parameters in the gas purification process are presented in **Table 2**.



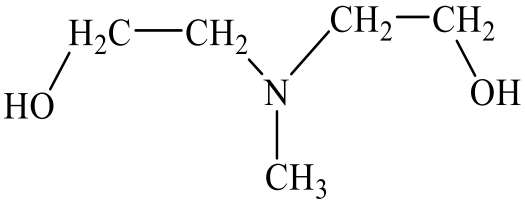
Primary monoethanolamine (MEA)



Secondary diethanolamine (DEA)



Triethanolamine (TEA)



Metildiethanolamin (MDEA)

Figure 1. Structures of Amines

Table 1. Physical and Thermodynamic Properties of Alkanolamines

Property	MEA	DEA	TEA	MDEA
Molecular weight	61.1	105.1	149.2	119.2
Density at 20 °C, kg/m³	1.015	1.096	1.124	1.018
Boiling point at 0.1 MPa, °C	170	268	360	247
Freezing point, °C	10.5	27.5	21.2	−21
Vapor pressure at T = 60 °C (or at 25 °C), Pa	860	(1.3)	(<1)	24
Dynamic viscosity at T = 25 °C, mPa·s	19	38*	101**	80
Specific heat capacity at T = 30 °C, kJ/(kg·K)	2.72	2.48	2.45	2.32
Amine concentration in working solution, %	10–20	20–35	–	30–50
Heat of reaction with H_2S, kJ/kg	1511	1190	None	1047
Heat of reaction with CO_2, kJ/kg	1919	–	None	1340
Heat of desorption of H_2S, kJ/kg	1905	1190	–	1050
Heat of desorption of CO_2, kJ/kg	1920	1510	–	1420
Relative corrosion tendency	High	Medium	Medium	Low

Notes: **At 39 °C [1], ** At 20 °C [1].*

Table 2. Typical parameters of absorbents in the process of natural gas sweetening from H_2S and CO_2 for pipeline gas production

Parameters	Technological factors	MEA	DEA	MDEA
Regenerated amine temperature, °C, max	Prevention of H_2S breakthrough	70	60	50
Amine content in absorbent, wt. %, max	Reduction of amine losses	15	25	42
Amine loading, mol H_2S + CO_2 mol amine, max	Mitigation of amine degradation and equipment corrosion	0.3	0.4	0.4

The technology for removing carbon dioxide from gases is based on the interaction of aqueous alkanolamine solutions with carbon dioxide, resulting in the formation of carbonates and

bicarbonates. For example, primary amines react according to the following exothermic reversible overall reactions [2]:

$$2RNH_2 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons (RNH_3)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons 2RNH_3HCO_3$$

The chemical interaction of carbon dioxide with the absorbent is one of the key stages in the amine-based gas purification process. During absorption, the reaction proceeds predominantly in the forward direction, whereas during regeneration of the saturated amine solution, the reverse direction of this process takes place. For example, during CO_2 absorption in the presence of monoethanolamine (MEA), reactions associated with the interaction of the acidic component with the amine occur, resulting in the formation of carbamate and, at subsequent stages, its conversion into bicarbonate species. In the presence of other ethanolamines, the binding of CO_2 in the form of carbonate and bicarbonate species generally follows a similar mechanism; however, the molecular structure of the amine and the degree of steric hindrance must also be taken into account.

One of the important factors determining the reactivity of amines toward CO_2 is the steric hindrance of the lone electron pair at the nitrogen atom. The presence of hydrocarbon radicals around the nitrogen center reduces the ability of the electron pair to participate as a nucleophilic reagent. In this case, decreased nucleophilicity is manifested as a reduced ability to attack the carbon atom, whereas the basicity of nitrogen toward protonation changes to a comparatively lesser extent [3]. Therefore, the number and spatial arrangement of radicals in an amine molecule directly affect the rate of chemical absorption of CO_2.

In the diethanolamine (DEA) molecule, the nitrogen atom is surrounded by two hydroxyalkyl radicals, making the approach of carbon dioxide to the reactive center more difficult compared with MEA. Consequently, the kinetics of chemical CO_2 absorption in the presence of DEA is lower than that observed for MEA. This phenomenon is associated with the increased steric hindrance within the amine molecule and represents one of the important factors affecting the rate of the absorption process.

In the triethanolamine (TEA) molecule, the nitrogen center is even more strongly sterically hindered by three hydroxyalkyl groups. Such a molecular structure significantly reduces the nucleophilicity of the lone electron pair on the nitrogen atom. Consequently, the ability of TEA to undergo a direct chemical reaction with CO_2 is very low, and the absorption of carbon dioxide from the gas stream occurs predominantly through physical absorption. Under conditions of relatively low CO_2 concentrations, its dissolution in the liquid phase can be described by Henry's law [4].

The steric structure of methyldiethanolamine (MDEA), which belongs to the class of tertiary amines, differs from that of TEA. In MDEA, the methyl group attached to the nitrogen atom creates a certain degree of steric accessibility around the molecule, preventing the nucleophilic character of the nitrogen atom from being completely suppressed. Therefore, MDEA exhibits the ability to chemically interact with CO_2 as a tertiary amine. However, its reaction rate during the chemisorption process is considerably lower than that of secondary and primary amines, namely DEA and MEA. The effects of the molecular structure of amines and steric factors on their interaction with CO_2 are schematically illustrated in **Figure 2**.

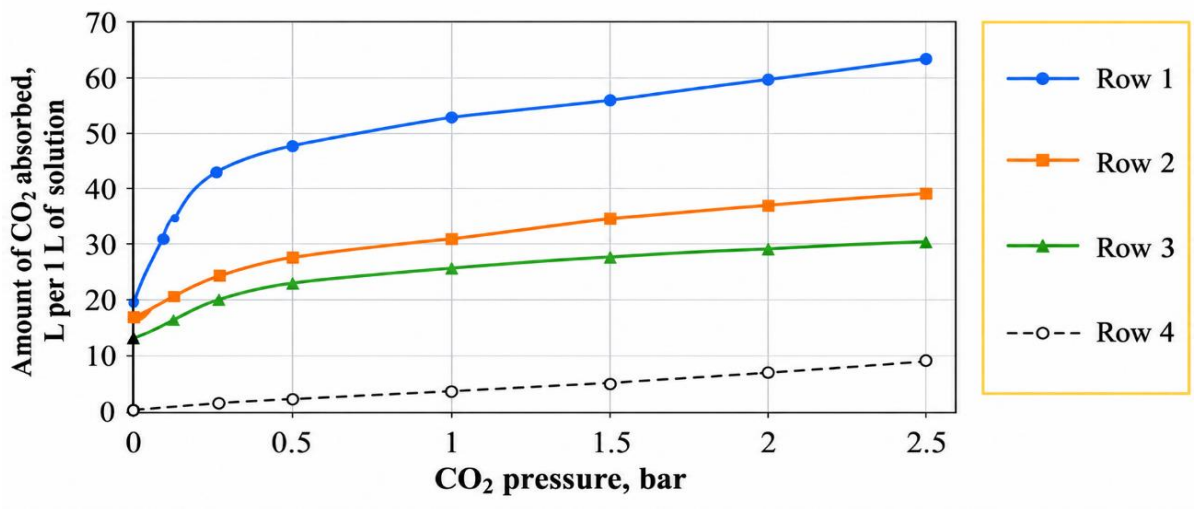


Figure 2. Isotherms of chemisorptive absorption of carbon dioxide by aqueous amine solutions (15 water %) at 20°C: MEA – row 1, DEA – row 2, MDEA – row 3, and the physical absorption isotherm of TEA – row 4.

During the initial stages of implementing amine-based gas purification technologies in Uzbekistan, monoethanolamine (MEA), which exhibits a high chemisorption capacity toward carbon dioxide, was used as one of the principal absorbents. Its relatively low cost and rapid chemical reaction with CO_2 were important factors contributing to its widespread use. Subsequently, as the physicochemical and operational properties of various amine absorbents were studied in greater depth and the possibilities for their industrial-scale production expanded, the transition from MEA to methyldiethanolamine (MDEA) in technological schemes for carbon dioxide removal from gas streams became increasingly relevant. While such a replacement has already been implemented at some industrial facilities, its feasibility has been considered at other sites. Since this technological change requires the reconstruction or modification of existing equipment, its effectiveness must be substantiated from scientific, technical, and economic perspectives [5].

One of the main reasons for considering the transition to MDEA as an absorbent is the presence of certain limitations associated with the operation of MEA solutions. In particular, the formation of relatively stable carbamate compounds as a result of the reaction between MEA and carbon dioxide increases the corrosive activity of the absorbent. Therefore, when aqueous MEA solutions are used in industrial units, their concentration must be maintained below a certain level (Table 1). As a result, the amount of absorbent circulating in the gas purification system increases, leading to higher energy consumption for its circulation.

The corrosive activity of MEA solutions also imposes certain limitations on the temperature regime of the regeneration process. Under such conditions, complete regeneration of the absorbent becomes more difficult, and the residual CO_2 content in the regenerated solution may increase. This, in turn, affects the subsequent CO_2 absorption capacity of the absorbent and the overall efficiency of the technological process [6].

One of the technologically important effects of replacing MEA with MDEA is the possibility of reducing the circulation rate of the absorbent. A decrease in the amount of circulating solution helps reduce the energy required for pumping, heating, and cooling the absorbent. In addition, the lower corrosive effect of MDEA-based processes can improve the operational reliability of process pipelines, absorbers, regeneration units, and other equipment, while also reducing maintenance and repair costs. Another important aspect of using MDEA is its toxicological properties compared with MEA. MDEA has a relatively lower degree of hazard and is classified as a Class 3 hazardous substance. Therefore, the use of MDEA in amine-based purification systems can contribute to reducing harmful impacts on the industrial environment and improving the environmental performance of the facility.

References

1. Орипова Л.Н. Изучение физико-химических свойств и технических характеристик промышленных алканоламинов, применяемых для аминовой очистки природного газа // Academic Research in Educational Sciences. - 2022. - V. 3. - No 3. - P. 431-438.

2. Захаревич Ю.С., Юрьев Е.М. Моделирование схемы аминовой очистки дымовых газов от диоксида углерода при пониженном давлении в ПО ASPEN HYSIS // Нефтегазовое дело. - 2022. - № 4. - С. 117-135.

3. Травень В.Ф. Органическая химия. Т. 3. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2015. – 391 с.

4. Привалова Е.И., Мяки-Арвела П., Мурзин Д.Ю. и др. Поглощение CO_2: традиционные подходы и современные методы, основанные на использовании ионных жидкостей // Успехи химии. - 2012. - Т. 81. - № 5. - С. 435-457.

5. Заволокин К.А., Сосна М.Х., Соколинский Ю.А. Эксергетический анализ схем совмещенного производства метанол-аммиак-карбамида на базе утилизации продувочных газов // НефтеГазоХимия, - 2022. - № 1-2. - С. 23-29.

6. Мазгаров А.М., Корнетова О.М. Технологии очистки попутного нефтяного газа от сероводорода. Учебно-методическое пособие // Казань: Казан. ун-т. - 2015. - 70 с.

SANOAT OBYEKTLARI VA TURAR JOYLARNI UZLUKSIZ ENERGIYA BILAN TA’MINLASHDA KO‘PFUNKSIONAL QUVVAT STANSIYALARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI

Saliyeva Ug‘iloy Kalmurad qizi[1], Ibragimov Botir Dastamovich[1]
[1]Toshkent Davlat transport universiteti, Toshkent O‘zbekiston
e-mail: bd.ibragimov@tstu.uz

Annotatsiya: Ushbu maqolada sanoat obyektlari va turar joy binolarini barqaror hamda ishonchli elektr energiyasi bilan ta'minlash, shuningdek, markazlashgan tarmoqlardagi vaqti-vaqti bilan yuzaga keladigan nosozliklar sharoitida ularning uzluksiz ishlashini kafolatlash masalalari tahlil qilinadi. Hozirgi kunda energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortishi va tarmoqlardagi yuklamalar ishlab chiqarish jarayonlari hamda aholi xonadonlarining energiya ta’minotida qisqa muddatli yoki uzoq davom etuvchi uzilishlarni keltirib chiqarmoqda.

Mazkur muammolarni bartaraf etish va energiya xavfsizligini ta’minlash maqsadida Toshkent davlat transport universitetida ishlab chiqilgan «Ko‘pfunksional quvvat stansiyasi» innovatsion loyihasining muhandislik-texnik hisob-kitoblari, tejamkorlik ko‘rsatkichlari va amaliy qo‘llash yechimlari atroflicha yoritib beriladi. Maqolada muqobil energiya manbalarini integratsiya qilish hamda avtonom zaxira quvvatlaridan samarali foydalanish orqali sanoat korxonalari va turar joylarning energetik mustaqilligini oshirish yo‘llari ilmiy asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: sanoat obyektlari, barqaror, ishonchli elektr energiyasi, elektr energiyasi uzilishi, ko‘pfunksional quvvat stansiyasi, avtonom ta'minot, invertor.

Аннотация: В данной статье анализируются вопросы обеспечения промышленных объектов и жилых зданий стабильной и надежной электроэнергией, а также гарантирования их бесперебойной работы в условиях периодических сбоев в централизованных сетях. В настоящее время растущий спрос на энергоресурсы и перегрузки в сетях вызывают кратковременные или длительные перебои в энергоснабжении производственных процессов и жилых домохозяйств.

Для устранения данных проблем и обеспечения энергетической безопасности всесторонне освещаются инженерно-технические расчеты, показатели экономической эффективности и решения практического применения инновационного проекта «Многофункциональная электростанция», разработанного в Ташкентском государственном транспортном университете. В статье научно обоснованы пути повышения энергетической независимости промышленных предприятий и жилых зон за счет интеграции альтернативных источников энергии и эффективного использования автономных резервных мощностей.

Ключевые слова: промышленные объекты, стабильная, надежная электроэнергия, отключение электроэнергии, многофункциональная электростанция, автономное снабжение, инвертор.

Abstract: This article analyzes the issues of providing industrial facilities and residential buildings with stable and reliable electricity, as well as guaranteeing their continuous operation in the face of periodic faults in centralized grids. Currently, the growing demand for energy resources and grid overloads cause short-term or long-term disruptions in the energy supply of industrial processes and residential households.

To eliminate these problems and ensure energy security, the engineering and technical calculations, economic efficiency indicators, and practical application solutions of the "Multifunctional Power Station" innovative project developed at the Tashkent State Transport University are comprehensively highlighted. The article scientifically substantiates ways to increase the energy independence of industrial enterprises and residential areas through the integration of alternative energy sources and the effective use of autonomous backup capacities.

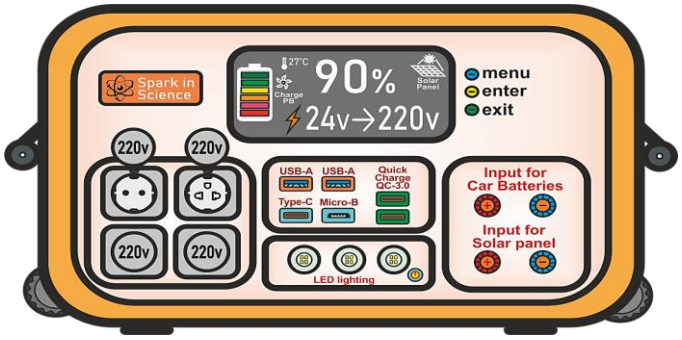
Keywords: industrial facilities, stable, reliable electricity, power outage, multifunctional power station, autonomous supply, inverter.

Hozirgi kunda mamlakatimizda iqtisodiyot tarmoqlarini jadal rivojlantirish, aholining turmush darajasini oshirish va muhandislik-kommunikatsiya infratuzilmasining barqarorligini ta'minlash davlat siyosatining ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi. Aholining talab hamda ehtiyojidan kelib chiqib, energetika tizimida katta islohotlarni amalga oshirilayapti. Bu yo‘nalishda ikkita muhim maqsadga erishish asosiy vazifa qilib belgilangan. Birinchisi, barcha tarmoq va hududlar uchun ishonchli va uzluksiz energiya ta’minotini yo‘lga qo‘yish. Ikkinchisi esa ana shu rejani zamonaviy, ekologik toza va qayta tiklanuvchi muqobil manbalar hisobidan amalga oshirish. Ta’kidlanganidek, sanoat korxonalari va turar joy binolarining uzluksiz energiya ta’minotini yo‘lga qo‘yish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish hamda texnologik jarayonlarning barqarorligini kafolatlash dolzarb ahamiyat kasb etadi [1].

Ishlab chiqarish va xonadonlarning energiya xavfsizligini ta'minlash jarayonida nafaqat markazlashgan tarmoqlar quvvati, balki zamonaviy muqobil va avtonom texnik vositalarning uzluksiz ishlashi ham hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Sanoat korxonalarining texnologik liniyalari, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari hamda aholi yashash punktlaridagi muhim hayotiy ta'minot obyektlari doimiy elektr energiyasi bilan ta'minlangan bo‘lishi shart. Biroq elektr energiyasi ta’minotidagi favqulodda uzilishlar va markaziy tarmoqlardagi nosozliklar sababli yuzaga keladigan tok tanqisligi ishlab chiqarish jarayonlarining to‘xtashiga, mahsulot sifatining pasayishiga hamda aholi xonadonlarida jiddiy noqulayliklarni keltirib chiqarmoqda [2].

Elektr energiyasini ishlab chiqarish va uni taqsimlash murakkab jarayonlarni tashkil etib, iqtisodiyot va transport infratuzilmasining barcha tarmoqlarini energiyasiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Bu esa tarmoqlardagi uzilishlar vaqtida energiya to‘plash (akkumulyatsiya qilish) va zaxira quvvat manbalari orqali jarayonlarning uzluksizligini kafolatlashni taqozo etadi.

Materiallar va usullar. Sanoat korxonalari va turar joy binolarining uzluksiz energiya bilan ta’minlash dolzarb masalalardan hisoblanadi. Bu o‘z navbatida iqtisodiy rivojlanish va ijtimoiy qo‘llab quvatlash uchun muhimdir.



Tarmoqlardagi uzilishlar xavfini bartaraf etish, elektr energiyasini bexosdan o‘chishini oldini olish maqsadida Toshkent davlat transport universitetida **“Ko‘pfunksional quvvat stansiyasi”** startap loyihasi ishlab chiqildi [3].

Qurilmaning texnik parametrlari va muhandislik hisob-kitoblari:

Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan namunaviy qurilmalar bir nechta quvvat diapazonlariga ega bo‘lib (jumladan, 400 Vt va 3000 Vt luks modellar), quyidagi keng qamrovli texnik imkoniyatlarni ta'minlaydi:

1. **Quvvat manbalari va zaryadlanish xususiyatlari:** Qurilma o‘zini umumiy elektr tarmog‘idan to‘liq quvvatlash uchun 4-7 soat vaqt sarflaydi. Shuningdek, u tashqi quyosh panellari yoki avtomobil akkumulyatorlari orqali avtonom tarzda zaryadlanishi va energiya uzatishi mumkin.
2. **Intellektual invertor tizimi:** Qurilma ichki qismiga o‘rnatilgan “Smart Inverter” tizimi orqali chiqishida barqaror o‘zgaruvchan 220–230 V kuchlanish hosil qiladi.
3. **3000 Vt quvvatdagi stansiyaning imkoniyatlari:** 115 A-li litiy-ion akkumulyator bilan jihozlangan bo‘lib, asosiy yuklama quvvati 3000 Vt (3 kVt) ni tashkil etadi. 200 Amperli tashqi avtomobil akkumulyatoridan foydalanilganda esa 4800 Vt (4,8 kVt) gacha quvvat ishlab chiqarish imkoniyati ochiladi. Agar bitta o‘rtacha chorrahadagi svetoforlar majmuasi o‘rtacha 300 Vt quvvat sarflasa, 3 kVt·soat quvvatga ega stansiya qo‘shimcha zaryadsiz 10 soat davomida uzluksiz ishlashini ta’minlaydi.



4. **Qurilmaning yuklamaga bog‘liq holda quvvat taqsimlash vaqtlari:**

10 ta LED chiroqqa (15 Vt/soat) – 20 soatgacha;

Muzlatgichga (1300 Vt/sutka) – 2,3 kun davomida;

Noutbukga (65 Vt/soat) – 46 soatgacha;

Smart televizorga (200 Vt/soat) – 15 soatgacha;

5. Shaxsiy kompyuterga (600 Vt/soat) – 6 soat davomida uzluksiz xizmat ko‘rsatadi.

Natijalar va muhokama. Noutbuklar uchun 19V/20V doimiy tok chiqishlari, mobil telefonlarni tezkor quvvatlash uchun QC 3.0 standarti, shuningdek, planshet, simsiz quloqchin, aqlli soat kabi turli gadjetlar uchun USB portlar va simsiz zaryadlash texnologiyasi mavjud. Qurilma korpusi o‘zini-o‘zi yorituvchi LED chiroqlar va zaryad qiymatini raqamlar hamda indikatorlar orqali ko‘rsatuvchi shaxsiy displey bilan ta'minlangan. Akkumulyatordagi quvvat darajasini nazoratlab, tovush signalida ogohlantirish tizimi ham mavjud.

Mobillik va tezkorlik: Qurilma qulay gabaritga ega bo‘lib, maxsus g‘ildiraklari yordamida tashishda g‘ildiratib olib yurishga va harakatdagi maxsus postlarga oson ko‘chirib o‘tkazilishiga mo‘ljallangan. Bu esa favqulodda vaziyatlarda ko‘chma baza vazifasini bajaradi.

Xulosa qilib aytganda, sanoat uchun ishlab chiqarish jarayonlarining to‘xtamasdan ishlashi, aholining esa turmush tarzini yaxshilash uchun energiya tizimlarining uzluksiz ishlashi katta qiluvchi ahamiyatga ega. Toshkent davlat transport universitetida yaratilgan **“Ko‘pfunksional quvvat stansiyasi”** elektr energiyasi uzilishlari oldini olishda eng maqbul tejamkor, mobil va innovatsion yechim hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyev. “Energetika tizimidagi asosiy maqsadimiz – uzluksiz ta’minot va «yashil» manbalarga o‘tish” kun.uz, 05.12.2025.

2. Karimov R.A., Usmonov B.X. Sanoat korxonalari va hududiy infratuzilmalarni energiya bilan ta'minlashning zamonaviy muammolari va yechimlari // Energetika va resurs tejash muammolari. - Toshkent, 2025. - №3. - B. 112-116.

3. Toshkent davlat transport universiteti. “Ko‘pfunksional quvvat stansiyasi” startap loyihasi texnik materiallari va muhandislik hisob-kitoblari. - Toshkent, 2026.

4. G‘ulomov A.A. va boshqalar. Avtonom energiya manbalari va ularning shahar infratuzilmasidagi o‘rni. // Transport muammolari ilmiy jurnali. - Toshkent, 2025. - №3. - B. 45-52.

MASOFAVIY SUV SARFINI O‘LCHASH (RADAR) QURILMASINING SUV SIRTI TEZLIGINI O‘LCHASH ANIQLIGINI EKSPERIMENTAL BAHOLASH

Otaxonov Maqsudxon Yusufovich[1], Allayorov Davronjon Shamsiddin o‘g‘li[2], Zokirov Ilhomjon Bahtiyor o‘g‘li[3]

[1] Smart solution system MCHJ, Toshkent, O‘zbekiston

[2]Toshkent davlat transport universiteti Toshkent, O‘zbekiston

[3]“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti, Toshkent, O‘zbekiston, e-mail: ilhomjonzokirov1@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu maqolada masofaviy suv sarfini o‘lchash radar qurilmasining suv sirti tezligini o‘lchash aniqligi laboratoriya sharoitida eksperimental baholangan. Tadqiqotlar Smart Solution System MChJning “Gidravlika va gidrometriya” laboratoriyasidagi beton qoplamali K-2 kanalida olib borilgan. Tajribalar suv chuqurligi 0,30; 0,60 va 0,90 m bo‘lgan uchta gidravlik rejimda bajarilgan. Har bir rejimda kanal eni bo‘yicha belgilangan to‘qqizta vertikalda radar qurilmasi yordamida suv sirti tezligi o‘lchangan va olingan natijalar Universal Muline CM-32 gidrometrik vertushkasining sirtga yaqin qatlamdagi nazorat ko‘rsatkichlari bilan qiyoslangan. Jami 27 ta juft o‘lchov natijasi asosida tezliklarning ko‘ndalang taqsimlanishi va qurilmalar ko‘rsatkichlari orasidagi moslik statistik tahlil qilingan. Natijada o‘rtacha mutlaq xatolik MAE = 0,0072 m/s, o‘rtacha kvadratik xatolik RMSE = 0,0074 m/s, o‘rtacha mutlaq foiz xatolik MAPE = 1,49 % va determinatsiya koeffitsiyenti R^2 = 0,9957 ni tashkil etgan. Radar qurilmasi barcha rejimlarda kanal eni bo‘yicha tezlikning o‘zgarishini, jumladan, markaziy qismdagi maksimal qiymatlarni va yon devorlar yaqinidagi pasayishni qayd etgan. Olingan natijalar tadqiq etilgan laboratoriya sharoitida radar qurilmasining suv sirti tezligini o‘lchashda qo‘llanish imkoniyatini ko‘rsatgan.*

Kalit so‘zlar: *radar qurilmasi, suv sirti tezligi, kontaktsiz o‘lchash, gidrometrik vertushka, laboratoriya tajribasi, o‘lchash aniqligi.*

Аннотация. *В статье представлена экспериментальная оценка точности измерения скорости поверхностного течения радарным устройством дистанционного измерения расхода воды в лабораторных условиях. Исследования проводились в лаборатории «Гидравлика и гидрометрия» ООО Smart Solution System на бетонном канале К-2. Эксперименты выполнены при трёх гидравлических режимах с глубинами воды 0,30; 0,60 и 0,90 м. При каждом режиме скорость поверхностного течения измерялась радарным устройством на девяти измерительных вертикалях, расположенных по ширине канала. Полученные результаты сопоставлялись с контрольными измерениями скорости в приповерхностном слое, выполненными гидрометрической вертушкой Universal Muline CM-32. На основе 27 парных измерений проведён статистический анализ поперечного распределения скорости и согласованности показаний приборов. Средняя абсолютная ошибка составила MAE = 0,0072 м/с, среднеквадратичная ошибка RMSE = 0,0074 м/с, средняя абсолютная процентная ошибка MAPE = 1,49 %, а коэффициент детерминации R^2 = 0,9957. Радарное устройство зафиксировало изменение скорости по ширине канала при всех*

исследованных режимах, включая максимальные значения в центральной части и снижение скорости вблизи боковых стенок. Полученные результаты подтверждают возможность применения исследуемого радарного устройства для измерения скорости поверхностного течения в рассмотренных лабораторных условиях.

Ключевые слова: *радарное устройство, скорость поверхностного течения, бесконтактное измерение, гидрометрическая вертушка, лабораторный эксперимент, точность измерения.*

Abstract. *This paper presents an experimental evaluation of the accuracy of water-surface velocity measurements obtained using a radar device designed for remote water discharge measurement under laboratory conditions. The study was conducted in the Hydraulics and Hydrometry Laboratory of Smart Solution System LLC using the concrete-lined K-2 channel. Experiments were performed under three hydraulic conditions corresponding to water depths of 0.30, 0.60, and 0.90 m. For each condition, water-surface velocity was measured using the radar device at nine measurement positions distributed across the channel width. The results were compared with reference measurements of near-surface velocity obtained using a Universal Muline CM-32 hydrometric current meter. A total of 27 paired measurements were analyzed to evaluate the transverse velocity distribution and the agreement between the two instruments. The mean absolute error was MAE = 0.0072 m/s, the root mean square error was RMSE = 0.0074 m/s, the mean absolute percentage error was MAPE = 1.49%, and the coefficient of determination was R^2 = 0.9957. The radar device captured variations in surface velocity across the channel width under all three hydraulic conditions, including maximum velocities near the channel center and lower velocities near the side walls. The findings demonstrate the applicability of the investigated radar device for water-surface velocity measurement under the tested laboratory conditions.*

Keywords: *radar device, water-surface velocity, non-contact measurement, hydrometric current meter, laboratory experiment, measurement accuracy.*

Kirish. Sug‘orish kanallarida suv sarfini aniq va uzluksiz hisobga olish suv resurslaridan oqilona foydalanish, suv taqsimotini boshqarish hamda irrigatsiya tizimlarining ekspluatatsion ishonchliligini ta’minlashning muhim shartidir [1]. Suv sarfini o‘lchash qurilmalari statsionar va ko‘chma turlarga ajratiladi. Statsionar qurilmalarga Tomson va Chipoletti suv o‘tkazgichlari, Parshall va ISMITI suv o‘lchash novlari hamda avtomatlashtirilgan gidrometrik postlar kiradi. Ko‘chma vositalar sifatida gidrometrik vertushkalar va akustik Doppler qurilmalaridan foydalaniladi. Biroq ayrim vositalar mutaxassis ishtirokini va asbobni suv oqimiga kiritishni talab etadi [2]. So‘nggi yillarda suv hisobini raqamlashtirish va uzluksiz monitoringni tashkil etish maqsadida kontaktsiz texnologiyalarga e’tibor ortmoqda [3]. Xususan, radar qurilmalari suv sathi va sirt tezligini masofadan o‘lchash, ma’lumotlarni avtomatik qayd etish hamda uzatish imkonini beradi.

Radar qurilmalarining asosiy o‘lchov parametrlaridan biri suv sirti tezligi bo‘lib, uni ishonchli qayd etish gidrometrik o‘lchashlarda muhim ahamiyatga ega [4]. O‘lchash natijalariga sensorning o‘rnatilish geometriyasi, radar nurining yo‘naltirilish burchagi, o‘lchash zonasining joylashuvi, suv yuzasining xususiyatlari va qaytgan signal sifati ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli qurilmaning o‘lchash aniqligini turli gidravlik sharoitlarda eksperimental tekshirish zarur.

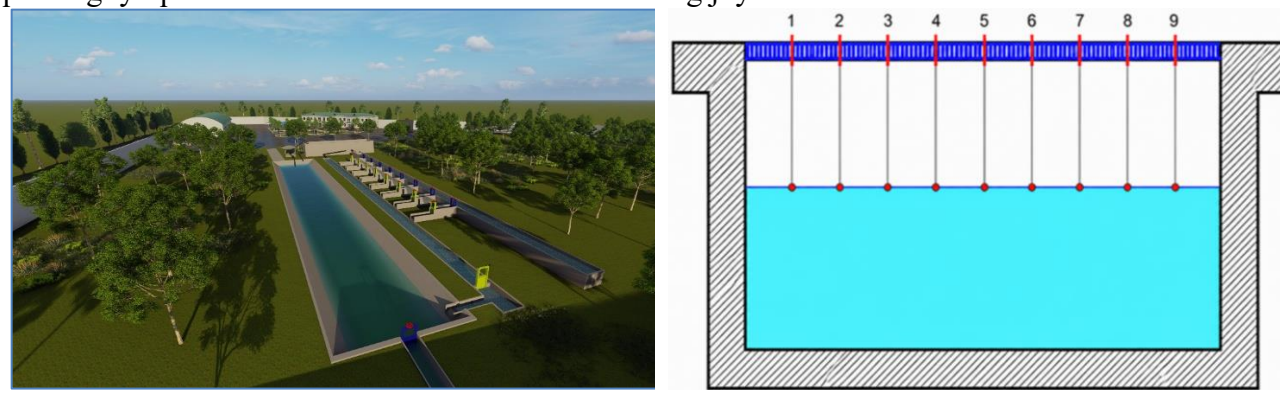
So‘nggi tadqiqotlarda radar yordamida sirt tezligini o‘lchash, Doppler signallarini qayta ishlash, sensorni joylashtirish va o‘lchash xatoliklarini baholash masalalari o‘rganilgan [5]. Huang va hammualliflar radar texnologiyalari hamda signalni qayta ishlash usullarini tahlil qilgan. Catsamas va hammualliflar radar sensorini laboratoriya va dala sharoitida sinovdan o‘tkazgan, Zhou va hammualliflar esa radar natijalarini elektromagnit tezlik o‘lchagich va tasviriy usullar bilan qiyoslagan.

Radar qurilmasining o‘lchash aniqligini baholashda uning ko‘rsatkichlarini mustaqil nazorat o‘lchovlari bilan taqqoslash muhimdir [6]. Son va hammualliflar radar natijalarini tasviriy velosimetriya va akustik Doppler o‘lchovlari bilan solishtirib, sensor joylashuvi hamda tezlik taqsimotining ta’sirini ko‘rsatgan. Laboratoriya sharoitida gidravlik rejimlarni boshqarish va

o‘lchovlarni belgilangan nuqtalarda takrorlash qurilmaning o‘lchash xususiyatlarini baholash imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi - laboratoriya sharoitida masofaviy suv sarfini o‘lchash radar qurilmasining suv sirti tezligini o‘lchash aniqligini gidrometrik vertushka yordamida olingan nazorat natijalari bilan qiyoslash orqali eksperimental baholashdan iborat.

Materiallar va usullar. Tajriba Smart Solution System MChJning “Gidravlika va gidrometriya” laboratoriyasidagi K-2 beton qoplamali to‘g‘ri to‘rtburchak kanalda o‘tkazildi (1-rasm, a). Kanal uzunligi 80 m, eni B = 2,50 m va qurilish chuqurligi 1,02 m ni tashkil etadi. O‘lchashlar oqim nisbatan barqaror shakllangan bitta nazorat stvorida amalga oshirildi. Kanalning chap yon devoridan 0,25 m masofadan boshlab, eni bo‘yicha 0,25 m qadam bilan to‘qqizta o‘lchash vertikali belgilandi. Vertikallarning koordinatalari mos ravishda 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00 va 2,25 m ni tashkil etdi (1-rasm, b). Mazkur o‘lchash sxemasi suv sirti tezligining kanal eni bo‘yicha taqsimlanishini, jumladan, yon devorlar yaqinidagi sekinlashgan zonalarni, markaziy qismdagi yuqori tezliklarni hamda maksimal tezlikning joylashuvini baholash imkonini berdi.



a) K-2 laboratoriya kanalining umumiy ko‘rinishi

b) kanal ko‘ndalang kesimida to‘qqizta o‘lchash vertikalining joylashuvi

1-rasm. Laboratoriya kanali va suv sirti tezligini o‘lchash vertikallarining joylashuv sxemasi

Laboratoriya tajribalarida suv sirti tezligini o‘lchash uchun radar qurilmasidan, uning natijalarini qiyosiy baholash uchun esa Universal Muline CM-32 gidrometrik vertushkasidan foydalanildi (2-rasm, a, b). Har bir gidravlik rejimda o‘lchashlar oqim barqarorlashgandan so‘ng amalga oshirildi.



a) Radar qurilmasi

b)Universal current meter (CM-32) gidrometrik vertushkasi.

2-rasm. Suv sirti tezligini qiyosiy o‘lchashda foydalanilgan laboratoriya qurilmalari

Har bir vertikalda gidrometrik vertushka yordamida sirtga yaqin qatlamdagi oqim tezligi uch marta o‘lchanib, natijalarning o‘rtacha qiymati hisoblandi. Gidravlik rejim o‘zgartirilmagan holda, radar qurilmasi yordamida ayni vertikallardagi suv sirti tezliklari qayd etildi. Shu tariqa radar va gidrometrik vertushka ko‘rsatkichlarini bir xil gidravlik sharoitlarda qiyoslash imkoniyati yaratildi. Tajribalar suv chuqurligi H = 0,30; 0,60 va 0,90 m bo‘lgan uchta gidravlik rejimda o‘tkazilib, ularga mos suv sarflari 0,257; 0,724 va 1,287 m³/s ni tashkil etdi. Har bir rejimning asosiy gidravlik ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Laboratoriya tajribalarining asosiy gidravlik rejimlari

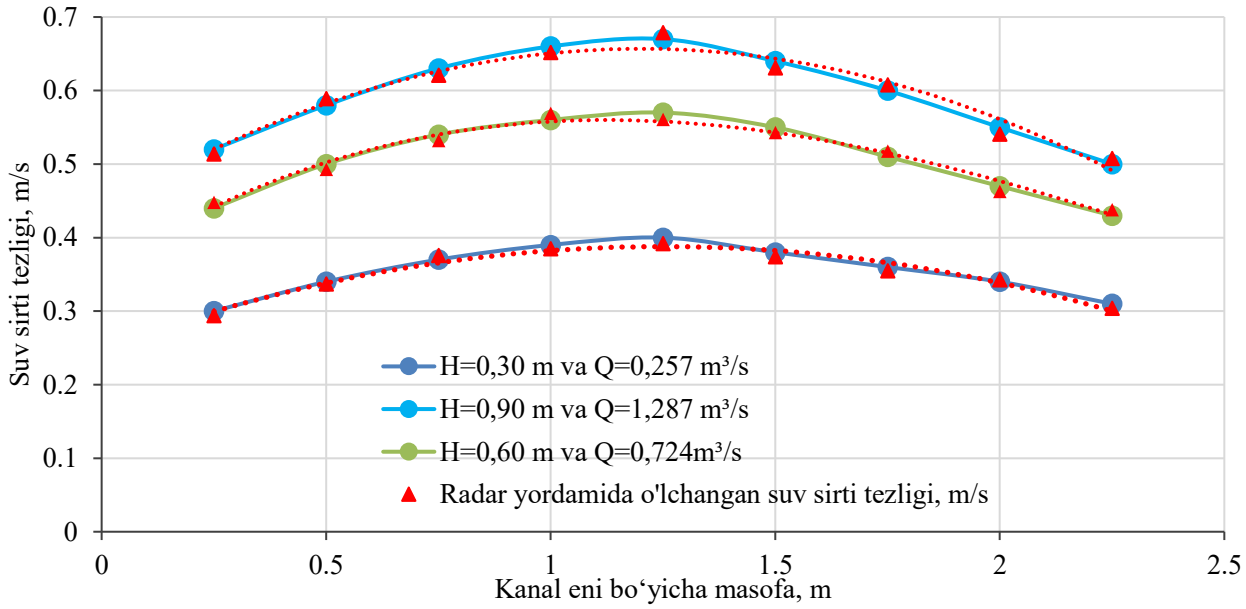
Tajriba rejimi	Suv chuqurligi H, m	Suv sarfi Q, m³/s	Harakat kesimi ω, m²	Kesim bo‘yicha o‘rtacha tezlik, m/s	Suv yuzasi eni B, m
1	0,30	0,257	0,75	0,343	2,50
2	0,60	0,724	1,50	0,483	2,50
3	0,90	1,287	2,25	0,572	2,50

Natijalar va muhokama. Laboratoriya tajribalarida radar qurilmasi va gidrometrik vertushka yordamida olingan natijalar suv sirti tezligining kanal eni bo‘yicha notekis taqsimlanishini ko‘rsatdi. Uchala gidravlik rejimda ham tezlikning nisbatan kichik qiymatlari yon devorlar yaqinida, maksimal qiymatlari esa kanalning markaziy qismida kuzatildi. H = 0,30 m rejimida gidrometrik vertushka bo‘yicha maksimal tezlik 0,40 m/s, radar qurilmasi bo‘yicha esa 0,392 m/s ni tashkil etdi. H = 0,60 va 0,90 m rejimlarida maksimal tezliklar vertushka bo‘yicha mos ravishda 0,57 va 0,67 m/s, radar bo‘yicha esa 0,569 va 0,679 m/s ga teng bo‘ldi. Uchta gidravlik rejimda to‘qqizta o‘lchash vertikali bo‘yicha radar va gidrometrik vertushka yordamida olingan tezliklarning qiyosiy natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Turli gidravlik rejimlarda o‘lchash vertikallari bo‘yicha suv sirti tezliklarining qiyosiy natijalari

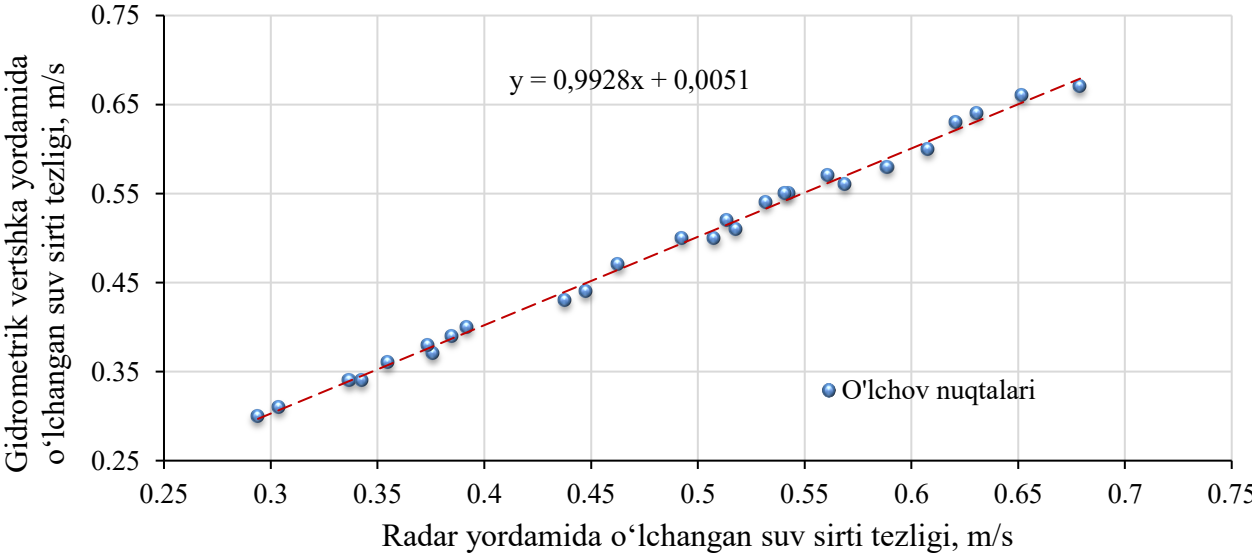
Vertikal	Koordinata, m	O‘lchash vertikallaridagi suv sirti tezliklari, m/s					
		H = 0,30 m		H = 0,60 m		H = 0,90 m	
		Vertushka	Radar	Vertushka	Radar	Vertushka	Radar
1	0,25	0,30	0,294	0,44	0,448	0,52	0,514
2	0,50	0,34	0,337	0,50	0,493	0,58	0,589
3	0,75	0,37	0,376	0,54	0,532	0,63	0,621
4	1,00	0,39	0,385	0,56	0,569	0,66	0,652
5	1,25	0,40	0,392	0,57	0,561	0,67	0,679
6	1,50	0,38	0,374	0,55	0,543	0,64	0,631
7	1,75	0,36	0,355	0,51	0,518	0,60	0,608
8	2,00	0,34	0,343	0,47	0,463	0,55	0,541
9	2,25	0,31	0,304	0,43	0,438	0,50	0,508

Ushbu jadvalga ko‘ra, barcha gidravlik rejimlarda radar va gidrometrik vertushka natijalari o‘zaro yaqin bo‘lib, suv chuqurligi ortishi bilan sirt tezliklari oshgan. Har ikkala qurilmada ham minimal tezliklar yon devorlar yaqinida, maksimal qiymatlar esa kanal markazida kuzatildi. Tezliklarning kanal eni bo‘yicha taqsimlanishini qiyoslash uchun uchta rejimning tezlik profillari tuzildi (3-rasm).



3-rasm. urli gidravlik rejimlarda radar va gidrometrik vertushka yordamida o‘lchangan suv sirti tezliklarining kanal eni bo‘yicha taqsimlanishi

Ushbu rasmda radar va gidrometrik vertushka yordamida olingan tezlik profillari barcha rejimlarda o‘zaro yaqin bo‘lib, radar qurilmasi kanal markazidagi yuqori tezliklarni va yon devorlar tomon ularning pasayishini qayd etgan. Qurilmalar ko‘rsatkichlari orasidagi bog‘lanishni baholash uchun 27 ta juft o‘lchov asosida regressiya tahlili bajarildi (4-rasm).



4-rasm. Radar va gidrometrik vertushka yordamida o‘lchangan suv sirti tezliklari orasidagi regressiya bog‘lanishi

Ushbu rasmda o‘lchov nuqtalarining regressiya chizig‘i atrofida zich joylashgani radar va gidrometrik vertushka natijalari orasida kuchli chiziqli bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatadi. Olingan regressiya tenglamasi y = 0,9928x + 0,0051 ko‘rinishida bo‘lib, uning qiyalik koeffitsiyenti birga yaqin. Bu radar qurilmasi ko‘rsatkichlarining nazorat o‘lchovlari bilan yuqori darajada mos kelishini bildiradi. O‘lchashlar orasidagi tafovutlarni miqdoriy baholash maqsadida har bir gidravlik rejim va jami 27 ta juft natija uchun MAE, RMSE, MAPE hamda R^2 statistik ko‘rsatkichlari hisoblandi (3-jadval).

3-jadval. Radar va gidrometrik vertushka natijalarining statistik taqqoslanishi

H, m	MAE, m/s	RMSE, m/s	MAPE, %	R^2
0,30	0,005	0,006	1,51	0,982
0,60	0,008	0,008	1,56	0,976
0,90	0,008	0,008	1,41	0,979
Jami 27 juft	0,0072	0,0074	1,49	0,9957

3-jadval natijalariga ko‘ra, jami 27 ta juft o‘lchov uchun MAE = 0,0072 m/s, RMSE = 0,0074 m/s, MAPE = 1,49 % va R^2 = 0,9957 ni tashkil etdi. Alohida gidravlik rejimlarda MAPE qiymatining 1,41–1,56 % oralig‘ida bo‘lishi o‘lchash natijalari orasidagi nisbiy farqlar kichik ekanligini ko‘rsatadi. Shunday qilib, o‘tkazilgan laboratoriya tajribalari radar qurilmasi tadqiq etilgan gidravlik sharoitlarda suv sirti tezligini gidrometrik vertushka natijalariga yaqin qiymatlarda qayd etishini tasdiqladi.

Xulosa. Beton qoplamali laboratoriya kanalida uchta gidravlik rejimda o‘tkazilgan tajribalar radar qurilmasining suv sirti tezligini o‘lchash natijalari gidrometrik vertushka ko‘rsatkichlari bilan yuqori darajada mos kelishini ko‘rsatdi. Jami 27 ta juft o‘lchov bo‘yicha MAE = 0,0072 m/s, RMSE = 0,0074 m/s, MAPE = 1,49 % va R^2 = 0,9957 ni tashkil etdi. Radar qurilmasi barcha rejimlarda suv sirti tezligining kanal eni bo‘yicha taqsimlanishini, jumladan, yon devorlar yaqinida tezlikning pasayishi va markaziy qismda maksimal qiymatlarning shakllanishini qayd etdi. Olingan natijalar tadqiq etilgan laboratoriya sharoitida radar qurilmasining suv sirti tezligini o‘lchash uchun qo‘llanish imkoniyatini eksperimental tasdiqladi. Radar qurilmalari yordamida suv sarfini aniqlashda o‘lchangan lokal sirt tezligi asosida kanal kesimi bo‘yicha o‘rtacha tezlikni ishonchli hisoblash muhim ahamiyatga ega. Shu bois kelgusidagi tadqiqotlarda kanalning geometrik va gidravlik xususiyatlarini hisobga olgan holda sirt tezligini kesim bo‘yicha o‘rtacha tezlikka bog‘lash usullarini ishlab chiqish hamda ushbu usullar asosida radar qurilmalari yordamida suv sarfini masofadan aniqlash texnologiyasini takomillashtirish nazarda tutiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Chen Y.-C., Hsu Y.-C., Zai E.O. Streamflow Measurement Using Mean Surface Velocity // Water. – 2022. – Vol. 14, No. 15. – Article 2370. DOI: 10.3390/w14152370.
2. Fulton J.W., Mason C.A., Eggleston J.R. et al. Near-Field Remote Sensing of Surface Velocity and River Discharge Using Radars and the Probability Concept at 10 U.S. Geological Survey Streamgages // Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12, No. 8. – Article 1296. DOI: 10.3390/rs12081296.
3. Bandini F., Frías M.C., Liu J., Simkus K., Karagkiolidou S., Bauer-Gottwein P. Challenges with Regard to Unmanned Aerial Systems (UASs) Measurement of River Surface Velocity Using Doppler Radar // Remote Sensing. – 2022. – Vol. 14, No. 5. – Article 1277. DOI: 10.3390/rs14051277.
4. Nord G., Safdar S., Hasanyar M. et al. Streamflow Monitoring at High Temporal Resolution Based on Non-Contact Instruments and Manually Surveyed Bathymetry in a River Prone to Bathymetric Shifts // Water Resources Research. – 2025. – Vol. 61, No. 4. – Article e2024WR037536. DOI: 10.1029/2024WR037536.

5. Huang Y., Chen H., Liu B., Huang K., Wu Z., Yan K. Radar Technology for River Flow Monitoring: Assessment of the Current Status and Future Challenges // Water. – 2023. – Vol. 15, No. 10. – Article 1904. DOI: 10.3390/w15101904.

6. Son G., Kim D., Kim K., Roh Y. Performance of a Rectangular-Shaped Surface Velocity Radar for River Velocity Measurements // KSCE Journal of Civil Engineering. – 2023. – Vol. 27, No. 3. – P. 1077–1092. DOI: 10.1007/s12205-023-0272-0.

QUYI MOLEKULALI POLIETILEN VA YOG‘ KISLOTALARI ASOSIDA DIZEL YOQILG‘ISI UCHUN SAMARALI MOYLOVCHI PRISADKALAR OLISHNING INTEGRALLASHGAN TEXNOLOGIYASI

H.S. Fozilov[1], S.M. Turobjonov[2], O.B. Axmedova[2]
[1]Buxoro davlat texnika universiteti,
[2]Toshkent davlat texnika universiteti
e-mail: zodamedova@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada neft-gaz va yog‘-moy sanoati ikkilamchi xomashyolari asosida dizel yoqilg‘isi uchun yeyilishga qarshi prisadka olish texnologiyasi tadqiq etilgan. Quyi molekulali polietilen va yog‘ kislotalari asosida funksional komponentlar olindi. Mahsulotlar FTIR va GC–MS usullarida tahlil qilindi. 0,0163 mass.% prisadka qo‘shilganda HFRR yeyilish izi 520 mkm dan 400–460 mkm gacha kamaydi.

Kalit so‘zlar: dizel yoqilg‘isi; quyi molekulali polietilen; yuqori yog‘ spirtlari; yog‘ kislotalari; eterifikatsiya; HFRR; FTIR; qattiq fazali ekstraksiya; ikkilamchi xomashyo.

Аннотация: Исследована технология получения противоизносной присадки для дизельных топлив из вторичного сырья нефтегазовой и масложировой промышленности. Получены функциональные компоненты из низкомолекулярного полиэтилена и жирнокислотных фракций. Методами FTIR и GC–MS подтверждена структура продуктов. Добавление 0,0163 мас.% присадки снизило диаметр пятна износа HFRR с 520 до 400–460 мкм.

Ключевые слова: дизельное топливо; низкомолекулярный полиэтилен; высшие жирные спирты; жирные кислоты; этерификация; инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR).

Abstract: This study presents an integrated technology for producing anti-wear additives for diesel fuels using secondary feedstocks. Functional components were synthesized from low-molecular-weight polyethylene and fatty acid fractions. FTIR and GC–MS analyses confirmed product formation. The additive at 0.0163 wt.% reduced HFRR wear scar diameter from 520 μm to 400–460 μm.

Keywords: diesel fuel; low-molecular-weight polyethylene; higher fatty alcohols; fatty acids; esterification; HFRR; FTIR; secondary feedstock.

Past va ultra-past oltingugurtli dizel yoqilg‘ilarini ishlab chiqarishda gidrotozalash chuqurlashgani sari nafaqat oltingugurtli, balki metall sirtiga adsorbsiyalanib tabiiy moylovchanlikni ta’minlaydigan kislorodli va azotli birikmalar ham kamayadi. Natijada yuqori bosimli yoqilg‘i nasosi, plunjer juftliklari va purkagich elementlarida chegaraviy ishqalanish kuchayadi. Shu sababli zamonaviy dizel sifati faqat setan soni, zichlik yoki qovushqoqlik bilan emas, balki HFRR sinovida o‘lchanadigan yeyilish izi diametri bilan ham baholanadi.

Yeyilishga qarshi prisadkalarning samarasi ularning qutbli funksional guruhi va uglevodorod radikali tuzilishiga bog‘liq. Karboksil, gidroksil va efir guruhlari metall sirtida adsorbsiyalanadi, uzun C_{12}–C_{20} zanjirlar esa yoqilg‘i fazasi bilan moslashuvchanlikni va sirt bo‘ylab yo‘naltirilgan himoya qatlamini ta’minlaydi [5–6]. Yog‘ kislotalari, ularning efirlari va yuqori yog‘ spirtlari shu sababli kam dozada ishlaydigan moylovchanlik modifikatorlari sifatida istiqbolli hisoblanadi.

Mahalliy gaz-kimyo ishlab chiqarishida quyi molekulali polietilen (QMPE) va polipropilen (QMPP) kabi tovar polimer talablariga to‘liq javob bermaydigan ikkilamchi fraksiyalar hosil bo‘ladi.

Ularning uglevodorod skeleti dizel bilan yuqori moslikka ega, nazoratli oksidlash esa molekulaga qutbli kislorodli guruhlar kiritish imkonini beradi. Yog‘-moy yo‘nalishida esa yog‘ kislotalari va ularning spirtlar bilan hosil qilgan efirlari qayta ishlash uchun qulay funksional platforma vazifasini bajaradi.

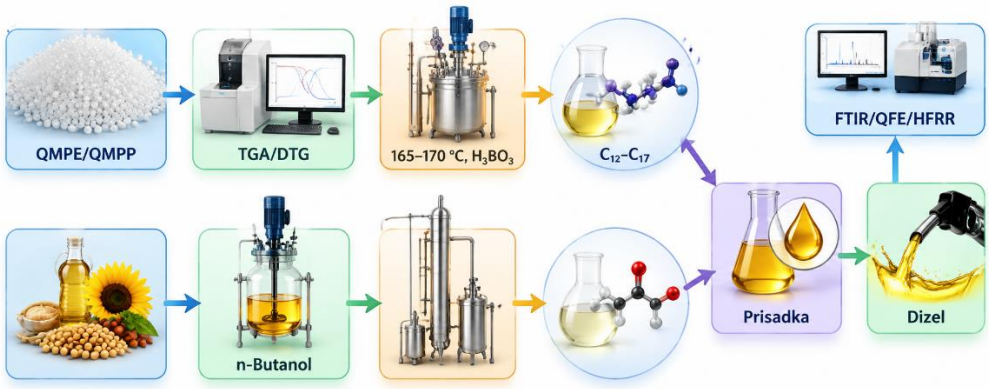
Ishning maqsadi neft-gaz va yog‘-moy sanoatiga aloqador mahalliy ikkilamchi xomashyo oqimlaridan dizel yoqilg‘isi moylovchanligini yaxshilovchi kislorodli prisadkalarni olish uchun texnologik parametrlarni tizimli ravishda asoslash va olingan mahsulotning funksional samaradorligini baholashdan iborat.

Tadqiqot Shurtan gaz-kimyo majmuasining QMPE, Uz-Kor Gas Chemical korxonasining QMPE va QMPP ikkilamchi fraksiyalariga tayandi. Laboratoriya oksidlash reaktoriga 100 g QMPE yuklanib, 5 g bor kislotasi qo‘shildi. Oksidlovchi muhit sifatida 3,0–4,5 % O_2 saqlagan N_2/O_2 gaz aralashmasi berildi; oqim sarfi bir yuklama uchun 70 L/soat darajada ushlab turildi. Jarayon 165–170 °C da olib borildi. Gaz sparger orqali berildi, kondensat qaytarildi, suvli faza Dean–Stark tipidagi tutqichda ajratildi. Reaksiyadan keyin uchuvchan va reaksiyaga kirishmagan uglevodorodlar vakuum ostida haydaldi.

Vaqt bo‘yicha tajribalarda gidroksil guruhlar hosil bo‘lishi to‘rtinchi soatga kelib maksimumga yaqinlashib, beshinchi soatda deyarli o‘zgarmas holatga kelgani kuzatilgan. Tanlangan rejimlarda maqsadli kislorodli mahsulot chiqishi 35–40 %, alohida tajriba seriyalarida 38–39 % ni tashkil etdi.

Yog‘ kislotasi–n-butanol tizimining eterifikatsiya kinetikasi uchun reaksiya uch bo‘g‘izli kolba, termometr, suv hammomi va magnit aralashtirgichli qurilmada o‘rganildi. Jadval ma’lumotlarining izchilligi sababli kinetik qayta hisoblash 85, 95, 105 va 115 °C nuqtalari uchun bajarildi. H_2SO_4 va HCl katalizatorlari solishtirildi; aralashtirishning ta’siri ham alohida baholandi. Reaksiya borishi 20 °C da o‘lchangan nisbiy qovushqoqlikning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi bilan kuzatildi.

Yuqori yog‘ spirtlarini ajratishda avval metanol atmosfera bosimida rektifikatsiya bilan chiqarildi. C_{10}–C_{13} n-alkanlar va maqsadli spirt/keton fraksiyalarining qaynash haroratlari yaqin bo‘lgani uchun reaksiyaga kirishmagan n-alkanlarni suv bilan geterogen azeotrop rektifikatsiya orqali ajratish texnologik jihatdan ma’qul deb topildi. Prisadka sintezi uchun spirt fraksiyasidagi ketonlar miqdori 1–2 % gacha tushirilishi lozim; Pd/Al_2O_3 katalizatorida 110 °C va 1,1 MPa da gidrogenlash tajribasi ketonlarning taxminan 93 % konversiyasini va yakuniy C_{10}–C_{13} spirtlari ulushining 99 % dan ortishini ko‘rsatdi.



1-rasm. Ikkilamchi xomashyodan dizel prisadkasigacha bo‘lgan integrallashgan texnologik zanjir.

Sintez qilingan C_{12}–C_{17} yuqori yog‘ spirtlari Euro-5 turidagi bazaviy dizelga 0,0163 mass.% miqdorda kiritildi. Moylovchanlik ASTM D6079/ISO 12156-1 tamoyillari bo‘yicha 60 °C da HFRR usulida baholandi. Asosiy mezon — po‘lat sharcha yuzasidagi yeyilish izi diametri (WSD) bo‘ldi.

Ikkilamchi poliolefinlarning termik xususiyatlari TGA natijalari uch xomashyoning bir xil emasligini ko‘rsatdi. Shurtan QMPEsida 160,6–350,2 °C oralig‘ida 28,23 % massa yo‘qolishi past molekulyar, oldindan oksidlangan yoki uchuvchan fraksiyalar mavjudligidan dalolat beradi; 420,2–550,6 °C dagi 53,08 % yo‘qotish esa asosiy polimer skeleti destruksiyasiga mos keladi. Ustyurt

QMPEsida asosiy yo‘qotish 308,3–451,0 °C da 75,80 %, yuqori haroratli bosqichda 9,40 % bo‘ldi. QMPPda esa deyarli 96 % massa 261,4–460,2 °C oralig‘ida yo‘qoldi. Bu farqlar xomashyo kelib chiqishi va oldingi oksidlanish darajasi texnologik rejimni bevosita belgilashini ko‘rsatadi.

1-jadval.

Ikkilamchi poliolefinlarning asosiy termik ko‘rsatkichlari.

№	Namuna	Asosiy interval, °C	Massa yo‘qotish, %	Texnologik talqin
1.	Shurtan QMPE	160,6–350,2; 420,2–550,6	28,23; 53,08	Ikki bosqichli, geterogen xomashyo
2.	Ustyurt QMPE	308,3–451,0; 478,7–527,2	75,80; 9,40	Asosiy polimer + yuqori T qoldiq
3.	Ustyurt QMPP	261,4–460,2	≈96	Bitta dominant keng destruksiya sohasi

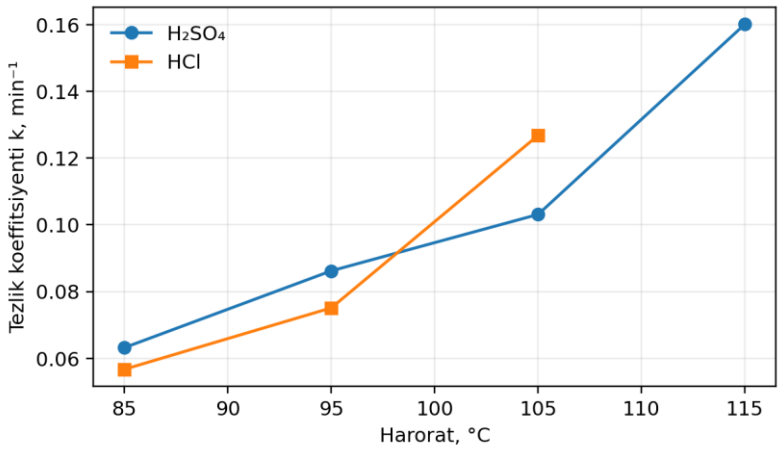
Oksidlash haroratining 165–170 °C darajada tanlanishi polimerning asosiy termik parchalanish zonasidan ancha past bo‘lib, skeletni to‘liq piroliz qilmasdan kislorodli guruhlar kiritish imkonini beradi. Shurtan QMPEsida past haroratli massa yo‘qotish bosqichi mavjudligi sababli aynan ushbu xomashyo uchun gaz sarfi, vaqt va suvni chiqarish tezligini qat’iy nazorat qilish zarur.

Yuqori yog‘ spirtlari hosil bo‘lishi va tuzilishini tasdiqlash bor kislotasi ishtirokidagi oksidlashda iste’mol qilinadigan kislorodning katta qismi spirt hosil bo‘lish yo‘liga yo‘naltiriladi; manba tajribalarida bu ulush 80,5 % gacha yetgani ko‘rsatilgan. Natijada C_{12}–C_{17} diapazonidagi birlamchi va ikkilamchi kislorodli mahsulotlar aralashmasi hosil bo‘ldi. FTIR spektrida 2956,9; 2914,4 va 2848,9 cm^{-1} C–H valent tebranishlari, 1464 cm^{-1} CH_2/CH_3 deformatsiyasi, 1194–1074 cm^{-1} C–O bilan bog‘liq polosalar qayd etildi. 719 cm^{-1} atrofidagi signal uzun metilen zanjirlarini tasdiqlaydi. GC–MS tahlili kislorodli C_{12}–C_{17} komponentlar hosil bo‘lganini ko‘rsatdi.

2-jadval.

Yog‘ kislotasi–n-butanol tizimining qayta hisoblangan kinetik parametrlari.

№	Katalizator	T, °C	k, min^{-1}	Model R^2
1	H_2SO_4	85	0,0632	0,976
2	H_2SO_4	95	0,0862	0,988
3	H_2SO_4	105	0,1031	0,989
4	H_2SO_4	115	0,1601	0,975
5	HCl	85	0,0567	0,955
6	HCl	95	0,0751	0,959
7	HCl	105	0,1268	0,963

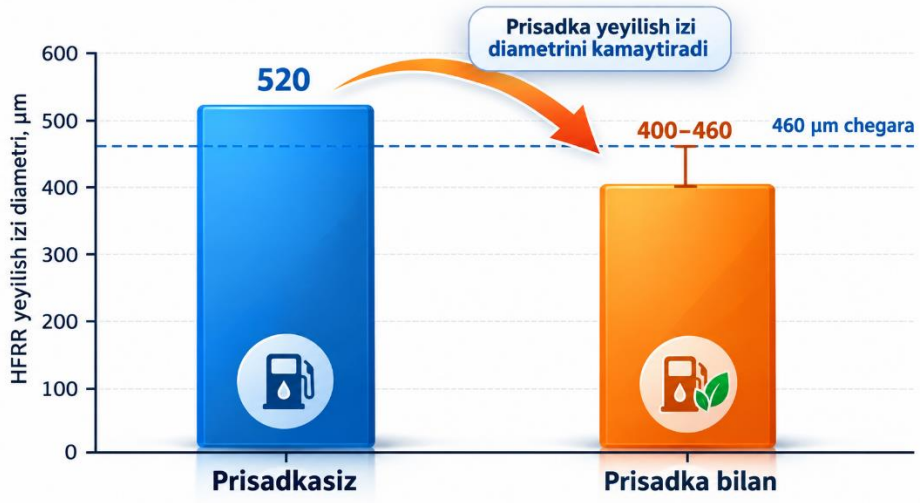


2-rasm. Eterifikatsiya tezlik koeffitsiyentining haroratga bog‘liqligi.

C_{10}–C_{13} spirt/keton aralashmasida ketonlar 5–12 % gacha bo‘lishi mumkin. Prisadka sintezi uchun bu miqdorni 1–2 % gacha kamaytirish talab etiladi. 110 °C va 1,1 MPa da Pd/Al_2O_3 bilan

gidrogenlash ketonlarning taxminan 93 % konversiyasini ta’minladi va yakuniy yuqori yog‘ spirtlari ulushi 99 % dan oshdi. Bu bosqich mahsulotning qutbliligi va tarkibiy takrorlanuvchanligini barqarorlashtiradi.

Sintez qilingan prisadkaning dizel moylovchanligiga ta’siri tadqiqotlarda tekshirildi. Bazaviy Euro-5 dizelda HFRR yeyilish izi 520 µm edi. 0,0163 mass.% C_{12}–C_{17} yuqori yog‘ spirtlari asosidagi prisadka kiritilganda WSD 400–460 µm oralig‘iga tushdi. Bu 60–120 µm yoki taxminan 11,5–23,1 % yaxshilanishni anglatadi va 460 µm chegaraga mos keladigan moylovchanlik darajasini ta’minlaydi. Kam dozadagi bu effekt qutbli OH-guruhlarning po‘lat sirtiga adsorbsiyasi va uzun uglevodorod zanjirlarining chegaraviy qatlam hosil qilishi bilan izohlanadi.



3-rasm. 0,0163 mass.% prisadkaning HFRR yeyilish izi diametriga ta’siri.

3-jadval.

ASTM D6079 bo‘yicha HFRR natijalari.

Namuna	Prisadka, mass.%	WSD, µm	Baholash
Bazaviy Euro-5 dizel	0	520	Talabdan yuqori
C_{12}–C_{17} yuqori yog‘ spirti prisadkasi	0,0163	400–460	Moylovchanlik talabi bajariladi

Olingan natijalar asosida texnologiya ikki parallel xomashyo yo‘lini birlashtiradi. Birinchi yo‘l — gaz-kimyo ikkilamchi QMPE/QMPPni termik pasportlash, bor kislotasi ishtirokida kislorod bilan funksionallashtirish, vakuumli fraksiyalash va zarurat bo‘lsa gidrogenlash orqali yuqori yog‘ spirtlari olish. Ikkinchi yo‘l – yog‘-moy kelib chiqishli kislota fraksiyasini n-butanol bilan qisman eterifikatsiyalash va erkin kislota/efir nisbatini boshqarish. Bu ikki komponentni kompozitsiyalash qutblilik, dizelda eruvchanlik va sirt adsorbsiyasi o‘rtasida muvozanat hosil qilish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ASTM International. ASTM D6079-24. Standard Test Method for Evaluating Lubricity of Diesel Fuels by the High-Frequency Reciprocating Rig (HFRR). West Conshohocken, 2024.

2. International Organization for Standardization. ISO 12156-1:2023. Diesel fuel — Assessment of lubricity using the high-frequency reciprocating rig (HFRR) — Part 1: Test method. Geneva, 2023.

3. Akhmedova, Ozoda, Ruxsora Hojiyeva, Ruslan Hayitov, Abdurasul Qayumov, Nazirila Maxmudov, Ra’no Asadova, Abdijabbar Murtazaev, Ravshanbek Narimov, Dildora Khikmatova, and Azamat Abdalimov. "Production of low-sulfur fuel distillates from waste tyres via pyrolysis and their application in petroleum refining". Journal of Ecological Engineering 27 no. 8 (2026): 106–122. doi:10.12911/22998993/220257.

4. Lapuerta M., Rodríguez-Fernández J., Agudelo J.R. Diesel fuel lubricity: Effect of fuel composition and the impact of sulfur removal. Fuel. 2008;87:2000–2008. doi:10.1016/j.fuel.2007.12.004.

5. Zhang J., Spikes H.A. On the mechanism of diesel fuel lubricity additives. Tribology Letters. 2016;63:1–12. doi:10.1007/s11249-016-0710-6.

6. Anastopoulos G., Lois E., Karonis D. Diesel fuel lubricity improvement using synthetic esters derived from fatty acids and alcohols. Fuel. 2012;97:490–497. doi:10.1016/j.fuel.2012.01.062.

7. Firmansyah R.A., Burhan R.Y.P., Zetra Y., Prasetyoko D. The development of triglyceride-based additives and their lubricity properties for low sulfur fossil diesel: A review. Journal of Tribology. 2022;144:100801. doi:10.1115/1.4054398.

8. Luo H., Fan W., Li Y., Nan G. Effects of fatty acids on low-sulfur diesel lubricity: Experimental investigation, DFT calculation and MD simulation. China Petroleum Processing and Petrochemical Technology. 2013;15(2):74–81.

C_{10}–C_{13} YUQORI YOG‘ SPIRTLARINI OLISH JARAYONLARIDA FAZAVIY MUVOZANAT VA AJRATISH TEXNOLOGIYALARINI TADQIQ QILISH

[1]H.S. Fozilov., [2]S.M. Turobjonov., [2]O.B. Axmedova
[1]Buxoro davlat texnika universiteti, [2]Toshkent davlat texnika universiteti
e-mail: zodamedova@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada yuqori yog‘ spirtlarni, xususan C_{10}–C_{13} fraksiyali spirtlarni ajratib olish va tozalash jarayonlarining texnologik xususiyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotda reaksion aralashma tarkibidagi metanol, n-alkanlar, yuqori yog‘ spirtlari, ketonlar va suv komponentlarini samarali ajratish masalalari ko‘rib chiqilgan. Yuqori yog‘ spirtlarning fizik-kimyoviy xossalari, komponentlarning qaynash haroratlari, suyuqlik–suyuqlik hamda suyuqlik–bug‘ muvozanati jarayonlarining texnologik ahamiyati yoritilgan. Ishda ajratish jarayonlarini takomillashtirishda rektifikatsiya, azeotrop rektifikatsiya, kompyuter modellashtirish va NRTL termodinamik modeli asosida hisoblash usullaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. C_{10}–C_{13} n-alkanlarining reaksiyaga kirishmagan fraksiyasini yuqori yog‘ spirtlari va ketonlardan ajratishda suv ishtirokidagi azeotrop hosil bo‘lish jarayonining samaradorligi tahlil qilingan. Shuningdek, yuqori yog‘ spirtlari tarkibidagi ketonlarni kamaytirish maqsadida gidrogenlash va gidrotozalash jarayonlarining texnologik imkoniyatlari baholangan. Olingan natijalar yuqori sifatli C_{10}–C_{13} yuqori yog‘ spirtlarini olish, ularning tozaligini oshirish hamda sanoat miqyosidagi texnologik sxemalarni ishlab chiqishda qo‘llash mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: yuqori yog‘ spirtlar, C_{10}–C_{13} fraksiya, rektifikatsiya, azeotrop rektifikatsiya, suyuqlik–suyuqlik muvozanati, suyuqlik–bug‘ muvozanati, NRTL modeli, gidrogenlash, tozalash texnologiyasi.

Аннотатsiя: В данной статье проанализированы технологические особенности процессов выделения и очистки высших жирных спиртов, в частности спиртов фракции C_{10}–C_{13}. В исследовании рассмотрены вопросы эффективного разделения компонентов реакционной смеси, содержащей метанол, н-алканы, высшие жирные спирты, кетоны и воду. Освещены физико-химические свойства высших жирных спиртов, температуры кипения компонентов, а также технологическое значение процессов жидкость–жидкость и жидкость–парового равновесия. Рассмотрены возможности совершенствования процессов разделения с использованием ректификатsii, азеотропной ректификатsii, компьютерного моделирования и расчётных методов на основе термодинамической модели NRTL. Проанализирована эффективность образования азеотропа с участием воды при отделении непрореагировавшей фракции н-алканов C_{10}–C_{13} от высших жирных спиртов и кетонов. Также оценены возможности гидрирования и гидроочистки для снижения содержания кетонов.

Ключевые слова: высшие жирные спирты, фракция C_{10}–C_{13}, ректификatsiя, азеотропная ректификatsiя, жидкость–жидкость равновесие, жидкость–пар равновесие, модель NRTL, гидрирование, технология очистки.

Abstract: This article analyzes the technological features of the separation and purification processes of higher fatty alcohols, particularly C_{10}–C_{13} fraction alcohols. The study considers the effective separation of components in a reaction mixture containing methanol, n-alkanes, higher fatty alcohols, ketones, and water. The physicochemical properties of higher fatty alcohols, boiling temperatures of components, and the technological significance of liquid–liquid and vapor–liquid equilibrium processes are described. The possibilities of improving separation processes using rectification, azeotropic rectification, computer modeling, and calculation methods based on the NRTL thermodynamic model are considered. The efficiency of water-assisted azeotrope formation for separating unreacted C_{10}–C_{13} n-alkane fractions from higher fatty alcohols and ketones is analyzed. The technological possibilities of hydrogenation and hydrorefining processes for reducing ketone content are also evaluated.

Keywords: higher fatty alcohols, C_{10}–C_{13} fraction, rectification, azeotropic rectification, liquid–liquid equilibrium, vapor–liquid equilibrium, NRTL model, hydrogenation, purification technology.

Yuqori yog‘ spirtlar zamonaviy kimyo sanoatida muhim ahamiyatga ega bo‘lgan organik birikmalar sinfiga kiradi. Ular sirt-faol moddalar, plastifikatorlar, polimer materiallar, moylash materiallari uchun qo‘shimchalar, kosmetika va maishiy kimyo mahsulotlari ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Yuqori yog‘ spirtlarning qo‘llanilish sohalari keng bo‘lganligi sababli ularning sifat ko‘rsatkichlariga qo‘yiladigan talablar ham turlicha hisoblanadi.

Yuqori sifatli C_{10}–C_{13} fraktsiyali yuqori yog‘ spirtlarni olishda asosiy texnologik vazifalardan biri reaktsion aralashma tarkibidagi maqsadli komponentlarni aralashmalardan samarali ajratish va tozalash hisoblanadi. Ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘lgan aralashmalar tarkibida uglevodorodlar, ketonlar, spirtlar, suv va boshqa komponentlar mavjud bo‘lib, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari bir-biriga yaqin bo‘lganligi sababli ajratish jarayoni murakkab texnologik masalalardan biri hisoblanadi.

Sanoat texnologiyalarida yuqori yog‘ spirtlarning tozaligi tayyor mahsulotning keyingi qo‘llanilish sohasini belgilaydi. Sirt-faol moddalar, maxsus qo‘shimchalar va yuqori sifatli kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan spirtlar tarkibidagi aralashmalar miqdorini minimal darajaga tushirish talab etiladi. Shu munosabat bilan yuqori yog‘ spirtlarni ajratib olish va tozalash bosqichlarining texnologik xususiyatlarini o‘rganish, samarali ajratish usullarini ishlab chiqish hamda ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Yuqori yog‘ spirtlarni qo‘llash bo‘yicha malumotlarning tahlili shuni ko‘rsatdiki, qo‘llaniladigan har bir soha yuqori yog‘ spirtlarning sifatiga maxsus talablar qo‘yadi. Spirt-faol moddalar, plastifikatorlar, moy va yoqilig‘ilarga prisadkalarni sintez qilish uchun dastlabki xomashyo sifatida qo‘llaniladigan yuqori yog‘ spirtlar GOST 13937-86 “C_{10}-C_{18} va C_{12}-C_{16} fraktsiyalarning birlamchi yuqori yog‘ spirtlari” ga javob berishi kerak.

Yuqori yog‘ spirtlarni ajratib olish va tozalash bosqichiga kelib tushayotgan reaktsion aralashma metanol, reaktsiyaga kiritishmagan n-alkanlar C_{10}-C_{13}, C_{10}-C_{13} yuqori yog‘ spirt va ketonlar va suvni saqlaydi. Reaktsion aralashmada bo‘lgan toza komponentlarning qaynash haroratlari bo‘yicha malumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

Adabiyot malumotlrining tahlili shuni ko‘rsatdiki, yuqori yog‘ spirtlarining sintezida qo‘llaniladigan metanol reaktsion aralashmaning hech bir komponenti bilan azeatrop aralashmani hosil qilmaydi. 1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki metanolning qaynash harorati qolgan komponentlarnikiga qaraganda ancha past, shuning uchun u reaktsion aralashmadan atmosfera bosimi ostida rektifikatsiyalash bilan oson ajratib olishi mumkin.

n- Alkanlar C_{10}-C_{13} ning reaktsiyasiga kirishmagan fraktsiyasi, C_{10}-C_{13} yuqori yog‘ spirt va ketonlar suvda deyarli erimaydi, shuning uchun metanoldan tozalangan, reaktsion massani organik va suvli qatlamga ajratish qiyinchilik usuli bilan oson amalga oshirilishi mumkin.

1-jadval

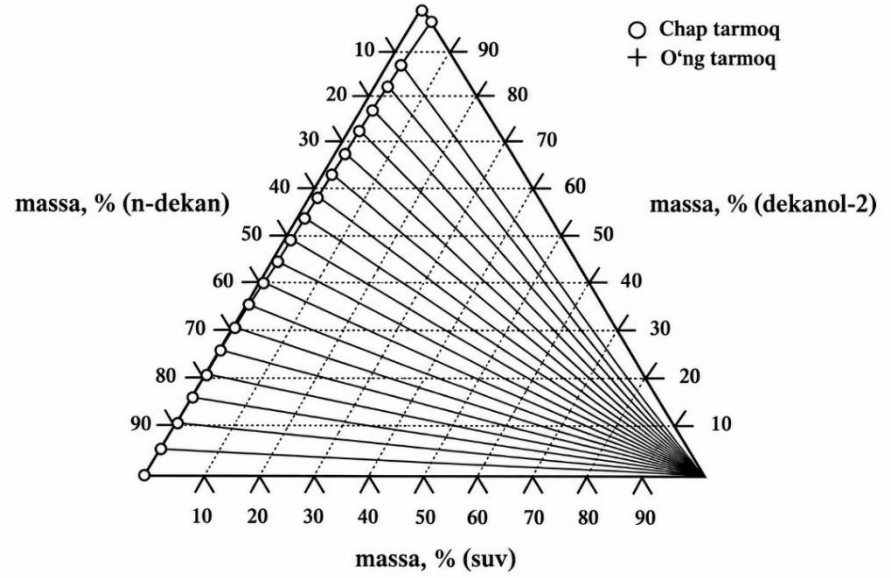
Toza komponentlarning qaynash haroratlari bo‘yicha malumotlar.

№	Komponent	Qaynash harorati, °C	Bosim, mm.rt.st.
1	Metanol	64.6-64.7	760
2	Voda	100.0	
3	n-Dekan	174.0	
4	Deknol-2	210.0-211.0	
5	Dekano-2	207.0-211.0	
6	n-Undekan-2	195.9	
7	Undekanol-2	228.8-229.0	
8	Undekanon-2	226.0-228.0	
9	n-Dodekan	216.0	
10	Dodeknol-2	245.0-246.0	
11	Dodekanon-2	242.0-243.0	
12	n-Tridekan	235.4	
13	Trideknol-2	267.0-268.0	
14	Tridekanon-2	263.0-264.0	

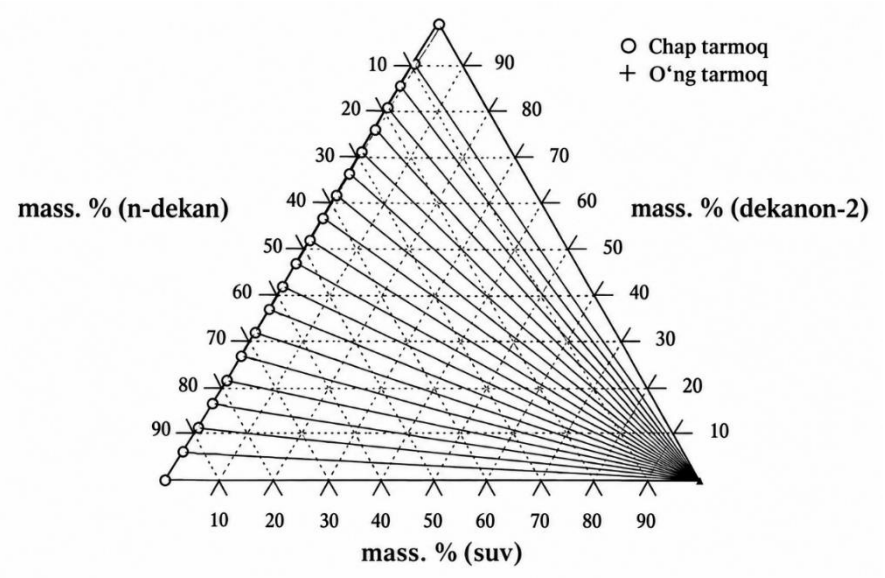
*Gidrooksil guruhining holati bo‘yicha izomer bo‘lgan ikkilamchi spirtlarning qaynash harorati bir xil.

** *-Karbonil guruhining holati bo‘yicha izomer bo‘lgan ketonlarning qaynash harorati bir xil.*

1- va 2- rasmlarda n-alkan spirt suv va alkan-keton-suv sistemalarda dekan, dekanol-2 va suv misolida suyuqlik-suyuqlik muvozanatining tipik diagrammalari ko‘rsatilgan.



1- rasm. n-Dekan-dekanol -2- suv sistemasida 25 °C va 760 mm sim.ust.da suyuqlik-suyuqlik muvozanati diagrammasi.



2-rasm. n-Dekan-dekanon-2-suv sistemasida 25 °C va 760 mm sim.ust.da suyuqlik-suyuqlik muvozanati diagrammasi.

Yuqori yog‘ spirtlarni ajratib olish va ozalash sistemasida eng katta qiyinchilikni maqsadli C_{10}-C_{13} yuqori yog‘ spirt va ketonlarni saqlagan aralaashmadan n-alkanlar C_{10}-C_{13} ning reaktsiyaga kirishmagan fraktsiyasini ajratish tug‘diradi. Yuqori yog‘ spirtlarning sintezi uchun dastlabki xomashyo sifatida n-alkanlar C_{10}-C_{13} ning keng fraktsiyasini qo‘llash n-alkanlar va yuqori yog‘ spirt va ketonlar aralashmasining vakuumli rektifikatsiyalash usuli bilan ajratilishini ancha murakkablashtiradi, chunki maqsadli C_{10}-C_{13} spirt va ketonlar va dastlabki n-dodekan va tridekanlar yaqin qaynash haroratlariga ega (1-jadval).

Texnologik jarayonlarni kompyuteri modellashtirish sistemasi yordamida n-alkan-suv geterogen azeotroplarning mavjudligi oldindan bashorat qilinadi. Olingan hisoblab chiqilgan malumotlar eksperimental tasdiqlanadi. n-Alkan-suv azeotroplarning tarkibi va xossalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, azeatroplarning tarkibi va qaynash haroratlarning hisoblab chiqilgan qiymatlari eksperimental malumotlar bilan yaxshi muvofiqlashadi. Shunday qilib, n-alkanlar C_{10}-C_{13} ning reaktsiyaga kirishmagan fraktsiyasini C_{10}-C_{13} ning reaktsiyaga kirishmagan fraktsiyasini C_{10}-C_{13} yuqori yog‘ spirt va ketonlardan ajratish uchun suvni azeotrop hosil qiluvchi agent sifatida qo‘llab azeotrop rektifikatsiyalash usulidan foydalanish mumkin. Yuqori yog‘ spirtlarni ajratib olish va tozalash sistemasida qo‘llaniladigan texnologik jihozni hisoblab chiqish uchun dastlabki moddalar va n-alkanlarni vodorod peroksidning suvdagi eritmasi bilan oksidlanish reaktsiyasi mahsulotlari sistemasida suyuqlik-suyuqlik va suyuqlik-bug‘ muvozanati bo‘yicha miqdoriy axborot kerak.

2- jadval

n-Alkan suv azeotroplarning tarkibi va xossalari.

Azeoprop	**Azeotropda n-alkan miqdori, % (mass)**		**Azeotropning qaynash harorati,0S R =760 mm sim. ust.da**	
	hisobl	**eksper**	**hisobl.**	**eksper**
n-Dekan-suv	42,4	41,7	97,5	97,3
n-Undekan-suv	27,0	27,1	98,8	99,0
n-Dodekan-suv	15,7	15,5	99,4	99,2

n-Tridekan-suv	9,3	9,5	99,7	99,3

Tekshirilayotgan sistemalarda suyuqlik-suyuqlik va suyuqlik-bug‘ muvozanati bo‘yicha axborotning adabiyotlarda mutlaqo yo‘qligi tufayli texnologik jarayonlarning kompyuterli modellashtirish sistemalarning malumotlar bazasi NRTL tenglamasi uchun binar o‘zaro tasirlashishning parametrlarini aniqlash maqsadida qo‘llaniladi. NRTL tenglamasini tanlash ko‘rib chiqilayotgan sistemalar qatlamlanish borligi bilan tavsiflanishiga bog‘liq bo‘ladi.

3- jadval

Suv - metanol- dekanon-dekanon-2-dekanol-2 sistemasida NRTL tenglamasi uchun binar o‘zaro tasirlashishning parametrlari

i-j	**NRTL tenglamasi o‘lchamlari**		
	kJoul/mol		
	Bij	***Bji***	**α**
Suv-metanol	425,32	-127,76	0,30
Suv-n-dekan	4504,28	1959,41	0,20
Suv-dekanol-2	2754,38	393,16	0,30
Suv-dekanon-2	2569,16	744,02	0,30
Metanol-n-dekan	868,78	448,77	0,30
Metanol-dekanol-2	548,13	-209,82	0,30
Metanol-dekanon-2	513,48	-42,14	0,30
n-Dekan-dekanol-2	715,09	-69,22	0,30
n-Dekan-dekanon-2	313,49	-6,11	0,30
Dekanol-2-dekanon-2	65,63	127,04	0,30

Malumotlar bazasida bo‘lmagan NRTL tenglamasi uchun binar o‘zaro tasirlashish parametrlarini baholash uchun CKMTN Aspen plus V 7.1 dagi UNIFAC usuli yordamida olingan psevdoeksperimental malumotlar qo‘llaniladi. 3-jadvalda suv-metanol -dekan-dekanol-2-dekanol-2 sistemasidagi birar o‘zaro tasirlashishning parametrlari keltirilgan.

n-Alkanlar C_{10}-C_{13} ning reaktsiyaga kirishmagan fraktsiyasini ajratib olgandan keyin maqsadli spirtlar C_{10}-C_{13} aralashmasi ishlab chiqilayotgan texnologiyaga binoan 5-12 % C_{10}-C_{13} ketonlarni saqlash mumkin Yuqori yog‘ spirtlarning bunday sifati sanoatning bazi bir sohalaridagi talablarini qondiradi, xususan bunday sifatli spirtlar erituvchilar, flotoreagentlar, ekstragentlar va boshqalar sifatida qo‘llanilishi mumkin. Ammo yuqori yog‘ spirtlar sirt-faol moddalar, plastifikatorlar va prisadkalarni sintez qilish uchun dastlabki xom ashyo sifatida qo‘llaganilganda ketonlarning yuqori yog‘ spirtlardagi miqdori 1-2 % gacha pasaytirilishi kerak. Karbonil birikmalar xususan ketonlar miqdorini tayyor mahsulotda pasaytirishning eng keng tarqalgan usuli bo‘lib yuqori yog‘ spirtlarning gidrotozalanish hisoblanadi. Gidrotozalash natijasida maqsadli mahsulotda bo‘lgan ketonlar tegishli yuqori yog‘ spirtlargacha qaytariladi. Tozalanishning bu usuli bunga o‘xshagan texnologiyalarda ham, ayniqsa yuqori yog‘ spirtlarni gidro formillash usuli bilan olishda keng qo‘llaniladi.

Kislorod saqlagan birikmalar, xususan ketonlarni gidrogenlash jarayoni hozirgi vaqtga kelib ancha batafsil o‘rganilgan. Sanoatda ketonlarni gidrogenlash uchun turli xil reaktsion apparatura va katalizatorlardan foydalanadilar. Asosan nikel, kobalt, mis, temir, xrom, palladiy, platina va boshq. Asosidagi kataliztorlarni qo‘llaniladi. Qo‘llanilayotgan katalizator turiga qarab gidrogenlash sharoitlari 110-150 °C va 1-2MPa dan 250- 300 °C va 5-20MPa gacha o‘zgarishi mumkin. Hozirgi vaqtdagi malum bo‘lgan gidrogenlash katalizatorlarining ko‘pchiligi ketonlarni tegishli spirtlargacha deyarli to‘liq miqdoriy o‘zgarishini amalga oshirishga imkon beradi.

15 % ga yaqin ketonlarni saqlagan C_{10}-C_{13} spirt va ketonlarning ilab bo‘lgan aralashmasini gidrogenlash laboratoriya qurilmasida Pd/Al_2O_3 bilan o‘tkaziladi. Gidrogenlash 110 °C haroratda va 1.1 MPa bosimda o‘tkazildi.

Bu sharoitda ketonlarning o‘zgarish darajasi, 100 % ga yaqin bo‘lgan selektivlikda 935 ni tashkil qildi. Gidrogenlashdan keyin aralashmada maqsadli spirtlar C_{10}-C_{13} ning massa ulushi 99 % dan ortiqni tashkil qildi.

Yuqori yog‘ spirtlar C_{10}-C_{13} ning olingan fraktsiyasi GOST13937-86 ga to‘g‘ri keladi.

Shunday qilib, dastlabki moddalar va reaktsiya mahsulotlarining tekshirilayotgan sistemalarda suyulik-suyuqlik va suyuqlik bug‘ muvozanati bo‘yicha olingan eksperimental va hisoblab chiqilgan malumotlar hamda ketonlarni tegishli spirtlargacha gidrogenlash bo‘yicha malumotlar yuqori yog‘ spirtlarning sintezi, ajratib olinishi va tozalanishining printsipal texnologik sxemasini ishlab chiqishda qo‘llanilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry. Fatty Alcohols. Wiley-VCH, Weinheim.
2. Nishimura S. Handbook of Heterogeneous Catalytic Hydrogenation for Organic Synthesis. Wiley, 2001.
3. ГОСТ 13937-86. Спирты жирные синтетические фракций C_{10}–C_{18} и C_{12}–C_{16}. Технические условия.
4. Ashford’s Dictionary of Industrial Chemicals. Fatty Alcohols and Industrial Applications. 2011.
5. Seader J.D., Henley E.J., Roper D.K. Separation Process Principles. Wiley, 2016.
6. Wankat P.C. Separation Process Engineering. Prentice Hall, 2012.
7. Aspen Technology. Aspen Plus User Guide: Physical Property Methods and Process Simulation. AspenTech.

MODIFIKATSIYALANGAN POLIMER ASOSLI KOMPOZITSIYALARNING ADGEZION XOSSALARINI BELGILOVCHI SIRT HODISALARI

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich[1], Maxmudov Rafiq Amanovich[1], Tursunboyev Alisher Qurbonmurod o‘g‘li[2]

1.Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston, *ochilov1010@mail.ru*

2.Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu tezishda adgezion materiallarining tasnifi modifikatsiyalangan polimer asosli kompozitsiyalarni ilmiy jihatdan tahlil qilish uchun muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qilishi hamda adgezion materiallarning kolloid holatini, sirt hodisalarini va qo‘llanilish samaradorligini kompleks baholash imkonini berib, yuqori adgezion xossalarga ega bo‘lgan yangi avlod modifikatsiyalangan kompozitsiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etishi keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *adgezion xossa, adgezion kompozitsiya, dispers faza, elastomer, kogezion mustahkamlik.*

Аннотация. *В данном тезисе представлен анализ механизмов действия адгезионных модификаторов на основе полимеров, их прочное взаимодействие на границе покрытие-субстрат посредством механических, физико-химических и химических взаимодействий, то есть модификаторы, содержащие гидроксильные, карбоксильные, аминовые, амидные и силанольные функциональные группы, обеспечивают прочность адгезионной связи и значительно улучшают механические и эксплуатационные свойства композиции.*

Ключевые слова: *адгезионное свойство, адгезионная композиция, дисперсная фаза, эластомер, когезионная прочность.*

Abstarct. *This thesis presents an analysis of the action mechanisms of polymer-based adhesive modifiers, their strong interaction at the coating-substrate interface through mechanical, physicochemical, and chemical interactions; i.e., modifiers containing hydroxyl, carboxyl, amino, amide, and silanol functional groups ensure adhesive bond strength and significantly improve the mechanical and operational properties of the composition.*

Keywords: *adhesive property, adhesive composition, dispersed phase, elastomer, cohesive strength.*

KIRISH

Adgezion materiallarni tizimli ravishda o‘rganish va ularning sanoatdagi qo‘llanish imkoniyatlarini baholashda xalqaro va milliy standartlarga asoslangan tasniflar muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, Yevropa miqyosida qo‘llaniladigan YeAGMICHA (Yevropa adgezion va germetik materiallar ishlab chiqaruvchilar assotsiatsiyasi) tasnifi hamda Rossiya Federatsiyasida amal qiluvchi GOST 30535-97 “Adgezion materiallari. Ko‘rsatkichlar nomenklaturasi” standarti adgezion materiallarni klasifikatsiyalashda va ularni ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

YeAGMICHA standartiga ko‘ra adgezion materiallari, asosan, ularning kimyoviy tabiatiga va reaktivlik xususiyatlariga ko‘ra guruhlanadi. Jumladan, tabiiy polimerlar asosidagi adgezion kompozitsiyalardan tortib, polimer dispersiyalari, erituvchi saqlovchi, reaktiv adgezion sistemalar va suvda eruvchan polimerlar asosidagi moddalarni o‘z ichiga oladi. Adgezion materiallarning molekulyar tuzilishi va kimyoviy xususiyatlarini asosiy mezon sifatida belgilanadi. Kolloid-kimyoviy nuqtai nazardan bu tasnif adgezion materiallarning fazaviy holati, disperslik darajasi va kimyoviy bog‘lanish hosil qilish qobiliyatini baholash imkonini beradi.

GOST 30535–97 standarti esa adgezion materiallarni ko‘proq texnologik holati, fizik o‘zgarishlari va qo‘llash usuli bo‘yicha tasniflaydi. Unda eritma, dispersiya, emulsiya, kukun, plyonka, kapsulalangan va eritma-holatdagi adgeziv, kontakt, bosimga sezgir, issiqlik bilan faollashuvchi, anaerob va germetik materiallargacha bo‘lgan turlar ajratilgan. Bunday klassifikatsiyalash, avvalo, sanoat texnologiyalari va amaliy qo‘llash sharoitlarini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan bo‘lib, adgezion materiallarining ishlab chiqarish va qo‘llashdagi o‘zgarishlarni tavsiflaydi.

Kolloid-kimyoviy xususiyatlardan kelib chiqib, YeAGMICHA va GOST tasniflari bir-birini to‘ldiruvchi yondashuvlar sifatida qaralishi mumkin. YeAGMICHA tasnifi adgezion tizimlarning ichki kimyoviy va kolloid tuzilishini ochib bersa, GOST tasnifi ularning makroskopik holati va texnologik qo‘llanilishiga ko‘proq e`tabor beradi. Ayniqsa, dispersiya va emulsiya ko‘rinishidagi adgezivlarda kolloid barqarorlik, zarracha o‘lchami, sirt-faol moddalar ishtiroki va adsorbsiya hodisalari adgezion xossalarning shakllanishida hal qiluvchi rol o‘ynaydi.

YeAGMICHA tomonidan alohida ajratib ko‘rsatilgan qo‘llanilish sohalari bo‘yicha tasnif ham muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Mashinasozlik, qurilish, transport, yog‘ochsozlik va mebel sanoati, qog‘oz va qadoqlash mahsulotlari, poyabzal va charm buyumlar, maishiy ehtiyojlar hamda montaj ishlari uchun mo‘ljallangan adgezion materiallarga qo‘yiladigan talablar keskin farq qiladi. Bu esa adgezion materiallarning kolloid-kimyoviy tarkibi, reologik xossalari va sirt energiyasini mos ravishda optimallashtirish zarurligini ko‘rsatadi.

Shunday qilib, YeAGMICHA va GOST 30535–97 bo‘yicha adgezion materiallarining tasnifi modifikatsiyalangan polimer asosli kompozitsiyalarni ilmiy jihatdan tahlil qilish uchun muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi. Ushbu tasniflar adgezion materiallarning kolloid holatini, sirt hodisalarini va qo‘llanilish samaradorligini kompleks baholash imkonini berib, yuqori adgezion xossalarga ega bo‘lgan yangi avlod modifikatsiyalangan kompozitsiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Turli sanoat tarmoqlarida qo‘llaniladigan adgezion materiallarning tarkibi va ishlash mexanizmlari ularning funksional vazifalari, ishlash muhiti va substrat tabiatiga bevosita bog‘liqdir. 1-jadvalda keltirilgan ma’lumotlar adgezion materiallarni sanoat yo‘nalishlari bo‘yicha guruhlash imkonini berib, polimer tizimlari va adgeziya mexanizmlarining xilma-xilligini yaqqol namoyon etadi.

1 - jadval

Kategoriya	Qo‘llaniladigan polimer(lar)	Adgeziya mexanizmi
Qog‘oz sanoati		

Tabiiy suv asosidagi dispersiya adgezivlar	Kraxmal, sellyuloza, oqsillar, kazein, tabiiy kauchuk	Adgezivlarning viskoelastik xossalari hamda polimer va sellyuloza o‘rtasida hosil bo‘ladigan interfeysda yuzaga keluvchi o‘zaro fizik-kimyoviy ta’sirlar.
Sintetik suv asosidagi adgezivlar	Akril asosli, polivinil spirt (PVS) asosli, polivinilatsetat (PVA) asosli	
100 % qattiq modda tarkibli adgezivlar	Etilen–vinilatsetatlar, poliamidlar, poliuretanlar, stiren–butadien blok-kopolimerlari, poliesterlar, poliolefinlar	
Issiqlik bilan yopiladigan qog‘oz	Parafin mumi, polietilen, polipropilen, polivinilbutiral, sellyuloza hosilalari	
Ko‘p qatlamli qadoqlash sanoati		
Ikki yoki undan ortiq eritilgan polimer oqimlarini bir vaqtning o‘zida ineksiyalash usullari	Polipropilen, polietilen, poliefir	Polimerlararo diffuziya
Laminatsiya		Primer qoplamalar va korona razryadi yordamida yaxshilangan adgeziya
UV-nurlanishda qotuvchi polimerlar	Poli(n-butil akrilat) asosli kopolimer, epoksid-funksionalizatsiyalangan kopolimer (GBB)	Tarmoqlangan fazoviy struktura hosil bo‘lishi
Atom qatlamli cho‘ktirish	Organik polimerlar yuzasiga cho‘ktirilgan noorganik oksidlar	Polimer yuzasida monoqatlamning nukleatsiya va o‘sishi
Elektr o‘tkazuvchan adgezion materiallar		
ICA, ACA, NCA (metall to‘ldiruvchi miqdoriga ko‘ra tasniflanadi)	**Termoplastlar:** fenol-epoksid asosli, poliamidlar; **Termoreaktivlar:** epoksidlar, silikonlar, poliuretanlar	Polimer va metall o‘rtasidagi moslashuvchanlikni yaxshilash Silan bog‘lovchi agentlardan foydalanish
Biologik adgezion materiallar		
Tabiiy kleylar (Natural adhesives):	Fibrin asosli, Jelatin asosli, Kollagen asosli, Albumin asosli, Xitozan asosli, Dekstran asosli adgezion materiallar.	Vodorod bog‘lari va elektrostatik o‘zaro ta’sirlar Kovalent bog‘lanish: N-gidroksisuktsinimid efir bog‘lari orqali ulanib bog‘lanish / aminlar bilan aldehidli krosslinking, fotopolimerlanish
Sintetik kleylar (Synthetic adhesives):	— Polisianakrilatlar, — Poli(etilen glikol) (PEG) asosli tizimlar, — Poliuretanlar, — Gipertarmoqlangan (hyperbranched) polimerlar.	
Konstruktiv adgezion materiallar		

Biomimetik adgezivlar Epoksid asosli	DOPA-asosli, poliaminlar, poliamidoaminlar, kislota angidridlari	Kovalent bog‘lanish: kondensatsiya reaksiyasi
Poliuretan asosli	Alifatik, aromatik va bloklangan izosiyanatlar	
Akril asosli	MonomerMonomerlar: metakril kislota, akril kislota	

Modifikatsiyalangan polimer asosli adgezion kompozitsiyalarni tahlil qilishda ularning kimyoviy tarkibi, kolloid-kimyoviy holati va sirt hodisalari bilan bog‘liq xususiyatlarini hisobga olish muhim ahamiyatga ega. Adgezion materiallari turli kimyoviy tabiatga ega bo‘lib, ularning adgezion xossalari qotish mexanizmi, fazaviy tuzilishi hamda substrat yuzasi bilan o‘zaro ta’sir jarayonlari orqali shakllanadi. Adgezion kompozitsiyalar tarkiblarini sistematik ravishda o‘rganish modifikatsiyalangan polimer kompozitsiyalarining adgezion samaradorligini ilmiy asosda baholash imkonini beradi.

Epoksid adgezion materiallar yuqori reaktivlikka ega bo‘lgan termoreaktiv tizimlar bo‘lib, ular qotirgichlar ishtirokida tarmoqlangan fazoviy struktura hosil qiladi. Ushbu adgezivlarr yuqori kogezion mustahkamlik va kimyoviy barqarorlikka ega bo‘lib, ayniqsa metall va mineral substratlar bilan kuchli adgeziya hosil qiladi. Kolloid-kimyoviy jihatdan epoksid asosli moddalarda qotish jarayoni davomida ichki kuchlanishlar yuzaga kelishi mumkin, shu sababli ularni elastomerlar yoki sirt-aktiv modifikatorlar bilan modifikatsiyalash keng qo‘llaniladi.

Poliuretan kleylar elastik xususiyatlari bilan ajralib turadi va ular ko‘pincha bir komponentli yoki ikki komponentli reaktiv tizimlar sifatida ishlatiladi. Poliuretanlarning sirt hodisalari namlanish va kimyoviy bog‘lanishlarning uyg‘unlashuvi bilan tavsiflanadi. Ushbu adgezion kompozitsiyalar turli xil substratlarni, jumladan yog‘och, plastmassa va metall yuzalarni biriktirishda yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Kolloid-kimyoviy muammolar sifatida namlikka sezgirlik va ko‘piklanish jarayonlarini ko‘rsatish mumkin.

Akril asosli adgezivlar keng qo‘llaniladigan adgezion materiallar bo‘lib, ular tez qotish, atrof-muhit ta’siriga chidamlilik va yuqori adgezion faollikgi sababli, akril tizimlar dispersiya yoki reaktiv holatda bo‘ladi. Anaerob, sianakrilat va ultrabinafsha nurlanishda qotuvchi akril adzion kompozitsiyalar alohida guruhni tashkil etadi. Anaerob adgezivlar metall ionlari ishtirokida kislorodsiz muhitda qotib, rezbali birikmalarni mustahkamlashda samarali hisoblanadi. Sianakrilatlar esa sirt namligi bilan tez polimerlanib, yuqori boshlang‘ich adgeziya hosil qiladi, biroq ularning mo‘rtligi ma’lum cheklovlarni keltirib chiqaradi. UV-nurlanishda qotuvchi akrillar esa yorug‘lik ta’sirida tez tarmoqlanib, issiqlik ta’sirisiz mustahkam bog‘lanish hosil qiladi.

Tabiiy smolalar, xususan kanifol asosidagi adgeion materiallar, asosan yopishqoqlikni oshiruvchi komponent sifatida qo‘llaniladi. Ular kolloid-kimyoviy jihatdan namlanish va boshlang‘ich yopishish xossalarini yaxshilaydi, biroq harorat va oksidlanishga sezgirligi sababli ko‘pincha modifikatsiyalangan shaklda ishlatiladi. Rezina (kauchuk) asosli adgezion materiallar elastik tabiatga ega bo‘lib, vibratsiya va zarbaga chidamliligi bilan ajralib turadi. Bu adgezivlar ko‘pincha eritma yoki dispersiya shaklida bo‘lib, diffuziya va polimer zanjirlarining chirmashuvi hisobiga adgeziya hosil qiladi.

Lateks asosli adgezion kompozitsiyalar suvli polimer dispersiyalari bo‘lib, ekologik jihatdan qulayligi bilan ajralib turadi. Ularning adgezion xossalari suv bug‘lanishi va zarrachalarning koalesensiyasi natijasida shakllanadi. Biroq bunday dispers sistemalarda kolloid barqarorlik muammolari, jumladan koagulyatsiya va sedimentatsiya ehtimoli mavjud bo‘lib, stabilizatorlar qo‘llashni talab etadi. Karbamid-formaldegid oligomerlari asosidagi adgezion kompozitsiyalar esa yog‘ochsozlik sanoatida keng qo‘llanilib, yuqori mexanik mustahkamlikni ta’minlaydi.

Polivinilxlorid (PVX), polivinilatsetat (PVA) va polivinil spirt asosidagi adgezion materiallar termoplastik tabiatga ega bo‘lib, asosan eritma yoki dispersiya holatida qo‘llaniladi. Bu sistemalarda adgeziya asosan namlanish va diffuziya mexanizmlari orqali amalga oshadi. Fenol-formaldegidlar

esa yuqori harorat va bosim ostida qotuvchi termoreaktiv tizimlar bo‘lib, yuqori issiqlik va namlikka chidamliligi bilan tavsiflanadi.

Elementorganik adgezion materiallar, xususan silan va silikon asosli sistemalar, interfeysda kimyoviy ko‘prik hosil qilish qobiliyati uchun, shisha va mineral sirtlar bilan kuchli bog‘lanish hosil qilib, adgezion mustahkamlikni sezilarli darajada oshiradi. Erituvchisiz termoplastik adgezion materiallar esa tez qotish va texnologik ustunlikni ta`minlaydi, biroq yuqori haroratlarda sezilarli ravishda barqarorligi kamayadi. Noorganik adgezion materiallar esa yuqori haroratga chidamliligi bilan ajralib turadi, ammo mo‘rtligi sababli elastik tizimlar bilan solishtirganda samaradorligi pasayadi.

Shunday qilib, adgezion materiallar tarkiblarining kolloid-kimyoviy tasnifi va sirt hodisalarini hisobga olgan holda olib borilgan tahlil modifikatsiyalangan polimer asosli adgezion kompozitsiyalarning adgezion xossalarini ilmiy asosda baholash hamda namlanish, adsorbsiya, diffuziya va kimyoviy bog‘lanish jarayonlarining birgalikda olib borilgani yuqori adgezion mustahkamlikka ega bo‘lgan zamonaviy adgezion materiallarni yaratishda hal qiluvchi omil hisoblanadi.

Sanoat tarmoqlarida qo‘llaniladigan adgezion materiallar konstruktiv biriktirishning muhim vositasi sifatida keng qo‘llanilib, mashinasozlik, qurilish, transport, elektronika, aerokosmik texnologiyalar hamda polimer kompozitsiyalar ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etishi yuqorigi boblarda ham keltirib o‘tilgan. Shuningdek polimer asosli adgezion kompozitsiyalar mexanik biriktirish usullariga nisbatan massaning kamayishi, kuchlanishlarning bir tekis taqsimlanishi, murakkab geometrik shakllarni biriktirish imkoniyati kabi afzalliklarga ega ekanligi, bunday materiallarning samaradorligi faqat ularning kimyoviy tarkibi bilan emas, balki kolloid-kimyoviy holati, sirt energiyasi va interfeysda sodir bo‘ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar bilan ham belgilanadi. Aynan shu omillar adgezion bog‘lanishning mustahkamligi va uzoq muddatli barqarorligini aniqlaydi.

Ilmiy adabiyotlarda epoksid, poliuretan, akril, rezina, lateks hamda silan-modifikatsiyalangan adgezion sistemalarning adgezion xossalari keng o‘rganilgan bo‘lib, tadqiqotlarda namlanish, adsorbsiya, diffuziya, kimyoviy bog‘lanish va kontakt mexanikasi nazariyalari asosida adgeziya mexanizmlari izohlangan. Shuningdek, sirtni faollashtirish usullari, adgezion promouterlar va sirt-aktiv moddalardan foydalanish adgezion mustahkamlikni oshirishini ko‘rsatadigan natijalar keltirilgan. Kolloid-kimyoviy yondashuvlar yordamida dispersiya barqarorligi, zarracha o‘lchami va reologik xossalarning adgeziyaga ta’siri ham tahlil qilingan. Biroq mavjud tadqiqotlarning aksariyatida adgezion materiallarning xossalari alohida komponentlar yoki laboratoriya sharoitlarida baholangan bo‘lib, sanoat sharoitlaridagi murakkab va o‘zgaruvchan omillar yetarli darajada hisobga olinmagan.

Adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ko‘pgina adgezion materiallar yuqori boshlang‘ich mustahkamlikka ega bo‘lsa-da, ularning ekspluatatsiya jarayonida harorat, namlik, mexanik yuklama va agressiv muhitlar ta’sirida adgezion barqarorligi sezilarli darajada pasayadi. Polimer asosli adgezion materiallarda kolloid barqarorlikning yetarli darajada boshqarilmasligi agregatsiya, faza ajralishi va strukturaviy notekisliklarga olib keladi, bu esa adgezion xossalarning beqaror bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Shuningdek, sirt energiyasi va interfeys hodisalarining o‘zaro kompleks ta’siri ko‘pincha fragmentar tarzda o‘rganilgan bo‘lib, ularni yagona sistematik qarash asosida baholash yetarli darajada amalga oshirilmagan. Turli tabiatga ega substratlar uchun universal adgezion tizimlar yaratish masalasi hanuzgacha ochiq qolmoqda, adgezion modifikatorlarning ta’sir mexanizmlari esa asosan sifat jihatdan izohlanib, miqdoriy kolloid-kimyoviy va energetik baholashlar yetarli emas.

Ushbu aniqlangan muammolar va ilmiy bo‘shliqlar adgezion materiallar sohasida kompleks va tizimli tadqiqotlar olib borish zarurligini ko‘rsatdi. Yuqoridagi muammolarni inobatga olib, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi modifikatsiyalangan polimer asosli adgezion kompozitsiyalarning kolloid-kimyoviy holati va sirt hodisalarini chuqur o‘rganish, adgezion xossalarning shakllanish mexanizmlarini aniqlash hamda ularni barqaror va prognoz qilinadigan tarzda boshqarish imkoniyatlarini ilmiy asoslashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish orqali yuqori adgezion

mustahkamlikka, uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorlikka va keng qo‘llanilish imkoniyatiga ega bo‘lgan zamonaviy adgezion kompozitsiyalarni ishlab chiqish uchun ilmiy-amaliy asos yaratish ko‘zda tutiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yuan, Q. et al. Comparative study of reactive diluents on the curing properties of epoxy adhesives and interface bonding with mortar. // International Journal of Adhesion and Adhesives. – 2023. – Vol. 126. – P. 103473.

2. Dhinojwala, A., Kumar, N., Patil, U. Polymer Adhesion. // Encyclopedia of Polymer Science and Technology. – 2023. – P. 1–42.

3. Bartlett, M.D., Case, S.W., Kinloch, A.J., Dillard, D.A. Peel tests for quantifying adhesion and toughness: A review. // Progress in Materials Science. – 2023. – Vol.137. – P. 101086.

4. Hajizamani, E., Jazani, O.M., Riazi, H. Design and characterization of a novel epoxy film adhesive reinforced by $Ti_3C_2T_x$ MXene nanoparticles. // Materials Chemistry and Physics. – 2023. – Vol. 308. – P. 128270.

5. Farzanehfar, N. et al. High-performance epoxy nanocomposite adhesives with enhanced mechanical, thermal and adhesion properties. // Chemical Engineering Journal. – 2023. – Vol. 471. – P. 144428.

NEFT VA GAZ QUDUQLARIDA KISLOTALI ISHLOV BERISHDA KORROZIYA JARAYONINING DOLZARB MUAMMOLARI

Tojiyev Obid Olimovich[1], Yaxyayev Nodir Sharifovich[2], Yaminov Feruzjon Fayzullo o‘g‘li[3]

[1] Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston

e-mail:tojiyevobid64@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada terrigen kollektorlarni kislota bilan ishlov berishda quduqning metall jihozlari (NKT, mustahkamlovchi quvurlar, quduq usti jihozlari) korroziyasi muammosi tahlil qilingan. Xlorid kislotada korroziyaning elektrokimyoviy mexanizmi, organik korroziya ingibitorlarining ta’sir prinsipi hamda ularning samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar - harorat, oqim tezligi, kislota hajmining metall sirtiga nisbati, ingibitor konsentratsiyasi, kislota qo‘shimchalari, kislotaning turi va konsentratsiyasi, metall turi va bosim - ko‘rib chiqildi. Pitting korroziya, vodorodli mo‘rtlashish va pH 2,2 dan oshganda uch valentli temir gidroksidining ikkilamchi cho‘kmalari kabi hamroh xavflar hamda ularga qarshi choralar yoritildi. Kislota kompozitsiyalarini ishlab chiqishda korroziya omillarini hisobga olish gil kislotasi bilan standart ishlov berishga nisbatan texnologik bosqichlar sonini kamaytirib, texnologiyani soddalashtirishi qayd etildi.

Kalit so‘zlar: kislota bilan ishlov berish, quduq tubi atrof-zonasiga ishlov berish, terrigen qatlamlar, xlorid kislota, vodorod ftorid kislotasi, gil kislotasi, korroziya, ingibitor.

Аннотация. В работе проанализирована проблема коррозии металлического оборудования скважин (НКТ, обсадных труб, устьевого оборудования) при кислотной обработке терригенных коллекторов. Рассмотрены электрохимический механизм коррозии в соляной кислоте, принцип действия органических ингибиторов коррозии и факторы, влияющие на их эффективность: температура, скорость потока, соотношение объёма кислоты и поверхности металла, концентрация ингибитора, добавки в кислоту, тип и концентрация кислоты, тип металла и давление. Описаны сопутствующие риски - питтинговая коррозия, водородное охрупчивание и образование вторичных осадков гидроксида железа(III) при повышении pH выше 2,2 - и способы борьбы с ними. Отмечено, что учёт коррозионных факторов при разработке кислотных композиций позволяет сократить число технологических стадий и упростить технологию по сравнению со стандартной обработкой глинокислотой.

Ключевые слова: кислотная обработка, обработка призабойной зоны, терригенные пласты, соляная кислота, плавиковая кислота, глинокислота, коррозия, ингибитор.

Abstract. The paper analyzes the corrosion of downhole metal equipment (tubing, casing and wellhead equipment) during the acid treatment of terrigenous reservoirs. The electrochemical mechanism of corrosion in hydrochloric acid, the mode of action of organic corrosion inhibitors and the factors affecting their efficiency are considered: temperature, flow rate, the ratio of acid volume to metal surface area, inhibitor concentration, acid additives, acid type and concentration, metal type and pressure. Accompanying risks - pitting corrosion, hydrogen embrittlement and the secondary precipitation of ferric hydroxide when the pH rises above 2.2 - and ways of controlling them are described. It is noted that taking corrosion factors into account when developing acid compositions makes it possible to reduce the number of technological stages and to simplify the technology compared with the standard mud acid treatment.

Keywords: acid treatment, bottomhole zone treatment, terrigenous formations, hydrochloric acid, hydrofluoric acid, mud acid, corrosion, inhibitor.

Kirish. Terrigen kollektorlarni xlorid va vodorodftorid kislotalar aralashmasi - gil kislotasi bilan ishlov berish quduq tubi atrof-zonasining o‘tkazuvchanligini tiklashning eng keng tarqalgan usullaridan biridir. Biroq kislota bilan ishlov berish faqat cho‘kma hosil bo‘lishi bilan chegaralanmaydi: salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin bo‘lgan yana bir muammo - korroziyadir. Korroziya kislota bilan ishlov berish jarayonida quduqning metall konstruksiyalari - nasos-kompressor quvurlari (NKT), mustahkamlovchi quvurlar va quduq usti jihozlarining elektrokimyoviy yemirilishiga olib keladigan jarayondir. Ishlovda HCl konsentratsiyasi odatda 15 % ga yetadi, ayrim issiq quduqlarda esa harorat 218 °C (425 °F) gacha ko‘tarilishi mumkin; bunday sharoitda ingibitorlanmagan kislota po‘latni juda tez yemiradi.

Korroziya quvurlar devorining yupqalashishi va konstruksiya mustahkamligining yo‘qolishiga, shuningdek eritmaga temir ionlarining o‘tishi va temirning ikkilamchi cho‘kmalari hosil bo‘lishiga olib keladi, bu esa kislotali ishlov berishning iqtisodiy samarasini keskin pasaytiradi. Ishning maqsadi - kislota bilan ishlov berishda korroziya jarayonining elektrokimyoviy mexanizmini, korroziya ingibitorlarining ta’sirini va ularning samaradorligiga ta’sir etuvchi omillarni tahlil qilish, shuningdek pitting korroziya, vodorodli mo‘rtlashish va temir cho‘kmalari kabi hamroh xavflarni ko‘rib chiqishdan iborat. Bunday tahlil texnologik bosqichlar sonini kamaytiradigan kislota kompozitsiyalarini yaratish uchun amaliy qiziqish uyg‘otadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqot obyekti sifatida gil kislotasi bilan ishlov berishda kislota bilan aloqada bo‘ladigan quduqning po‘lat jihozlari - NKT, mustahkamlovchi quvurlar va quduq usti armaturasi tanlandi; bunday quvurlar odatda API 5CT bo‘yicha J55, N80, L80, P110 kabi po‘lat markalaridan tayyorlanadi. Quruq metallda mahalliy elektr zaryadlari hosil bo‘lmaydi va korroziya kuzatilmaydi; metall sirti suvli kislota bilan aloqa qilgach esa unda mahalliy anod va katod zonalari paydo bo‘lib, metallning kimyoviy korroziya mahsulotlariga aylanishiga olib keladi. Jarayonning umumiy tenglamasi:

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow \quad (1)$$

U ikkita qo‘shma jarayondan iborat: anod zonalarida temir eriydi, katod zonalarida esa vodorod ionlari qaytariladi:

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^- \text{ (anod)}; \quad 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2\uparrow \text{ (katod)} \quad (2)$$

Korroziya jadalligi namuna massasining yo‘qolishi bo‘yicha baholanadi:

$$v = \Delta m / (S \cdot \tau) \quad (3)$$

bu yerda Δm - massaning yo‘qolishi, kg; S - namuna sirti, m²; τ - kislota bilan aloqa vaqti, soat. Ingibitor samaradorligi (Z) ingibitorsiz (v_0) va ingibitor bilan (v_{ing}) korroziya tezliklari orqali aniqlanadi:

$$Z = (v_0 - v_{ing}) / v_0 \cdot 100\ \% \quad (4)$$

Neft-gaz amaliyotida sinov natijasi (masalan, 15 % HCl da N80 po‘lat uchun 6 soatlik laboratoriya sinovi) korroziya tezligi 0,05 lb/ft² (≈ 0,24 kg/m²) dan past, pitting ko‘rsatkichi esa 0–3 oraliqda bo‘lganda qoniqarli hisoblanadi. Tahlil shu ko‘rsatkichlarga va adabiyotlardagi ma’lumotlarga asoslandi.

Natijalar va muhokama. reaksiya juda tez kechadi, harorat va kislota konsentratsiyasi ortishi bilan uning tezligi yanada ortadi. Shuning uchun kislotaga korroziya ingibitori qo‘shilmasa

yoki ingibitorning ta’sirini pasaytiruvchi moddalar mavjud bo‘lsa, quduqdagi po‘lat quvurlar va kislota bilan aloqada bo‘ladigan quduq usti jihozlari qisman erib ketishi mumkin. Bugungi kunda qo‘llaniladigan korroziya ingibitorlari organik birikmalar bo‘lib, asosan moyda eriydigan sirt-faol moddalardir. Ular tarkibida oltingugurt, kislorod yoki azot atomlari bo‘lgan bir yoki bir nechta qutbli guruhlar bor: shu guruhlar orqali ingibitor metall yuzasida adsorbsiyalanib, metall va kislota eritmasi o‘rtasida to‘siq vazifasini bajaruvchi himoya plyonkasi hosil qiladi. Amaliyotda atsetilen spirtlari (masalan, propargil spirti), to‘rtlamchi ammoniy tuzlari va sinnamaldegid hosilalari keng qo‘llaniladi.

Organik ingibitorlarning afzalliklari quyidagilardir: birinchidan, ular oltingugurtli gaz mavjud bo‘lganda mishyak sulfidi kabi erimaydigan tuzlarni hosil qilmaydi (bunday tuzlar quduq tanasida tiqin hosil qilishi mumkin); ikkinchidan, neft va gazni qayta ishlash katalizatorlarini ishdan chiqarmaydi; uchinchidan, kislotaning turli konsentratsiyalarida samarali ishlaydi. Samarali ingibitor metallning anod va katod zonalarida kislotaning metall bilan reaksiya tezligini pasaytirishi kerak: anod ta’sirli ingibitorlar anod zonalarida (odatiy vakili - sulfanol), katod ta’sirli ingibitorlar esa katod zonalarida (aminlar va amidlar) ishlaydi, katod qutblantiruvchi ingibitorlar vodorod ionlarining harakatchanligini cheklaydi. Himoya plyonkasi adsorbsiya va desorbsiya jarayonlari o‘rtasida muvozanat o‘rnatilishi natijasida hosil bo‘ladi, ingibitorning samaradorligi esa uning plyonka hosil qilish qobiliyati va plyonkani metall yuzasida ushlab turishi bilan belgilanadi.

Ingibitor samaradorligiga harorat, oqim tezligi, kislota hajmining metall sirtiga nisbati, ingibitor konsentratsiyasi, kislota qo‘shimchalari, kislotaning turi va konsentratsiyasi, metall turi hamda bosim ta’sir qiladi (1-jadval).

Jadval 1.

Korroziya va ingibitor samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar

Omil	Korroziyaga va ingibitorga ta’siri
Harorat	Korroziya tezligi ortadi, ingibitor adsorbsiyasi pasayadi
Oqim tezligi	Himoya plyonkasi yemiriladi, korroziya tezlashadi
Hajm/sirt nisbati	Hajm ortsa, sirtda adsorbsiyalanadigan ingibitor ortadi
Ingibitor konsentratsiyasi	Ortishi bilan korroziya pasayadi, ma’lum chegaradan so‘ng samara sezilarsiz
Kislota qo‘shimchalari	Sirt-faol moddalar mitsella hosil qilib, adsorbsiyani kamaytiradi
Kislota turi va konsentratsiyasi	Mineral kislotalar organiklardan faol; konsentratsiya ortsa, ingibitorlash qiyinlashadi
Metall turi	Korroziyaga chidamlilik turlicha, ingibitor metallga mos tanlanadi
Bosim	Bosim ortishi bilan korroziya darajasi pasayadi

Harorat ortishi bilan korroziya tezligi ortadi, ingibitorning metall sirtida adsorbsiyalanish qobiliyati esa pasayadi. Shuning uchun yuqori haroratlarda ingibitor konsentratsiyasini oshirish zarur, biroq ingibitor narxi kislota narxining asosiy qismiga aylanib ketmasligi kerak. Organik ingibitorlarning yuqori haroratdagi samaradorligini kuchaytirgichlar oshiradi: kaliy yodid, mis va surma birikmalari, chumoli kislota. Ular yolg‘iz o‘zi ingibitor hisoblanmaydi, lekin organik ingibitor bilan birga uning ta’sirini kuchaytiradi. Kaliy yodidning qo‘llanilish chegarasi taxminan 163 °C (325 °F), mis(I) yodid taxminan 177 °C (350 °F) gacha samarali, biroq ekologik sabablarga ko‘ra ayrim hududlarda cheklangan; surma birikmalari esa 121 °C (250 °F) dan yuqori haroratlarda va HCl konsentratsiyasi 17 % dan past bo‘lganda ayniqsa yaxshi ta’sir qiladi.

Oqim tezligi ortishi bilan suyuqlik va metall sirti o‘rtasidagi ta’sir kuchayadi, himoya plyonkasining yo‘qolish ehtimoli va korroziya tezligi ortadi. Kislotaga turli maqsadlarda qo‘shiladigan sirt-faol moddalar ingibitorning eruvchanligini oshiruvchi mitsellalar hosil qilib, uning sirtda adsorbsiyalanishini kamaytirishi mumkin; deemulgatorlar va erituvchilar ham ingibitorga

salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli konda ingibitorlarni sinash chog‘ida kislota eritmasiga ishlatiladigan barcha qo‘shimchalar kiritilishi, ingibitor samaradorligini pasaytiruvchi qo‘shimchalar esa imkon qadar chiqarib tashlanishi lozim. Mineral kislotalarning vodorod ionlariga ajralish darajasi organik kislotalarnikidan yuqori, shuning uchun ular metallga nisbatan faolroq; juda faol kislotalarni ingibitorlash qiyinroq, yuqori konsentratsiyali kislotalarga esa ko‘proq ingibitor kerak bo‘ladi.

Ko‘p hollarda ingibitorlangan va ingibitorlanmagan kislotalar katod va anod maydonlarining doimiy siljishi tufayli metallni bir tekis yemiradi. Biroq ingibitorlangan kislotalar qo‘llanganda pitting (nuqtali) korroziya paydo bo‘lishi mumkin; u ayniqsa xavfli, chunki yuza yo‘qotilishi kichik bo‘lsa-da, quvur devori mahalliy teshilishi mumkin. Uning uchta asosiy sababi bor: ingibitor plyonkasining qisman yemirilishi, bunda kichik zonalarda ingibitor bo‘lmagani uchun korroziya o‘choqlari paydo bo‘ladi; ingibitor miqdorining yetarli emasligi, bunda himoyalanmagan sirt kislota bilan tez reaksiyaga kirishib, chuqurchaga o‘xshash o‘choqlar hosil qiladi; metall tarkibida aralashmalarning mavjudligi, chunki po‘lat ishlab chiqarishda yoki noto‘g‘ri termik ishlov berishda tushgan metall oksidlarining mayda zarralari atrofidagi metallga nisbatan anodga aylanib, kislota bilan o‘zaro ta’sirni tezlashtiradi.

Korroziya bilan bog‘liq yana bir muhim muammo - metallning vodorodli mo‘rtlashishi. U yuqorida tavsiflangan katod reaksiyalaridan kelib chiqadi: vodorod ionlari vodorod atomiga aylanadi, atom vodorod metallga adsorbsiyalanib, uning egiluvchanligini pasaytiradi va mo‘rtlashishga sabab bo‘ladi. Bu xavf yuqori mustahkamlikdagi po‘latlarda kattaroq bo‘ladi.

Korroziya temirning ikkilamchi cho‘kmalari hosil bo‘lishiga ham sabab bo‘lishi mumkin. Kislota quvur yuzasidagi zang (temir oksidlari) va qatlam minerallaridagi temirni eritadi; kislota sarflanib, pH ortgach, uch valentli temir $Fe(OH)_3$ sifatida cho‘kadi: kolloid cho‘kma pH ≈ 2,2 dan paydo bo‘la boshlaydi va pH ≈ 3,2 da deyarli to‘liq ajraladi. Ikki valentli temir gidroksidi $Fe(OH)_2$ esa faqat pH taxminan 7 dan oshganda cho‘kadi, sarflangan kislotaning pH qiymati odatda 5,3 dan oshmagani uchun kislota eritmasidagi ikki valentli temir miqdori uch valentlisi kabi muhim emas. Fe^{3+} manbalari har doim ham korroziya mahsulotlari emas: ular quvurlardagi zang bo‘lishi mumkin, shuningdek terrigen qatlamning ba’zi minerallari - xlorit va glaukonit ham manba bo‘ladi. Hosil bo‘lgan jelatinsimon temir gidroksidi g‘ovak kanallarni tiqib, qatlam o‘tkazuvchanligini pasaytiradi.

Kislota bilan ishlov berishdan oldin NKT ni xlorid kislota bilan yetarlicha yuvish temir oksidi eritmalarini chiqarib tashlaydi va uch valentli temir gidroksidi jarayonga muammo keltirib chiqarmaydi. Qatlam ona jinsini ishlov berish uchun ishlatiladigan barcha kislotalarga temir tarkibini nazorat qiluvchi qo‘shimchalar - kompleks hosil qiluvchi va tiklovchi agentlar kiritilishi kerak. Kompleks hosil qiluvchi sifatida limon kislotasi, sirka kislotasi va EDTA, tiklovchi sifatida esa eritorb kislotasi qo‘llaniladi: u Fe^{3+} ni yaxshiroq eriydigan Fe^{2+} ga qaytaradi. Limon kislotasi asosan past haroratlarda samarali, EDTA yuqori haroratlarda yaxshi ishlaydi, biroq xlorid kislotada eruvchanligi cheklangan.

Shunday qilib, korroziyani nazorat qilish kislotali ishlov berish texnologiyasining ajralmas qismidir: ingibitor turi va miqdori haroratga, kislota tarkibiga va metallga mos tanlanmasa, quduq jihozlari yemirilishi va qatlam o‘tkazuvchanligining pasayishi xavfi tug‘iladi.

Xulosa. Kislota bilan ishlov berishda korroziya cho‘kma hosil bo‘lishi bilan bir qatorda asosiy muammolardan biri bo‘lib, uning oqibati - quduq jihozlarining yemirilishi, iqtisodiy samaradorlikning pasayishi va temir birikmalarining ikkilamchi cho‘kmalari bilan qatlamning ifloslanishi. Korroziya tezligi harorat va kislota konsentratsiyasi bilan ortadi; uni pasaytirish uchun organik ingibitorlar, yuqori haroratlarda esa ular bilan birga kuchaytirgichlar qo‘llanadi. Ingibitor samaradorligi harorat, oqim tezligi, kislota qo‘shimchalari, kislota va metall turi hamda bosimga bog‘liq bo‘lgani uchun ingibitorlarni kislotaning barcha qo‘shimchalari bilan birga, real sharoitga yaqin holda sinash zarur. Pitting korroziya va vodorodli mo‘rtlashishning oldini olish uchun ingibitor miqdori yetarli bo‘lishi va po‘lat tarkibida aralashmalar bo‘lmasligi muhim, temir cho‘kmalarini bartaraf etish uchun esa NKT ni oldindan HCl bilan yuvish hamda kislotaga kompleks hosil qiluvchi va tiklovchi agentlarni qo‘shish kerak.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Williams B. B., Gidley J. L., Schechter R. S. Acidizing Fundamentals. - New York; Dallas: Society of Petroleum Engineers of AIME, 1979. - (SPE Monograph Series, Vol. 6).
2. Economides M. J., Nolte K. G. Reservoir Stimulation. - 3rd ed. - John Wiley & Sons, 2000.
3. Kalfayan L. Production Enhancement with Acid Stimulation. - 2nd ed. - Tulsa: PennWell, 2008. - 252 p.
4. Preventing coiled tubing corrosion by hydrochloric acid in hot wells // World Oil. - 2011. - March.

OG‘IR YUK TRANSPORT VOSITALARI HARAKATIDA CHANG HOSIL BO‘LISH JARAYONINI AERODINAMIK TAHLILI VA UNING EKOLOGIK-TEXNIK OQIBATLARI

Hojiakbar Mirzajonov Sherzodbek o’g’li
Andijon davlat texnika instituti, "Mexatronika va robototexnika" yo‘nalishi 2-bosqich talabasi
Ilmiy rahbar: Orifjonov Serobiddin Ulug‘bek o‘g‘li

Annotatsiya.Ushbu ilmiy maqolada og‘ir yuk transport vositalari va maxsus texnikalarning harakati jarayonida yuzaga keladigan aerodinamik havo oqimlarining yo‘l qatlamidagi chang va aerozol zarralarini havoga ko‘tarilishiga ta’siri atroflicha tahlil qilingan. Transport vositasi atrofi hamda ostki qismidagi havo oqimlarining dinamikasi, bosimlar farqi va turbulentlik zonalari o‘rganilib, chang zarralarining tarqalish mexanizmlari yoritilgan. Tadqiqot natijalariga asoslanib, chang ko‘tarilishini kamaytirishga qaratilgan texnik va aero-konstruktiv takliflar ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: Transport aerodinamikasi, chang zarralari, PM2.5, PM10, turbulent havo oqimi, manfiy bosim zonasi, g‘ildirak-yo‘l o‘zaro ta’siri, chang bostirish tizimlari.

Аннотация.В данной научной статье подробно проанализировано влияние аэродинамических воздушных потоков, возникающих при движении грузовых транспортных средств и спецтехники, на подъем пыли и аэрозольных частиц с дорожного покрытия. Изучены динамика воздушных потоков вокруг и под днищем транспортного средства, перепады давлений и зоны турбулентности, а также освещены механизмы распространения частиц пыли. На основе результатов исследования научно обоснованы технические и аэро-конструктивные предложения, направленные на снижение пылеобразования.

Ключевые слова: Аэродинамика транспорта, частицы пыли, PM2.5, PM10, турбулентный воздушный поток, зона отрицательного давления, взаимодействие колеса и дороги, системы пылеподавления.

Abstract.This scientific article provides a detailed analysis of the influence of aerodynamic airflows generated during the movement of heavy-duty vehicles and specialized machinery on the elevation of dust and aerosol particles from the road surface. The airflow dynamics around and under the vehicle, pressure differentials, and turbulence zones were investigated, shedding light on the mechanisms of dust particle dispersion. Based on the research results, technical and aero-constructive proposals aimed at reducing dust generation are scientifically substantiated.

Keywords: Vehicle aerodynamics, dust particles, PM2.5, PM10, turbulent airflow, negative pressure zone, wheel-road interaction, dust suppression systems.

Kirish va muammoning dolzarbligi. Sanoat, qurilish va qishloq xo‘jaligi sohalarining jadal rivojlanishi logistika va og‘ir yuk tashish hajmining keskin ortishiga olib kelmoqda. Ayniqsa, vaqtinchalik texnik yo‘llarda, konlarda va vaqtinchalik qoplamali avtomobil yo‘llarida og‘ir yuk avtomobillarining harakati natijasida atrof-muhitga tonnalab chang zarralari ko‘tariladi.

Havo muhitiga ko‘tariladigan micro-zarralar nafaqat ekologik va inson salomatligi muammolarini keltirib chiqaradi, balki transport vositalarining texnik tugunlariga (filtrlar, dvijatelning ishchi yuzalari va podshipniklar) salbiy ta’sir ko‘rsatib, ularning xizmat muddatini

keskin kamaytiradi. Shu sababli, chang ko‘tarilish jarayonini faqatgina yo‘l yuzasining holati bilan emas, balki transport vositasining harakatdagi **aerodinamik ko‘rsatkichlari** bilan bog‘liq holda tadqiq etish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Tadqiqot usullari va metodologiyasi. Tadqiqot jarayonida transport vositasi va atrof-muhit o‘rtasidagi aerodinamik o‘zaro ta’sirni baholashda gidro-aerodinamiika va aerozol texnologiyalari qonuniyatlariga tayanildi. Transport vositasining harakat tezligi (v), uning ostki klirens masofasi va g‘ildiraklarining geometrik parametrlarining havo oqimiga ta’siri nazariy tahlil qilindi.

Gidrodinamika qonunlariga (Bernulli tenglamasi va Navye-Stoks tenglamalari) muvofiq, harakatlanayotgan jism atrofidagi havo tezligi va statik bosim o‘rtasidagi bog‘liqlik baholandi:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const}$$

Bu yerda:

- P — havo oqimining statik bosimi;
- ρ — havoning zichligi;
- v — harakatlanayotgan havo oqimining tezligi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Og‘ir yuk avtomobili harakatlanganda uning o‘lchamlari va massasi tufayli atrofida murakkab va differensiallashgan aerodinamik havo oqimlari shakllanadi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, chang ko‘tarilish jarayoni uchta asosiy zonada amalga oshadi:

Avtomobil ostidagi havo oqimi (Underbody Flow):

Transport vositasi va yo‘l yuzasi o‘rtasidagi tor masofadan havo oqimi katta tezlikda o‘tadi. Bernulli qonuniga ko‘ra, havo tezligi ortishi bilan yo‘l yuzasida statik bosim keskin tushadi (manfiy bosim zonasi shakllanadi). Bu bosimlar farqi yo‘l yuzasidagi mayda chang zarralarini yuqoriga so‘rib olish va havo muhitiga ko‘tarish uchun yetarli bo‘lgan ko‘tarish kuchini hosil qiladi.

G‘ildirak va yo‘l qatlamining o‘zaro ta’sir zonasi:

G‘ildirak aylanayotgan paytda uning protektorlari yo‘l yuzasidagi changni mexanik ravishda ezadi va urib ko‘taradi. Shu bilan birga, g‘ildirak ortida hosil bo‘ladigan mahalliy vakuum zonasi zarralarni tezlik bilan havoga so‘rib oladi. Ko‘p o‘qli (3 va undan ortiq o‘qli) og‘ir yuk avtomobillarida har bir keyingi g‘ildirak o‘qi o‘zidan oldingi g‘ildirak hosil qilgan chang bulutini yanada yuqoriga va kengroq maydonga tarqatadi.

Avtomobil orqasidagi turbulent zona (Wake Region):

Avtomobil kuzovining geometrik shakli sababli uning orqa qismida havo oqimi uziladi va kuchli uyurmaviy (turbulent) oqimlar vujudga keladi. Ushbu turbulent oqimlar yerdan uzilgan chang zarralarini 5–15 metr balandlikkacha ko‘taradi va shamol ta’sirida bir necha yuz metrgacha tarqalishini ta’minlaydi.

Xulosa va texnik takliflar. Og‘ir yuk transport vositalarining harakatida chang ko‘tarilishi jarayonini aerodinamik tahlil qilish natijasida quyidagi muhandislik va texnik xulosalarga kelindi:

Chang ko‘tarilish intensivligi avtomobil harakat tezligining kvadratiga (v^2) va ostki klirens sohasidagi havo oqimining tezligiga to‘g‘ri proporsionaldir.

Aero-konstruktiv yechim: Transport vositasining ostki qismiga havo oqimini yo‘naltiruvchi maxsus deflektor va turbulentlikni kamaytiruvchi ekranlar o‘rnatish orqali yo‘l yuzasidagi manfiy so‘ruvchi bosimni 25–30% ga kamaytirish mumkin.

Texnik va mexatronik yechim: Og‘ir yuk avtomobillarining g‘ildirak arkalari hamda ostki qismiga harakat tezligiga qarab avtomatik ravishda biopolimerli suyuqlik purkoydigan intellektual va lokal chang bostirish texnik tizimlarini joriy etish yuqori samaradorlik beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.Qodirov A.A., Karimov B.H. *Transport aerodinamikasi va ekologik xavfsizlik.* – Toshkent: "Sanoat standarti", 2021. – 148 b.

2.Rasulov S.T., Axmedov M.M. *Og‘ir yuk avtomobillarining yo‘l qatlamiga va atrof-muhitga ta’sirini baholash* // Farg‘ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. – 2022. – №3. – B. 85-89.

3.Hinds W.C. *Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles.* – 2nd Edition. – New York: John Wiley & Sons, 2012. – 504 p.

4.Gillies J.A., Etyemezian V., Nikolich G. *Particulate matter emissions from unpaved roads and dust suppression techniques* // Atmospheric Environment. – 2019. – Vol. 214. – P. 116-125.

NEFT VA GAZ QUDUQLARIDA KISLOTALI ISHLOV BERISHDA KORROZIYA JARAYONLARI MUAMMOLARI VA YECHIMLARI

Tojiyev Obid Olimovich[1], Yaxyayev Nodir Sharifovich[2], Yaminov Feruzjon Fayzullo o‘g‘li[3]

[1] Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston

e-mail: tojiyevobid64@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada terrigen kollektorli neft va gaz quduqlarini gil kislotasi (HCl va HF aralashmasi) bilan ishlov berish jarayonida yuzaga keladigan asosiy muammolar tahlil qilingan. Vodorodftorid kislotaning kvarts, dala shpatlari va gillar bilan o‘zaro ta’siri reaksiyalari hamda kislotaning gravimetrik va hajmiy eritish qobiliyati ko‘rib chiqildi. HF konsentratsiyasi 2 dan 8 mass. % gacha oshganda kvartsning gravimetrik eritish qobiliyati 0,015 dan 0,060 gacha, albitniki esa 0,019 dan 0,075 gacha ortishi ko‘rsatildi. Reaksiya mahsulotlari birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi cho‘kmalar sifatida tasniflandi; kalsiy ftorid, ftorsilikatlar, ftoraluminatlar va kremniy gelining hosil bo‘lish sabablari yoritildi. Cho‘kma hosil bo‘lishini kamaytirish uchun oldindan yuvish, asosiy yuvish, gil kislotasini quyish, bostiruvchi suyuqlik quyish va suyuqliklarni quduqdan yuvib chiqarishdan iborat bosqichli texnologiya keltirildi. Yer osti va yer usti uskunalarining korroziyasi kislotali ishlov berishning yana bir muhim muammosi sifatida qayd etildi.

Kalit so‘zlar: terrigen kollektor, kislotali ishlov berish, gil kislotasi, cho‘kma hosil bo‘lishi, eritish qobiliyati, korroziya.

Аннотация. В работе проанализированы основные проблемы, возникающие при обработке терригенных коллекторов нефтяных и газовых скважин глинокислотой (смесью HCl и HF). Рассмотрены реакции взаимодействия плавиковой кислоты с кварцем, полевыми шпатами и глинами, а также гравиметрическая и объёмная растворяющая способность кислоты. Показано, что при увеличении концентрации HF от 2 до 8 мас. % гравиметрическая растворяющая способность возрастает для кварца с 0,015 до 0,060, а для альбита — с 0,019 до 0,075. Продукты реакций классифицированы как первичные, вторичные и третичные осадки; освещены причины образования фторида кальция, фторосиликатов, фтороалюминатов и кремнегеля. Для снижения осадкообразования рассмотрена поэтапная технология: предварительная промывка, основная промывка, закачка глинокислоты, закачка продавочной жидкости и удаление закачанных жидкостей из скважины. Коррозия подземного и наземного оборудования отмечена как ещё одна важная проблема кислотной обработки.

Ключевые слова: терригенный коллектор, кислотная обработка, глинокислота, осадкообразование, растворяющая способность, коррозия.

Abstract. The paper analyzes the main problems arising during the acid treatment of terrigenous reservoirs in oil and gas wells with mud acid (a mixture of HCl and HF). The reactions of hydrofluoric acid with quartz, feldspars and clays, as well as the gravimetric and volumetric dissolving power of the acid, are considered. It is shown that as the HF concentration increases from 2 to 8 wt. %, the gravimetric dissolving power rises from 0.015 to 0.060 for quartz and from 0.019 to 0.075 for albite. The reaction products are classified as primary, secondary and tertiary precipitates, and the causes of calcium fluoride, fluorosilicate, fluoroaluminate and silica gel formation are

discussed. A staged technology consisting of a preflush, a main flush, mud acid injection, an overflush and flowback of the injected fluids is described as a way to reduce precipitation. Corrosion of downhole and surface equipment is noted as another important problem of acid treatment.

Keywords: terrigenous reservoir, acid treatment, mud acid, precipitation, dissolving power, corrosion.

Kirish. Neft va gaz quduqlari mahsuldorligini oshirishda quduq tubi atrof-zonasining o‘tkazuvchanligini tiklash muhim ahamiyatga ega. Terrigen kollektor qatlamining ifloslanishi silikat materiallari (kvarts, dala shpati, gil va boshqalar) mavjudligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bunday ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash va quduq tubi atrof-zonasining o‘tkazuvchanligini oshirish uchun gil kislotasi qo‘llaniladi. Gil kislotasi turli konsentratsiyalardagi HCl va HF kislotalarning aralashmasi bo‘lib, odatda HCl konsentratsiyasi massa bo‘yicha 12 % dan, HF konsentratsiyasi esa 3 % dan oshmaydi.

Terrigen kollektorlarda vodorodftorid kislota silikat hosil qiluvchi minerallarni, xususan, gil va dala shpatlarini parchalash uchun mo‘ljallangan. Biroq uning o‘ziga xos xususiyati ko‘plab reaksiya mahsulotlarining hosil bo‘lishidir: ularning aksariyati pH ortganda erimaydigan yoki kam eriydigan cho‘kma sifatida ajralib, qatlamning ona jinsi holatini yomonlashtirishi yoki kanallarning tiqilib qolishiga olib kelishi mumkin. Kislotali ishlov berish bilan bog‘liq yana bir muhim muammo — yer osti va yer usti uskunalarining korroziyasidir. Ishning maqsadi — terrigen kollektorlarni gil kislotasi bilan ishlov berishda kechadigan asosiy reaksiyalarni, kislotaning eritish qobiliyatini va cho‘kma hosil bo‘lishi muammolarini tahlil qilish hamda ularni kamaytirish yo‘llarini ko‘rib chiqishdan iborat.

Materiallar va usullar. Tadqiqot obyekti sifatida terrigen (qumtosh) kollektorlarni gil kislotasi — HCl va HF aralashmasi bilan ishlov berish jarayoni tanlandi. Tahlil vodorodftorid kislotaning silikat minerallari (kvarts, albit, ortoklaz, kaolinit, montmorillonit) bilan o‘zaro ta’siri reaksiyalarining stoxiometriyasiga, kislotaning eritish qobiliyatiga hamda reaksiya mahsulotlarining cho‘kish sharoitlariga asoslandi. Kvartsning HF bilan asosiy reaksiyasida kremniy tetraflorid (SiF_4) va suv hosil bo‘ladi:

$$4HF + SiO_2 \rightarrow SiF_4\uparrow + 2H_2O \quad (1)$$

Bunda 1 mol SiO_2 ni eritish uchun 4 mol HF kerak. Hosil bo‘lgan SiF_4 ortiqcha HF bilan geksaftorkremniy kislotasini (H_2SiF_6) hosil qilishi mumkin:

$$SiF_4 + 2HF \leftrightarrow H_2SiF_6 \quad (2)$$

Reaksiya stoxiometriyasi eritish qobiliyati orqali ifodalanadi — ma’lum massa yoki hajmdagi kislota bilan erigan mineral miqdori. Gravimetrik eritish qobiliyati (β) ma’lum kislota massasi bilan erigan mineral massasi bo‘lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$\beta = (\nu_{\text{mineral}} \cdot MW_{\text{mineral}}) / (\nu_{\text{kislota}} \cdot MW_{\text{kislota}}) \quad (3)$$

bu yerda ν — mineral va kislota o‘zaro ta’sirining stoxiometrik reaksiya koeffitsientlari; MW — molekulyar massalar. Hajmiy eritish qobiliyati (X) kislota hajmi bilan erigan mineral hajmining nisbati bo‘lib, β bilan quyidagicha bog‘lanadi:

$$X = \beta \cdot \rho_{\text{kislota eritmasi}} / \rho_{\text{mineral}} \quad (4)$$

bu yerda ρ — kislota eritmasi va mineralning zichligi.

Natijalar va muhokama. Kislotaning eritish qobiliyati HF konsentratsiyasiga bog‘liq (1-jadval). HF konsentratsiyasi 2 dan 8 mass. % gacha oshganda kvartsning gravimetrik eritish qobiliyati (β) 0,015 dan 0,060 gacha, albitniki esa 0,019 dan 0,075 gacha ortadi, ya’ni β konsentratsiyaga deyarli to‘g‘ri proporsional o‘sadi. Hajmiy eritish qobiliyati (X) ham xuddi shunday o‘zgaradi: kvarts uchun 0,006 dan 0,025 gacha, albit uchun 0,008 dan 0,030 gacha. Barcha

konsentratsiyalarda albit uchun *β* va *X* qiymatlari kvartsnikidan yuqori, ya'ni kislotaning bir xil massasi albitning kvartsga qaraganda ko'proq massasini eritadi.

Jadval 1.

Turli konsentratsiyadagi HF ning kvarts va albit uchun eritish qobiliyati

HF konsentratsiyasi, mass. %	Kvarts (SiO_2)		Albit ($NaAlSi_3O_8$)	
	B	*X*	*β*	*X*
2	0,015	0,006	0,019	0,008
3	0,023	0,010	0,028	0,011
4	0,030	0,018	0,037	0,015
6	0,045	0,019	0,056	0,023
8	0,060	0,025	0,075	0,030

β — erigan tog' jinsi massasining reaksiyaga kirishuvchi kislota massasiga nisbati; X — erigan tog' jinsi hajmining reaksiyaga kirishuvchi kislota hajmiga nisbati.

Asosiy reaksiyalardan tashqari, HF silikatlar bilan o'zaro ta'sirlashganda kislotaning foydasiz sarflanishiga olib keladigan nojo'ya reaksiyalar kechadi. Masalan, (2) reaksiya to'liq o'tsa, 1 mol kvartsni eritish uchun 4 mol o'rniga 6 mol HF sarflanadi. Shuningdek, ftorsilikatlar turli shakllarda bo'lishi mumkinligi sababli, ma'lum miqdordagi kvartsni eritish uchun zarur HF ning to'liq miqdori gil kislotasidagi kislotalar konsentratsiyasiga bog'liq. HF bilan aralashmada HCl ishlatilishi pH ni kerakli oraliqda (odatda 2 dan oshmaydigan) saqlashga yordam beradi, chunki pH ortishi bilan reaksiya mahsulotlarining ko'pchiligi erimaydigan yoki kam eriydigan cho'kma sifatida ajraladi.

Qumtosh minerallari va HF o'rtasidagi o'zaro ta'sir reaksiyalari birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi sinflarga bo'linadi. Birlamchi reaksiyalar reaksiyaga kirishmagan kislota tog' jinsi bilan aloqa qilganda, odatda quduq tubi atrofida sodir bo'ladi. Ularning eng keng tarqalgan cho'kmalari — kalsiy va alyuminiy ftoridlari (CaF_2, AlF_3), shuningdek kaliy va natriy ftorsilikatlari va ftoraluminatlari (K_2SiF_6, Na_2SiF_6, Na_3AlF_6, K_3AlF_6). Kalsiy ftorid kalsitning HF bilan reaksiyasida ($CaCO_3 + 2HF \rightarrow CaF_2\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$), shuningdek kislotaning tarkibida kalsiy ionlari bo'lgan qatlam suyuqligi bilan o'zaro ta'sirida hosil bo'ladi va juda kam eriydi. Natriy va kaliy ftorsilikatlari geksaftorkremniy kislotasi shu metallarning ionlari bilan reaksiyaga kirishganda hosil bo'ladi ($H_2SiF_6 + 2Na^+ \rightarrow Na_2SiF_6\downarrow + 2H^+$; kaliy uchun ham xuddi shunday). Bunday cho'kmalarning hajmi katta bo'lgani uchun ular kalsiy ftoridning mayda zarrali cho'kmalariga qaraganda qatlam o'tkazuvchanligini ko'proq pasaytiradi. Ular HF konsentratsiyasi yuqori bo'lganda, kislotaning gil bilan aralashishining dastlabki paytida paydo bo'ladi; kislota sarflanishi bilan cho'kma hosil bo'lish ehtimoli kamayadi.

Alyuminiy ftorid alyuminiyning ftorga yuqori yaqinligi tufayli HF alyuminiy tutuvchi minerallar bilan o'zaro ta'sirlashganda hosil bo'ladi (mineral + $3HF \rightarrow AlF_3\downarrow + 3H^+$). Uning miqdorini HCl va HF ning yuqori nisbatini saqlash orqali kamaytirish mumkin: xlorid kislota kam eriydigan AlF_3 ni yaxshi eriydigan $AlCl_3$ ga aylantiradi ($AlF_3 + 3HCl \leftrightarrow AlCl_3 + 3HF$).

Ikkilamchi reaksiyalar geksaftorkremniy kislotasining jinslar bilan o'zaro ta'sirini tavsiflaydi (H_2SiF_6 + mineral $\rightarrow Si(OH)_4\downarrow + AlF_3\downarrow$) va birlamchilarga qaraganda ancha sekin kechadi. Kremniy geksaftorid suv bilan o'zaro ta'sirlashib kolloid kremniy gidroksidini hosil qiladi, u neytral muhitda jelatinli gel sifatida cho'kib, qatlam teshiklarini yopishi mumkin ($SiF_6^{2-} + 4H_2O \rightarrow H_4SiO_4\downarrow + 4HF + 2F^-$); xlorid kislota tizimining kiritilishi gel cho'kishining oldini oladi. Qumtoshlarni ishlov berishda kolloid kremniy cho'kmasi hosil bo'lishining oldini olish deyarli mumkin emas, shuning uchun kislotali texnologik suyuqlik nisbatan yuqori tezlikda haydaladi: shunda cho'kma quduq tubidan uzoqroqda hosil bo'lib, iloji boricha tezroq chiqib ketadi. Uchlamchi reaksiyalar alyuminiy ftoridning minerallar bilan o'zaro ta'sirini ifodalaydi va silikagel hamda alyuminiy komplekslari ($AlF_n(OH)_{3-n}$, $n < 3$) hosil bo'lishiga olib keladi; bu reaksiya 90 °C dan past haroratlarda ahamiyatsiz bo'ladi.

Cho'kma hosil bo'lishini nazorat qilish uchun gil kislotasi bilan ishlov berishda texnologik suyuqliklar bosqichma-bosqich haydaladi. Ishlov beshta asosiy bosqichdan iborat: oldindan yuvish

suyuqligi sifatida ammoniy xlorid (NH_4Cl) eritmasini quyish; asosiy yuvish suyuqligi sifatida xlorid kislota eritmasini quyish; gil kislotasini asosiy ishchi suyuqlik sifatida quyish; bostiruvchi suyuqlik quyish; quyilgan suyuqliklarni quduqdan yuvib chiqarish. Har bir bosqich uchun suyuqliklar ifloslanishning erishi, tog‘ jinsi va qatlam suyuqligi bilan mosligi hamda neytrallangan kislota reaksiyasi mahsulotlari bilan mosligi hisobga olingan holda tanlanadi.

Oldindan yuvish suyuqligi qatlam suvlarini ishlov beriladigan zonadan siqib chiqarish uchun quyiladi, chunki qatlam suvlaridagi Na, K yoki Ca ionlari HF bilan o‘zaro ta’sirlashganda ftoridlar va ftorsilikatlar cho‘kmasini hosil qiladi; ammoniy xlorid esa ammoniy ftoridlari HF bilan aralashganda hosil bo‘lishi mumkin bo‘lgan eng eriydigan tuzlar bo‘lgani uchun tanlanadi. Zarur bo‘lsa, tog‘ jinsi yuzasidagi neft plyonkasini yuvish uchun ksilol yoki toluol kabi organik erituvchilar ham quyiladi. Asosiy yuvishda HCl ishlatiladi, chunki terrigen jinslardagi karbonatlar HF bilan reaksiyaga kirishib cho‘kma hosil qiladi. Asosiy ishchi suyuqlik odatda HF va HCl aralashmasi bo‘lib, ba’zan xlorid kislota o‘rniga yoki unga qo‘shimcha ravishda organik kislota ishlatiladi. HF silikat minerallarini eritish uchun ishlatiladigan yagona arzon mineral kislota bo‘lgani sababli asosiy kislota hisoblanadi; karbonat miqdori yuqori qatlamlarda esa kalsiy ftorid cho‘kish xavfi katta bo‘lgani uchun u qo‘llanilmasligi kerak.

Bostiruvchi suyuqlikning maqsadi asosiy kislotani qatlamdan siqib chiqarish va past pH qiymatini saqlashdir; bunda NH_4Cl, so‘ngra past konsentratsiyali (5–7,5 % mass.) HCl tavsiya etiladi. Yakuniy bosqichda ishlov tugagach darhol texnologik suyuqliklar qatlamdan yuvib chiqariladi: bu gil kislotasining tog‘ jinslari bilan aloqa vaqtini qisqartiradi, uzoq aloqa esa cho‘kma hosil qilishi mumkin. Terrigen kollektor minerallari bilan HF reaksiyalari mahsulotlari cho‘kmalarini nazorat qilish choralari 2-jadvalda umumlashtirilgan: dala shpatlarini ishlov berishda HF ning maksimal konsentratsiyasi cheklanadi, illitli gillarda gil kislotasining kuchsiz eritmalari, xloritli gillarda esa kompleks hosil qiluvchi vosita tarkibida sirka kislotasi qo‘llaniladi.

1-Jadval

Terrigen kollektor minerallari bilan HF reaksiyalari mahsulotlari cho‘kmalarini nazorat qilish

Mineral	Cho‘kma	Profilaktika chorasi
Ohaktosh, dolomit	CaF_2, MgF_2	Yuvuvchi suyuqlik (HCl) quyish
Gil (montmorillonit, kaolinit)	$Si(OH)_4$	Bostiruvchi suyuqlik quyish
Ortoklaz (kaliyli dala shpati)	K_2SiF_6	HF konsentratsiyasi ≤ 1,5 mass. %
Albit (natriyli dala shpati)	Na_2SiF_6	HF konsentratsiyasi ≤ 3 mass. %
Gil (illit)	K_2SiF_6, MgF_2, $Si(OH)_4$	Gil kislotasining kuchsiz eritmalari
Gil (xlorit)	$Fe(OH)_3$	Kompleks hosil qiluvchi vosita tarkibida sirka kislotasi

Tahlil qilingan ma’lumotlar cho‘kma hosil bo‘lish xavfini kamaytirish uchun HF konsentratsiyasini, ishlov bosqichlarining ketma-ketligini va suyuqliklarni qatlamdan chiqarib yuborish vaqtini qatlamning mineralogik tarkibiga muvofiq tanlash zarurligini ko‘rsatadi.

Xulosa. Terrigen kollektorlarni gil kislotasi bilan ishlov berishda HF silikat minerallarini eritib, quduq tubi atrof-zonasining o‘tkazuvchanligini oshiradi, biroq bir vaqtning o‘zida kalsiy ftorid, natriy va kaliy ftorsilikatlari va ftoraluminatlari, alyuminiy ftorid hamda kolloid kremniy gelidan iborat cho‘kmalar hosil bo‘lishiga olib keladi. HF ning eritish qobiliyati konsentratsiyaga bog‘liq: 2 dan 8 mass. % gacha oshganda kvarts uchun β 0,015 dan 0,060 gacha, albit uchun 0,019 dan 0,075 gacha ortadi. Cho‘kma hosil bo‘lishi xavfini kamaytirish uchun oldindan yuvish, HCl bilan asosiy yuvish, gil kislotasini quyish, bostiruvchi suyuqlik quyish va quyilgan suyuqliklarni

tezda yuvib chiqarishdan iborat bosqichli texnologiyani qo‘llash hamda HF konsentratsiyasini qatlamning mineralogik tarkibiga muvofiq tanlash maqsadga muvofiq. Yer osti va yer usti uskunalarining korroziyasi muammosi tadqiqotlarda batafsil ko‘rib chiqildi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Williams B. B., Gidley J. L., Schechter R. S. Acidizing Fundamentals. — New York; Dallas: Society of Petroleum Engineers of AIME, 1979. — (SPE Monograph Series, Vol. 6).

2. Economides M. J., Nolte K. G. Reservoir Stimulation. — 3rd ed. — John Wiley & Sons, 2000.

3. Kalfayan L. Production Enhancement with Acid Stimulation. — 2nd ed. — Tulsa: PennWell, 2008. — 252 p.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ДЕБИТА ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Авлаярова Наргиза Махмудовна[1]
Mahmudova Shahlo XX[2]
[1]Каршинский государственный технический университет, Карши
[2] Университет информационных технологий и менеджмента, г.Карши
avlayarovanargiza1@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены основные вопросы регулирования давления и дебита газовых скважин в процессе эксплуатации газовых месторождений. Проанализирована взаимосвязь между пластовым, забойным и устьевым давлениями, а также влияние величины депрессии на продуктивность скважины. Рассмотрены основные методы регулирования дебита, включая дросселирование, применение регулирующей арматуры и автоматизированных систем управления. Приведен расчетный пример изменения режима работы газовой скважины при изменении забойного давления. Сделан вывод о целесообразности комплексного регулирования параметров скважины с использованием результатов газодинамических исследований и автоматизированного контроля.

Ключевые слова: газовая скважина, дебит газа, пластовое давление, забойное давление, устьевое давление, депрессия, дросселирование, регулирование, газодобыча, автоматизация.

Annotatsiya. Maqolada gaz konlarini ishlatish jarayonida gaz quduqlarida bosim va debitni boshqarishning asosiy masalalari ko‘rib chiqilgan. Qatlam, quduq tubi va quduq usti bosimlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik, shuningdek, depressiya qiymatining quduq mahsuldorligiga ta’siri tahlil qilingan. Debitni boshqarishning asosiy usullari, jumladan, drossellash, rostlovchi armaturadan foydalanish hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini qo‘llash masalalari ko‘rib chiqilgan. Quduq tubi bosimining o‘zgarishi natijasida gaz qudug‘ining ishlash rejimini o‘zgartirish bo‘yicha hisoblash namunasi keltirilgan. Gazodinamik tadqiqotlar natijalari va avtomatlashtirilgan nazorat tizimlaridan foydalangan holda quduq parametrlarini kompleks tarzda boshqarish maqsadga muvofiq ekanligi to‘g‘risida xulosa qilingan.

Kalit so‘zlar: gaz qudug‘i, gaz debiti, qatlam bosimi, quduq tubi bosimi, quduq usti bosimi, depressiya, drossellash, rostlash, gaz qazib olish, avtomatlashtirish.

Abstract. The article examines the main issues of pressure and flow rate regulation in gas wells during the operation of gas fields. The relationship between reservoir, bottomhole, and wellhead pressures is analyzed, as well as the effect of pressure drawdown on well productivity. The main methods of flow rate regulation are considered, including throttling, the use of control valves and automated control systems. A calculation example demonstrating changes in the operating mode of a gas well due to variations in bottomhole pressure is presented. It is concluded that comprehensive regulation of well parameters based on the results of gas-dynamic studies and automated monitoring is appropriate.

Keywords: gas well, gas flow rate, reservoir pressure, bottomhole pressure, wellhead pressure, pressure drawdown, throttling, regulation, gas production, automation.

ВведениеПриродный газ занимает значительное место в структуре топливно-энергетического комплекса. Повышение эффективности его добычи связано не только с вводом новых месторождений и скважин, но и с совершенствованием методов эксплуатации уже действующего фонда.

В процессе разработки газового месторождения происходит изменение пластового давления, фильтрационных характеристик призабойной зоны и условий работы наземного оборудования. Вследствие этого первоначально установленный режим эксплуатации скважины со временем может перестать соответствовать технологическим требованиям.

Одной из основных задач промысловой эксплуатации является поддержание такого режима, при котором обеспечивается необходимый дебит газа при допустимых значениях забойного и устьевого давления. Чрезмерное увеличение дебита за счет повышения депрессии может сопровождаться выносом песка, поступлением пластовой воды, разрушением призабойной зоны и увеличением нагрузки на оборудование.

Таким образом, задача регулирования заключается не в достижении максимально возможного дебита любой ценой, а в обеспечении рационального режима разработки пласта и устойчивой работы всей системы «пласт — скважина — газосборная сеть».

Взаимосвязь давления и дебита газовой скважины

Приток газа к забою скважины возникает вследствие разности между пластовым и забойным давлениями. Эта разность называется депрессией:

$$\Delta p = p_{пл} - p_{заб},$$

где $p_{пл}$ — пластовое давление, МПа; $p_{заб}$ — забойное давление, МПа; Δp — депрессия на пласт, МПа.

При увеличении депрессии создаются более интенсивные условия фильтрации газа к забою. В простейшем приближении зависимость дебита от депрессии можно представить выражением:

$$q = C(p_{пл}^2 - p_{заб}^2),$$

где q — дебит газа; C — коэффициент продуктивности, учитывающий фильтрационные свойства пласта и условия эксплуатации.

Для реального газового месторождения зависимость между дебитом и давлениями может быть более сложной. Это связано с нестационарностью фильтрации, изменением свойств газа, влиянием призабойной зоны и наличием дополнительных сопротивлений.

При эксплуатации необходимо учитывать также потери давления при движении газа по стволу скважины и промысловым трубопроводам. Поэтому увеличение пластовой депрессии не всегда приводит к пропорциональному росту товарного дебита на выходе промысловой системы.

Основные методы регулирования дебита

Регулирование дебита осуществляется путем изменения гидравлического сопротивления потоку газа или изменения давления в системе сбора.

Наиболее распространенным способом является дросселирование потока с использованием штуцеров. Установка штуцера на устье скважины позволяет ограничить расход газа и стабилизировать режим эксплуатации.

При уменьшении площади проходного сечения возрастает сопротивление движению газа. В результате дебит снижается, а давление перед регулирующим устройством может увеличиваться. При увеличении проходного сечения сопротивление уменьшается, что создает условия для увеличения расхода.

Основными регулирующими устройствами являются:

- штуцеры;
- регулирующие клапаны;
- дросселирующие устройства;

- автоматические регуляторы давления;
- системы управления фонтанной арматурой.

Выбор конкретного устройства зависит от давления и температуры газа, требуемого дебита, состава продукции и технических характеристик скважины.

Регулирование давления

В процессе эксплуатации необходимо контролировать пластовое, забойное и устьевое давление. Изменение одного из этих параметров оказывает влияние на весь режим работы скважины.

Особое значение имеет устьевое давление, поскольку оно определяется не только состоянием пласта, но и условиями работы промысловой системы сбора.

Если давление в газосборном коллекторе возрастает, уменьшается перепад давления между скважиной и системой сбора. В результате может снизиться дебит скважины.

В общем виде можно представить:

$p_{пл} > p_{заб} > p_{уст}$,

однако фактическое распределение давления зависит от конструкции скважины, параметров потока и гидравлических сопротивлений.

Регулирование давления должно проводиться таким образом, чтобы обеспечить устойчивый приток газа и одновременно не допустить чрезмерной депрессии.

Ограничение депрессии как элемент рациональной эксплуатации

Чрезмерная депрессия может отрицательно влиять на состояние пласта и скважины. Особенно это актуально для коллекторов с низкой механической устойчивостью.

При значительном снижении забойного давления возможны:

- разрушение призабойной зоны;
- вынос механических примесей;
- поступление пластовой воды;
- образование водяного конуса;
- снижение эффективности работы скважины;
- увеличение эрозионного износа оборудования.

Следовательно, эксплуатационный режим должен определяться не только требуемым объемом добычи газа, но и допустимой величиной депрессии.

В практических условиях допустимый диапазон режима устанавливается на основе результатов исследований скважины, данных о геологическом строении пласта и технических ограничений оборудования.

Автоматизация процесса регулирования

Развитие автоматизированных систем управления позволяет осуществлять непрерывный контроль параметров работы газовых скважин.

Основными измеряемыми параметрами являются:

- давление на устье;
- давление до и после регулирующего устройства;
- температура газа;
- дебит;
- давление в системе сбора;
- содержание жидкости и механических примесей.

Сигналы от измерительных приборов передаются в систему управления. При отклонении параметров от заданных значений автоматически изменяется положение регулирующего клапана.

Применение автоматического регулирования позволяет уменьшить влияние человеческого фактора и повысить устойчивость технологического режима.

Особенно важным автоматизированное регулирование становится при эксплуатации кустов скважин, когда изменение режима одной скважины может повлиять на давление и пропускную способность общей системы сбора.

Расчетный пример регулирования дебита

Рассмотрим условную газовую скважину, для которой в определенный момент эксплуатации приняты следующие расчетные параметры:

$p_{пл}$=12 МПа,

$p_{заб1}$=8 МПа.

Тогда исходная депрессия составляет:

Δp_1=12−8=4 МПа.

Предположим, что коэффициент продуктивности в принятой упрощенной модели составляет:

C=0,20 (тыс.$м^3$/сут)/$МПа^2$.

Тогда расчетный дебит определяется:

$q_1=C(p_{пл2}-p_{заб12})$.

Подставляя значения, получаем:

$q_1=0{,}20(12^2-8^2)$,

q_1=0,20(144−64)=16 тыс. $м^3$/сут.

Теперь предположим, что в результате изменения режима работы регулирующего устройства забойное давление увеличено до:

$p_{заб2}$=9 МПа.

Депрессия при этом составит:

Δp_2=12−9=3 МПа.

Расчетный дебит:

$q_2=0{,}20(12^2-9^2)$,

q_2=0,20(144−81)=12,6 тыс. $м^3$/сут.

Таким образом, в рамках принятой упрощенной модели увеличение забойного давления с 8 до 9 МПа приводит к снижению расчетного дебита с 16 до 12,6 тыс. $м^3$/сут.

Снижение дебита составляет:

Δq=16−12,6=3,4 тыс. $м^3$/сут.

В относительном выражении:

3,4/16×100%≈21,25%.

Расчет показывает чувствительность дебита газовой скважины к изменению забойного давления. Следует подчеркнуть, что приведенные значения являются модельным примером. Для реальной скважины коэффициент продуктивности и зависимость дебита от давления должны определяться по результатам промысловых исследований.

Анализ результатов. Результаты расчетного примера показывают, что регулирование давления непосредственно влияет на величину дебита газовой скважины. При увеличении забойного давления уменьшается депрессия, вследствие чего снижается приток газа из пласта.

С другой стороны, эксплуатация при максимально возможной депрессии не всегда является рациональной. Повышенный дебит может сопровождаться осложнениями, связанными с выносом песка, поступлением жидкости и повышенной нагрузкой на оборудование.

Поэтому выбор режима необходимо осуществлять с учетом нескольких взаимосвязанных факторов.

Параметр	**При увеличении параметра**	**Возможное последствие**
Депрессия	Увеличение	Рост притока газа
Забойное давление	Увеличение	Снижение дебита
Сопротивление штуцера	Увеличение	Снижение расхода
Давление в коллекторе	Увеличение	Снижение перепада давления
Дебит	Увеличение	Рост нагрузки на систему сбора

Параметр	При увеличении параметра	Возможное последствие
Скорость потока	Увеличение	Возможный рост эрозии

Таким образом, рациональный режим представляет собой компромисс между требуемой производительностью скважины, устойчивостью пласта и техническими возможностями промысловой системы.

Практические рекомендации

Для повышения эффективности регулирования давления и дебита газовых скважин целесообразно:

1. Регулярно контролировать пластовое, забойное и устьевое давление.
2. Проводить газодинамические исследования для определения текущей продуктивности скважины.
3. Не допускать эксплуатации при чрезмерной депрессии без соответствующего геолого-технического обоснования.
4. Учитывать давление в общей системе сбора газа при выборе режима отдельной скважины.
5. Контролировать температуру газа при дросселировании для предупреждения гидратообразования.
6. Использовать автоматические регулирующие устройства при наличии технической возможности.
7. Анализировать изменение дебита во времени для своевременного выявления ухудшения состояния скважины.
8. При выборе режима учитывать не только дебит газа, но и содержание воды и механических примесей в продукции.

Заключение

Регулирование давления и дебита газовых скважин является одним из ключевых элементов эффективной эксплуатации газовых месторождений. Давление и дебит связаны между собой через фильтрационные процессы в пласте и гидравлические сопротивления в скважине и системе сбора.

Управление режимом работы может осуществляться посредством штуцеров, регулирующих клапанов и автоматизированных систем. При этом основным параметром, определяющим интенсивность притока газа, является депрессия на пласт.

Проведенный модельный расчет показал, что увеличение забойного давления с 8 до 9 МПа при пластовом давлении 12 МПа в принятой модели приводит к уменьшению расчетного дебита примерно на 21,25 %. Это подтверждает необходимость точного контроля давления при выборе режима эксплуатации.

Рациональное регулирование должно обеспечивать требуемую добычу газа при сохранении устойчивости призабойной зоны, предотвращении осложнений и соблюдении ограничений наземного оборудования. Перспективным направлением является применение автоматизированных систем, обеспечивающих непрерывный мониторинг и регулирование технологических параметров.

Таким образом, комплексное управление давлением и дебитом позволяет повысить устойчивость эксплуатации газовых скважин и обеспечить более рациональное использование запасов газового месторождения.

Список литературы

1. Economides M. J., Hill A. D., Ehlig-Economides C. *Petroleum Production Systems*. — Upper Saddle River: Prentice Hall. (Writer on oil and gas wells) Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education. 2013

2. Guo B., Lyons W. C., Ghalambor A. *Petroleum Production Engineering: A Computer-Assisted Approach*. — Elsevier. 2011 г. 312 стр.

3. Справочная литература по разработке и эксплуатации газовых месторождений, газодинамическим исследованиям скважин и промысловой подготовке газа.

4. Нормативно-техническая документация по безопасной эксплуатации объектов добычи, сбора и подготовки природного газа.

ОХРАНА ТРУДА И ТРУДОВОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Бабаев А.А., Яхяев Н.Ш, Тожиев О.О.

Узбекистан, Бухара, Бухарский государственный технический университет

Аннотация. *В исследовании авторов А. А. Бабаева, Н. Ш. Яхяева и О. О. Тожиева из Бухарского государственного технического университета рассматриваются ключевые вопросы охраны труда и соблюдения трудового законодательства на производственных предприятиях. В современных условиях высокий уровень производственного риска требует создания безопасных условий труда, сохранения здоровья персонала и укрепления его социальной защищённости. Соблюдение законодательных норм и стандартов безопасности способствует снижению уровня травматизма, повышению эффективности труда, формированию корпоративной культуры и укреплению социального партнёрства. Основная ответственность за организацию безопасной производственной среды возлагается на работодателя, который обязан обеспечивать работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ), организовывать обучение, медицинские осмотры, внутренний аудит и расследование несчастных случаев. Эффективная система включает правовые, санитарно-гигиенические и контрольные мероприятия, а также внедрение цифрового мониторинга, СИЗ с датчиками и стандарта ISO 45001. Реализация комплекса данных мер обеспечивает сохранение здоровья персонала, рост производительности и повышение конкурентоспособности предприятия.*

Ключевые слова: *Охрана труда, промышленная безопасность, трудовое законодательство, производственные предприятия, безопасность труда, условия труда, техника безопасности, охрана здоровья работников.*

Annotatsiya. *Buxoro davlat texnika universiteti mualliflari A. A. Babayev, N. Sh. Yaxyayev va O. O. Tojiyevning ushbu tadqiqotida ishlab chiqarish korxonalarida mehnatni muhofaza qilish va mehnat qonunchiligiga rioya etishning muhim masalalari ko‘rib chiqiladi. Zamonaviy sanoat sharoitida yuqori ishlab chiqarish xavfi xavfsiz mehnat sharoitlarini yaratish, xodimlarning salomatligini saqlash va ijtimoiy muhofazasini kuchaytirishni talab etadi. Mehnatni muhofaza qilish va qonunchilik talablariga rioya qilish jarohatlanish darajasini kamaytirishga, mehnat samaradorligini oshirishga va korporativ madaniyatni shakllantirishga xizmat qiladi. Ish beruvchi xodimlarni shaxsiy himoya vositalari (SHHV) bilan ta’minlash, o‘qitish va yo‘riqnomalar o‘tkazish, tibbiy ko‘riklarni tashkil etish hamda baxtsiz hodisalarni tekshirish bo‘yicha asosiy javobgarlikni zimmaga oladi. Tizim huquqiy, sanitariya-gigiyena tadbirlarini, shuningdek raqamli monitoring, datchikli SHHV va ISO 45001 standartini joriy etishni o‘z ichiga oladi. Ushbu chora-tadbirlar majmuasining amalga oshirilishi xodimlarning salomatligini saqlashga, mehnat unumdorligini oshirishga va korxonaning raqobatbardoshligini mustahkamlashga yordam beradi.*

Kalit so‘zlar: *Mehnatni muhofaza qilish, sanoat xavfsizligi, mehnat qonunchiligi, ishlab chiqarish korxonalari, mehnat xavfsizligi, mehnat sharoitlari, xavfsizlik texnikasi, xodimlarning salomatligini muhofaza qilish.*

Abstract. This study by A. A. Babayev, N. Sh. Yakhyaev, and O. O. Tojiyev from Bukhara State Technical University addresses essential issues of occupational health, safety, and labor legislation compliance at industrial enterprises. Under modern industrial conditions, high operational risks necessitate establishing safe working environments, preserving employee health, and strengthening social protection. Compliance with labor regulations contributes to reducing workplace injuries, boosting operational efficiency, forming corporate safety culture, and enhancing social

partnership. Employers bear primary responsibility for establishing safe conditions, providing personal protective equipment (PPE), conducting training, organizing medical examinations, internal audits, and investigating accidents. An effective safety management framework encompasses legal, sanitary-hygienic, and supervisory measures, alongside technological innovations such as digital monitoring, PPE with integrated sensors, and ISO 45001 standards. Implementing these measures ensures workforce health preservation, drives productivity growth, and serves as a strategic factor for enterprise competitiveness.

Keywords: *Occupational health and safety, industrial safety, labor legislation, industrial enterprises, labor safety, working conditions, safety engineering, worker health protection*

Введение. В современных условиях развития промышленного производства вопросы охраны труда и соблюдения трудового законодательства приобретают особое значение. Современный производственный процесс характеризуется использованием сложного оборудования, новых технологий и материалов, что существенно повышает требования к обеспечению безопасных условий и увеличивает производственные риски. В связи с этим формирование условий для сохранения жизни, здоровья и работоспособности персонала, а также укрепление его социальной защищённости становятся ключевой задачей системы управления каждым предприятием.

Охрана труда и соблюдение законодательных норм выступают важнейшими элементами устойчивого развития производственных организаций. Трудовое законодательство играет определяющую роль в регулировании трудовых отношений, закладывая правовую базу в виде государственных стандартов, санитарных норм и правил безопасности. Практическая реализация комплексных мер по охране труда способствует снижению производственного травматизма, повышению эффективности труда, развитию корпоративной культуры безопасности и укреплению социального партнёрства. Таким образом, охрана труда является не только социальной обязанностью работодателя, но и стратегическим фактором конкурентоспособности предприятия.

Целью данного исследования является анализ системы мероприятий по охране труда (включая правовые и санитарно-гигиенические аспекты), определение ключевых обязанностей работодателя, а также рассмотрение современных инноваций и цифровых технологий в сфере обеспечения безопасности на производстве

Материалы и методы. Определить значение охраны труда и трудового законодательства в производственных предприятиях, а также обосновать необходимость их эффективного внедрения для повышения безопасности и производительности. Задачи:

1.Рассмотреть сущность и нормативную основу охраны труда.

2.Проанализировать роль трудового законодательства в регулировании прав и обязанностей работодателя и работника.

3.Выявить основные меры по снижению производственного травматизма и профилактике профессиональных заболеваний.

4.Определить влияние охраны труда на социально-экономические показатели предприятия.

Охрана труда и соблюдение трудового законодательства являются важнейшими элементами устойчивого развития производственных предприятий. Их реализация способствует снижению уровня травматизма, повышению эффективности труда, формированию корпоративной культуры и укреплению социального партнёрства. Таким образом, охрана труда выступает не только социальной обязанностью, но и стратегическим фактором конкурентоспособности предприятия.

Роль работодателя

Работодатель несёт основную ответственность за организацию и обеспечение безопасных условий труда на предприятии. Его обязанности включают:

Создание и поддержание условий труда, соответствующих государственным нормативам и стандартам охраны труда.

Разработка и внедрение политики охраны труда, которая отражает обязательства предприятия в этой сфере.

Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ), а также специализированной одеждой и оборудованием.

Организация обучения, инструктажей и проверки знаний работников по вопросам охраны труда и техники безопасности.

Проведение регулярных медицинских осмотров для выявления профессиональных заболеваний на ранних стадиях.

Организация контроля за соблюдением норм охраны труда, проведение внутреннего аудита и сотрудничество с государственными контролирующими органами.

Обеспечение расследования и учёта несчастных случаев на производстве, а также принятие мер по предотвращению их повторения.

Формирование корпоративной культуры безопасности, стимулирование работников к соблюдению правил охраны труда.

Роль работников

Работники также несут ответственность за поддержание безопасных условий труда и выполнение требований охраны труда. К их обязанностям относятся:

Соблюдение правил и инструкций по охране труда и технике безопасности.

Использование предоставленных средств индивидуальной защиты и специальных средств безопасности.

Сообщение работодателю или ответственным лицам о выявленных опасностях, неисправностях оборудования или нарушениях норм безопасности.

Прохождение обязательных инструктажей и обучения по охране труда.

Активное участие в мероприятиях по улучшению условий труда, профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Соблюдение дисциплины труда и требований по безопасной организации рабочего места.

Коллективная ответственность и взаимодействие

Кроме индивидуальных обязанностей, важную роль играет коллективная ответственность. Работодатели и работники должны взаимодействовать через профсоюзы, комиссии по охране труда и коллективные договоры, которые способствуют улучшению условий труда и развитию культуры безопасности на предприятии.

Система мероприятий по охране труда

Охрана труда является важнейшим элементом системы управления любым предприятием и направлена на сохранение жизни, здоровья и работоспособности работников в процессе трудовой деятельности. Современные условия производства характеризуются использованием сложного оборудования, новых технологий и материалов, что повышает требования к обеспечению безопасных условий труда. В связи с этим формирование и реализация эффективной системы мероприятий по охране труда приобретает особую актуальность.

Система мероприятий по охране труда представляет собой совокупность правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мер, направленных на предупреждение производственного травматизма, профессиональных заболеваний и создание безопасных условий труда.

Для эффективного обеспечения безопасности на производстве необходим комплексный подход, включающий организационно-технические, санитарно-гигиенические, профилактические и контрольные мероприятия.

Правовые мероприятия по охране труда

Правовые мероприятия являются основой всей системы охраны труда. Они включают разработку и соблюдение законодательных и нормативных актов, регулирующих вопросы безопасности труда. К ним относятся Трудовой кодекс, государственные стандарты,

санитарные нормы и правила, инструкции по охране труда для работников различных профессий и видов работ.

Работодатель обязан обеспечить соблюдение требований охраны труда, организовать обучение и проверку знаний работников, а также не допускать к работе лиц, не прошедших медицинский осмотр или инструктаж по безопасности. Работники, в свою очередь, обязаны соблюдать требования инструкций и правил охраны труда, использовать средства индивидуальной защиты и сообщать о выявленных опасных факторах.

Организационно-технические меры

Обеспечение производственного оборудования современными системами безопасности и автоматизации, снижающими риск аварий и травматизма.

Проектирование рабочих мест с учётом эргономики, что снижает физическую нагрузку на работников.

Регулярное техническое обслуживание и проверка исправности оборудования.

Внедрение систем предупреждения и сигнализации об опасных ситуациях.

Создание и поддержание планов эвакуации и действий при авариях и чрезвычайных ситуациях.

Санитарно-гигиенические и профилактические меры

Санитарно-гигиенические мероприятия направлены на создание благоприятной производственной среды. Они включают обеспечение нормативных параметров микроклимата, освещенности, уровня шума, вибрации и запыленности на рабочих местах. Большое значение имеет соблюдение требований производственной санитарии, правильная организация вентиляции и отопления, обеспечение работников санитарно-бытовыми помещениями.

Регулярные замеры вредных факторов и аттестация рабочих мест позволяют своевременно выявлять отклонения от норм и принимать необходимые меры для улучшения условий труда.

Контроль за микроклиматом на рабочих местах (температура, влажность, вентиляция).

Организация санитарных зон, уборка и дезинфекция производственных помещений.

Обеспечение работников питьевой водой, средствами личной гигиены.

Медицинские осмотры и диспансеризация работников, особенно в опасных или вредных условиях труда.

Введение режимов труда и отдыха, профилактика переутомления и профессиональных заболеваний.

Обучение и информирование

Регулярные инструктажи (вводный, первичный, повторный, внеплановый) и тренинги по охране труда.

Обучение навыкам оказания первой помощи и действиям в чрезвычайных ситуациях.

Распространение информационных материалов и проведение агитационных кампаний о важности соблюдения правил безопасности.

Контроль и надзор

Внутренний контроль за соблюдением требований охраны труда, проведение аудитов и проверок.

Взаимодействие с государственными органами надзора (Роструд, инспекции по охране труда).

Анализ и расследование несчастных случаев, составление отчётов и принятие корректирующих мер.

Ведение документации по охране труда и регулярное обновление нормативных актов предприятия.

Внедрение инноваций и современных технологий

Использование цифровых систем мониторинга состояния оборудования и параметров безопасности.

Применение средств индивидуальной защиты с датчиками и автоматическим контролем (например, каски с датчиками температуры и вибрации).

Внедрение международных стандартов (ISO 45001), направленных на системное управление охраной труда и улучшение корпоративной безопасности.

Результаты.В ходе анализа системы обеспечения безопасности на производственных предприятиях выявлены следующие ключевые результаты:

Обязанности и роль работодателя: Установлено, что работодатель несёт основную ответственность за организацию безопасных условий труда. К его ключевым функциям относятся поддержание условий по государственным стандартам, разработка политики охраны труда, обеспечение работников специализированной одеждой, оборудованием и средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Кроме того, работодатель обязан проводить обучение, медицинские осмотры, внутренние аудиты, расследовать несчастные случаи и формировать корпоративную культуру безопасности.

Комплексная система мероприятий:

Правовые мероприятия: опираются на Трудовой кодекс, государственные стандарты, санитарные нормы и профессиональные инструкции, определяя юридические обязанности сторон.

Санитарно-гигиенические мероприятия: обеспечивают нормативные параметры микроклимата, освещённости, уровня шума, вибрации и запыленности, а также включают вентиляцию, производственную санитарию и аттестацию рабочих мест.

Организационно-контрольные мероприятия: охватывают обучение первой помощи, агитационные кампании, внутренний контроль, взаимодействие с государственными инспекциями (например, Рострудом) и учет несчастных случаев.

Коллективная ответственность: эффективное улучшение условий труда достигается благодаря взаимодействию работников и работодателей через профсоюзы, специализированные комиссии и коллективные договоры.

Инновационные и цифровые технологии: Выявлена тенденция к повышению безопасности за счёт цифровых систем мониторинга состояния оборудования, применения СИЗ с датчиками (включая каски с контролем температуры и вибрации) и внедрения международного стандарта ISO 45001

Заключение. Охрана труда и соблюдение требований трудового законодательства являются ключевыми условиями безопасного, устойчивого и эффективного функционирования производственных предприятий.

Системная реализация правовых, санитарно-гигиенических и организационных мер по предупреждению несчастных случаев и снижению профессиональных заболеваний позволяет сохранить здоровье и работоспособность персонала. Внедрение современных цифровых технологий и стандартов ISO 45001 не только снижает уровень травматизма, но и способствует росту производительности труда, укреплению социальной ответственности и повышению общей конкурентоспособности предприятия

Список литературы:

1. Котова Н.В. Трудовое право: учебник — М.: Юрайт, 2021.
2. Баранов П.И. Охрана труда и техника безопасности: учебное пособие — СПб: Питер, 2020.
3. Гусев В.А. Организация охраны труда на предприятии — М.: Экономика, 2018.

ADGEIZON KOMPOZITSIYALARNING SIRT-KIMYOVIY O‘ZGARISHLARI

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich[1], Maxmudov Rafiq Amanovich[1], Tursunboyev Alisher Qurbonmurod o‘g‘li[2]

1.Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston

2.Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

ochilov1010@mail.ru

Annotatsiya. *Ushbu tezisda polimer asosli adgezion modifikatorlarning ta'sir mexanizmlari tahlili ularning mexanik, fizik-kimyoviy va kimyoviy o'zaro ta'sirlar orqali qoplama–substrat chegarasida mustahkam ta`sirlashishi, ya`ni gidroksil, karboksil, amin, amid va silanol funksional guruhlari mavjud bo'lgan modifikatorlar adgezion bog'lanishning mustahkamligi hamda kompozitsiyaning mexanik va ekspluatatsion xossalarini sezilarli yaxshilashi tahlili keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *adgezion xossa, adgezion kompozitsiya, dispers faza, elastomer, kogezion mustahkamlik.*

Аннотация. *В данном тезисе представлен анализ механизмов действия адгезионных модификаторов на основе полимеров, их прочное взаимодействие на границе покрытие-субстрат посредством механических, физико-химических и химических взаимодействий, то есть модификаторы, содержащие гидроксильные, карбоксильные, аминовые, амидные и силанольные функциональные группы, обеспечивают прочность адгезионной связи и значительно улучшают механические и эксплуатационные свойства композиции.*

Ключевые слова: *адгезионное свойство, адгезионная композиция, дисперсная фаза, эластомер, когезионная прочность.*

Abstarct. *This thesis presents an analysis of the action mechanisms of polymer-based adhesive modifiers, their strong interaction at the coating-substrate interface through mechanical, physicochemical, and chemical interactions; i.e., modifiers containing hydroxyl, carboxyl, amino, amide, and silanol functional groups ensure adhesive bond strength and significantly improve the mechanical and operational properties of the composition.*

Keywords: *adhesive property, adhesive composition, dispersed phase, elastomer, cohesive strength.*

Kirish. Adgezion kompozitsiyalar neft va gaz sanoati, mashinasozlik, qurilish, elektrotexnika va boshqa ko‘plab sanoat tarmoqlarida muhim o‘rin egallab, turli xil sirtlarni bir-biriga mustahkam biriktirish imkonini beruvchi ko‘p komponentli dispers sistemalar hisoblanadi. Bunday kompozitsiyalar tarkibida bog‘lovchi modda, faol qo‘shimchalar, to‘ldiruvchilar, modifikatorlar va sirt-faol moddalar mavjud bo‘lib, ularning o‘zaro ta’siri natijasida yuqori adgezion xossalar shakllanadi. Adgezion kompozitsiyalarning samaradorligi nafaqat ularning kimyoviy tarkibiga, balki kolloid holati va sirt-kimyoviy jarayonlarning borishiga ham bevosita bog‘liq hisoblanadi.

Materiallar va usullar. Adgezion kompozitsiyalarning muhim xususiyatlaridan biri ularning kolloid tabiatga egaligidir. Ko‘pchilik adgezion sistemalar dispers muhitda mayda zarrachalar yoki makromolekulalar shaklida bo‘lib, eritmalar va suspenziyalar oralig‘idagi kolloid holatda mavjud bo‘ladi. Bunday sistemalarda zarrachalar o‘lchami odatda 1–1000 nm oralig‘ida bo‘lib, bu holat adgezion kompozitsiyalarning barqarorligi va sirt bilan o‘zaro ta’sirini belgilaydi. Kolloid tizimlarda zarrachalar sirtida elektr zaryadlar paydo bo‘lib, elektrostatik itarilish kuchlari hisobiga agregatsiya jarayonlari sekinlashadi va kompozitsiyaning barqarorligi oshadi.

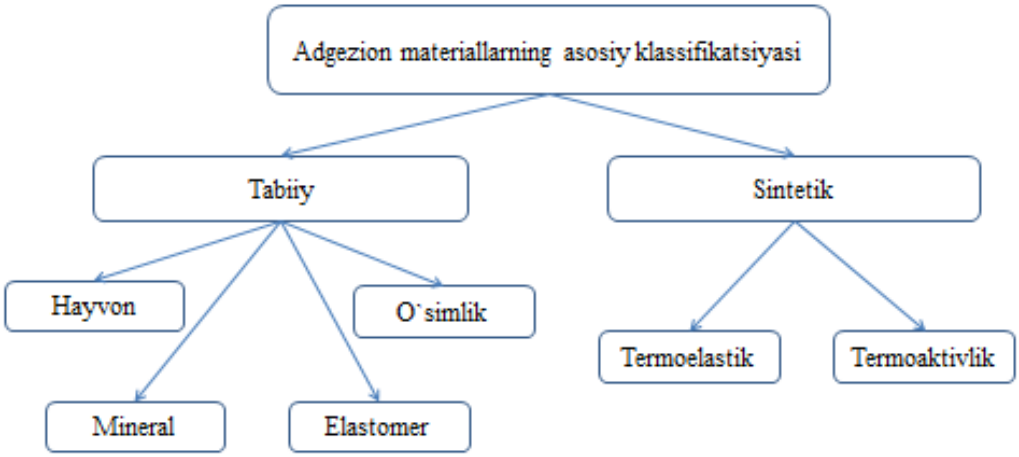
Adgezion kompozitsiyalarning kolloid xossalari, jumladan disperslik darajasi, qovushqoqli, reologik xususiyatlari va agregativ barqarorligi yopishtirish jarayonining samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Dispers fazaning bir tekis taqsimlanishi sirtni yaxshiroq namlanishiga olib keladi, bu esa adgeziya kuchining ortishiga sabab bo‘ladi. Shu bilan birga, sirt-faol moddalar ishtirokida yuzaga keladigan adsorbsiya hodisalari kolloid zarrachalarning sirt energiyasini kamaytirib, kompozitsiyaning texnologik xossalarini yaxshilaydi.

Natijalar va muhokamalar. Sirt-kimyoviy o‘zgarishlar adgezion kompozitsiyalarning ishlash mexanizmini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Adgeziyalash jarayonida adgezion modda

bilan qattiq sirt orasida ta`sir, adsorbsiya va diffuziya jarayonlari sodir bo‘ladi. Namlanish darajasi sirtning erkin energiyasi va adgezion kompozitsiyaning sirt tarangligiga bog‘liq bo‘lib, bu ko‘rsatkichlar qanchalik mos kelsa, adgeziya shunchalik yuqori bo‘ladi. Adsorbsiya jarayonida adgezion kompozitsiya molekulalari sirtga fizik yoki kimyoviy yo‘l bilan birikadi. Fizik adsorbsiya asosan molekulalararo kuchlar ta’sirida yuzaga kelsa, kimyoviy adsorbsiya kovalent yoki ion bog‘larning hosil bo‘lishi bilan tavsiflanadi.

Ko‘plab adgezion kompozitsiyalarda sirt-kimyoviy o‘zgarishlar sirtni oldindan faollashtirish orqali kuchaytiriladi. Bunday faollashtirish mexanik, kimyoviy reagentlar bilan yoki plazmali modifikatsiya orqali amalga oshirilganda, sirtning aktiv markazlari soni ortib, adgezion kompozitsiya bilan yanada mustahkam bog‘lanish hosil bo‘ladi. Shunday qilib, adgezion kompozitsiyalarning turlari, ularning kolloid xossalari va sirt-kimyoviy o‘zgarishlari o‘zaro chambarchas bog‘liq bo‘lib, adgeziyalash jarayonining samaradorligini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi [1].

Adgeziv materiallarning xossalari va qo‘llanilish samaradorligi, avvalo, ularning kimyoviy tabiati va kelib chiqish manbasiga bog‘liq bo‘lib, shu sababli ularni tasniflash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.



1-rasm: Adgeizon materiallarning klassifikatsiyasi

1- rasmda adgeziv materiallar asosining kelib chiqishi va turi bo‘yicha tasnifi keltirilgan bo‘lib, unda tabiiy va sintetik adgeziv materiallar alohida guruhlarga ajratilgan.

Tabiiy adgeziv materiallar tarkibiga hayvon, o‘simlik, mineral va elastomer asosli moddalar kiradi. Hayvonlardan olingan adgeziya materiallari asosan oqsilli tabiatga ega bo‘lib, ularga kazein, jelatin, baliq va boshqa hayvon yelimlari, shuningdek asalari mumi kiradi. Ushbu materiallar molekulyar tarkibida faol funksional guruhlarning mavjudligi sababli sirt bilan yaxshi o‘zaro ta’sirlashadi, biroq namlik va harorat ta’siriga nisbatan barqarorlik darajalari pasayadi.

O‘simlik asosidagi adgeziv materiallar tabiiy smolalar (arab saqichi, tragakant, kanifol, Kanada balzami va boshqalar), o‘simlik oqsillari hamda uglevodlar, jumladan kraxmal va dekstrinlardan iborat bo‘ladi. Bunday adgezivlar ekologik jihatdan nisbatan xavfsiz bo‘lib, qog‘oz, karton va yog‘och materiallarini biriktirishda keng qo‘llaniladi.

Mineral asosdagi adgeziv materiallar noorganik tabiatga ega bo‘lib, ularga silikatlar, magniy oksidi, fosfatlar, qo‘rg‘oshin gliti, oltingugurt, mineral mumlar (parafinlar), mineral smolalar (kopal, amber), shuningdek bitumlar, jumladan asfaltlar kiradi. Ushbu guruh adgezivlari yuqori haroratga va agressiv tashqi muhit ta’siriga nisbatan barqarorligi bilan tavsiflanadi va qurilish hamda yo‘l materiallarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etadi [2].

Elastomer asosidagi tabiiy adgeziv materiallarga tabiiy kauchuk va uning xlorlangan, siklizatsiyalangan hamda gidroxlorlangan hosilalari kiradi. Ular yuqori elastiklik va deformatsiyaga moslashuvchanlik xususiyatlariga ega bo‘lib, dinamik yuklamalar ostida ishlaydigan birikmalarni hosil qilishda qo‘llaniladi.

Sintetik adgeziv materiallar termoplastik va termoreaktiv guruhlarga bo‘linadi. Termoplastik adgeziv materiallar qizdirilganda yumshaydi va sovitilganda qayta qotadi. Bu guruhga sellyuloza

hosilalari, vinil polimerlar va sopolimerlar, polistirol, poliamidlar, poliakrilatlar, sianakrilatlar hamda oddiy poliefirlar kiradi. Ular texnologik jihatdan qulayligi va qayta ishlanish imkoniyati bilan ajralib turadi.

Termoreaktiv adgeziv materiallar esa qotish jarayonida qaytmas kimyoviy o‘zgarishlarga uchraydi. Ushbu guruhga aminoplastlar (mochevina- va melamin-formaldegidli), epoksid smolalar va ularning turli modifikatsiyalari, fenol-formaldegidli, rezorsin-formaldegidli hamda epoksi-fenolli sistemalar kiradi. Termoreaktiv adgezivlar yuqori mexanik mustahkamlik, issiqlik va kimyoviy ta’sirlarga chidamlilik bilan tavsiflanadi

Shunday qilib, 1-rasmda keltirilgan tasnif adgezion materiallarning kelib chiqishi va kimyoviy tabiatini tizimli ravishda keltirilgan bo`lib, adgezion kompozitsiyalarning kolloid xossalari va sirt-kimyoviy o‘zgarishlarini tahlil qilish uchun muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi hamda muayyan ekspluatatsion sharoitlar uchun optimal adgezion material tanlash imkonini beradi.

Hozirgi kunda adgezion materiallar uchun yagona, umumqabul qilingan tasniflash tizimi mavjud emas. Bu holat ularning tarkibiy xilma-xilligi, qo‘llanilish sohalarining kengligi hamda ishlab chiqaruvchi korxonalar tomonidan ishlab chiqilgan texnik talablar va standartlarning turlicha ekanligi bilan izohlanadi. Ayrim yirik kompaniyalar va davlatlarda ichki normativ hujjatlar ishlab chiqilgan bo‘lib, masalan, AQShdagi 3M kompaniyasi yoki Yevropa mamlakatlarida qo‘llaniladigan standartlar shular jumlasidandir. Fransiyada NF T 76-011 standarti, Germaniyada esa DIN 16920 qo‘llaniladi, Rossiya Federatsiyasida esa adgeziya materiallar GOST 30535-97 talablari asosida baholanadi va isholab chiqariladi [3].

Qoplamaning adgezion mustahkamligi ajratish uchun zarur bo‘lgan kuch bilan ifodalanadi hamda adgeziya qoplamaning yorilishi yoki buzilishiga olib keladigan kuch sifatida ham tavsiflanishi mumkin. Muhim xususiyatlar shundaki, adgezion mustahkamlik nafaqat adgeziya hodisasining o‘ziga, balki qoplamaning uzilish yoki buzilish mexanizmiga ham bog‘liqdir. Adgezion sinovlarda qoplama–asos chegarasida yuz beradigan adgezion uzilish, qoplama ichida sodir bo‘ladigan kogezion o`zgarish yoki aralash tipdagi buzilish kuzatilishi mumkin.

Adgezion mustahkamlikka qoplama va asos chegarasida sodir bo‘ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Bunday jarayonlarga kimyoviy o‘zaro ta’sir, mexanik ishqalanish, molekulalarning adsorbsiyasi, chegaraviy qatlamda diffuziya hodisalari va boshqa omillar kiradi. Ushbu jarayonlar odatda qoplama sirtga yotqizilayotgan paytda yuqori harorat va uzoq vaqt davomida sirt bilan kontaktda bo‘lish natijasida faollashadi.

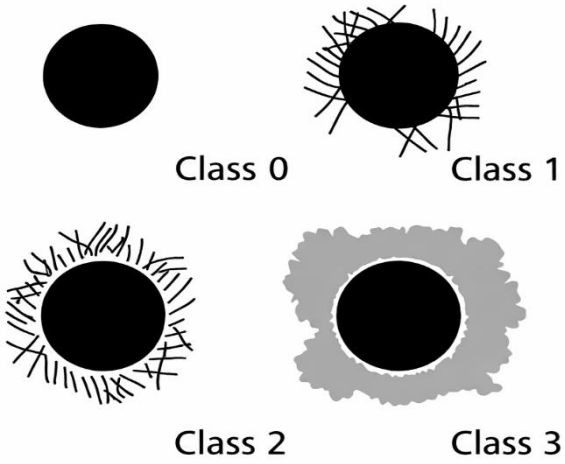
Adgeziya jarayonini tushuntiruvchi bir qator nazariy yondashuvlar mavjud bo`lib, adsorbsion nazariyaga ko‘ra, qoplama va asos o‘rtasidagi bog‘lanish adsorbsiyalangan molekulalar orqali shakllanadi, bunda qoplama suyuq holatda bo‘lishi muhim ahamiyatga ega. Diffuzion nazariya esa adgeziyani qoplama va asos molekulalarining o‘zaro eruvchanligi, ularning harakatchanligi hamda birlik yuzaga to‘g‘ri keluvchi bog‘lar soni bilan izohlaydi. Mikroreologik yondashuv adgeziyani sirt notekisliklarini to‘ldirish, yoriqlar va g‘ovaklarga kirib borish, natijada real kontakt yuzasining ortishi bilan bog‘laydi. Elektrik nazariyasiga ko‘ra esa qoplama va asos elektr kondensator plastinalariga o‘xshash tizim hosil qiladi va ularni ajratish kondensator plastinalarini bir-biridan uzoqlashtirishga tenglashtiriladi [4].

Adgezion mustahkamlikka qoplamaning asosiy xossalari va ularni ishlab chiqarish texnologiyasi ham ta’sir ko‘rsatadi. Jumladan, qoplama materiali atomlari orasidagi kimyoviy bog‘ turi muhim ahamiyatga ega. Yedirilishga chidamli qoplamalarda keng qo‘llaniladigan metallmas materiallar, masalan, nitridlar, boridlar va karbidlar (TiN, CrN, ZrN, TiC, ZrC, WC, TiB_2, B_4C, BN, SiC, Si_3N_4, AlB_2, AlN, olmos) asosan metal yoki kovalent bog‘lanishlarga ega.

Qoplama strukturasi ham adgezion xossalarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Nanostrukturali va amorf qoplamalar nanoo‘lchamli effektlar hisobiga yuqori fizik-kimyoviy faollik, yuqori reaksiya qobiliyati va real kontakt yuzasining ortishi tufayli yuqori adgezion mustahkamlikni ta’minlaydi. Qoplamaning kondensatsiya mexanizmi ham muhim omil hisoblanadi. Ma’lumki, qoplamalar bug‘–kristall yoki bug‘–suyuqlik–kristall mexanizmi asosida hosil bo‘lishi mumkin. Eng yuqori adgezion xossalarga ega qoplamalar, odatda, bug‘–suyuqlik–kristall sxemasi bo‘yicha shakllanadi, chunki bu

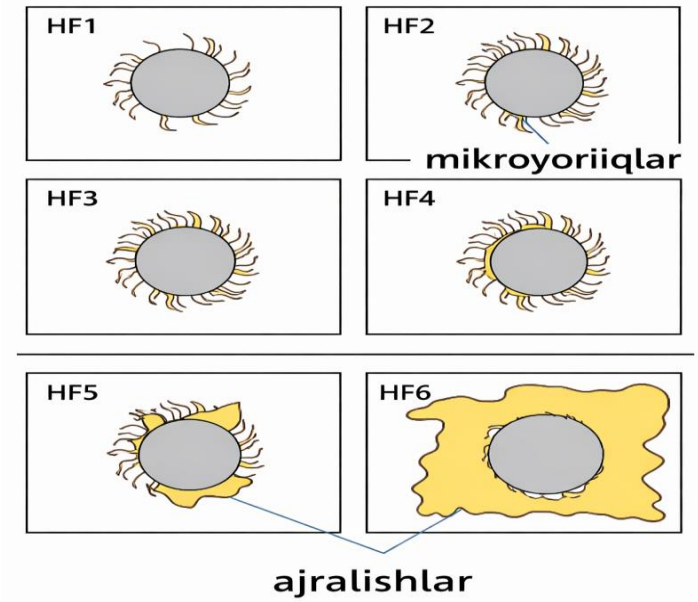
holda qoplama materiali sirtning barcha yetib borish qiyin bo‘lgan g‘ovak va nuqsonlarini to‘ldirib, asos bilan maksimal bog‘lanish hosil qiladi.

Ushbu rasmlarda adgezion sinovlardan so‘ng qoplama asosdan ajralgan holatlarning normalashtirilgan ko‘rinishlari tasvirlangan bo‘lib, ular adgezion mustahkamlikni sifat jihatdan baholash uchun qo`llaniladi.



2-rasm. ISO 26443:2008 bo‘yicha normalashtirilgan izlar sinflari

2-rasmda ISO 26443:2008 standarti bo‘yicha ajralish izlarining sinflari keltirilgan bo`lib, ushbu tasnifga ko‘ra, ajralish darajasi to‘rtta asosiy sinfga bo‘linadi. Eng quyi buzilish darajasi Class 0 sinfiga mos keladi, bunda qoplama deyarli ajralmaydi va bu yuqori adgezion hamda kogezion mustahkamlikni ko‘rsatadi. Class 1 sinfida qoplama turli xil hududlarda qisman buziladi, biroq umumiy bog‘lanish barqaror bo‘lib qoladi. Class 2 sinfi qoplamaning sezilarli darajada, ammo to‘liq bo‘lmagan ajralishi bilan tavsiflanadi, bu holat o‘rtacha adgezion mustahkamlikka xosdir. Class 3 sinfida esa qoplamaning katta qismi asosdan ajralib ketadi va bu adgezion bog‘lanishning past ekanligidan dalolat beradi [5].



3-rasm. DIN 4556:2018-02 va VDI 3198 bo‘yicha qoplamaning buzilish turi asosida normalashtirilgan izlar

3 - rasmda esa DIN 4856:2018-02 va VDI 3198 standartlariga muvofiq qoplamaning buzilish xususiyatlari keltirilgan. Ushbu usulga ko`ra HF1 dan HF6 gacha bo‘lgan holatlar ajratilgan bo‘lib, ular adgezion bog‘lanish sifati pasayib borishini bosqichma-bosqich aks ettiradi. HF1 holati deyarli mukammal adgeziyani ifodalaydi va qoplamaning asos bilan mustahkam birikkanligini ko‘rsatadi. HF2–HF4 holatlarda qoplamaning qisman va lokal ajralishlari kuzatiladi, bu esa qoplama–asos

chegarasidagi bog‘lanish kuchsiz yoki o‘rtacha ekanligini bildiradi. HF5 va ayniqsa HF6 holatlarida qoplamaning asosdan keng miqyosda ajralishi sodir bo‘ladi, bu esa adgezion mustahkamlikning juda past ekanligini hamda qoplama hosil qilish texnologiyasi yoki sirtni tayyorlash jarayonida kamchiliklar mavjudligini ko‘rsatadi.

Xulosa. Xulosa qiadigan bo‘lsak ushbu usullardan foydalanganda adgezion mustahkamlikni vizual va morfologik baholash imkonini beradi hamda qoplama–asos chegarasida yuzaga keladigan buzilish mexanizmlarini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Bu baholashlar adgeziya, kogeziya va aralash tipdagi buzilishlarni farqlash, shuningdek, qoplama texnologiyasining samaradorligini tahlil qilish uchun ilmiy tadqiqotlarida keng qo‘llaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yuan, Q. et al. Comparative study of reactive diluents on the curing properties of epoxy adhesives and interface bonding with mortar. // International Journal of Adhesion and Adhesives. – 2023. – Vol. 126. – P. 103473.

2. Dhinojwala, A., Kumar, N., Patil, U. Polymer Adhesion. // Encyclopedia of Polymer Science and Technology. – 2023. – P. 1–42.

3. Bartlett, M.D., Case, S.W., Kinloch, A.J., Dillard, D.A. Peel tests for quantifying adhesion and toughness: A review. // Progress in Materials Science. – 2023. – Vol.137. – P. 101086.

4. Hajizamani, E., Jazani, O.M., Riazi, H. Design and characterization of a novel epoxy film adhesive reinforced by $Ti_3C_2T_x$ MXene nanoparticles. // Materials Chemistry and Physics. – 2023. – Vol. 308. – P. 128270.

5. Farzanehfar, N. et al. High-performance epoxy nanocomposite adhesives with enhanced mechanical, thermal and adhesion properties. // Chemical Engineering Journal. – 2023. – Vol. 471. – P. 144428.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ИЗ СОАПСТОКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАВ

Очилов Абдурахим Абдурасулович[1], Ямалетдинова Айгуль Ахмадовна[2]
[1] Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан
e-mail: aygulsalieva1986@gmail.com

Аннотация. В работе исследован процесс выделения жирных кислот из соапстока — побочного продукта переработки растительных масел — и последующего получения их натриевой соли, рассматриваемой в качестве анионного поверхностно-активного вещества для применения, в том числе, в технологиях снижения вязкости тяжёлой нефти. Целью исследования являлось определение рациональных условий кислотного гидролиза соапстока, обеспечивающих максимальный выход жирных кислот, а также разработка последующей стадии их нейтрализации гидроксидом натрия с получением натриевого стеарата. Экспериментальные исследования проведены на лабораторной установке, включающей реактор с мешалкой и обратным холодильником. Выделение жирных кислот осуществляли методом кислотного гидролиза с последующей обработкой серной кислотой, разделением образовавшихся фаз и промывкой целевого продукта. Исследовано влияние температуры, концентрации серной кислоты, её перерасхода и продолжительности процесса на степень выделения жирных натриевый стеарат в виде белого порошка, пригодного для дальнейшего использования в качестве анионного поверхностно-активного вещества. Результаты исследования подтверждают технологическую возможность переработки соапстока в ценное сырьё и получения на его основе поверхностно-активного реагента, который может применяться в технологических процессах, связанных со снижением вязкости нефти.кислот. Установлено, что увеличение концентрации серной кислоты до 7,5–10,0% способствует повышению выхода жирных кислот, тогда как дальнейшее увеличение концентрации не приводит к повышению эффективности процесса. Максимальный выход жирных кислот составил 70% и достигался при температуре 100 °C**,** концентрации серной кислоты 10% и её

перерасходе 15%**.** Показано, что повышение температуры до 130 °C не обеспечивает увеличения выхода продукта и при низких концентрациях кислоты может снижать эффективность процесса. Полученные жирные кислоты подвергали нейтрализации раствором гидроксида натрия при температуре 80–90 °C с последующим отделением, промывкой и сушкой продукта. В результате получен

Ключевые слова: жирные кислоты, соапсток, натриевая соль, ПАВ, гидролиз, концентрация, тяжелая нефть

Abstract. This study investigates the recovery of fatty acids from soapstock, a by-product of vegetable oil processing, and the subsequent production of their sodium salt, considered as an anionic surfactant for potential application, including in technologies for reducing the viscosity of heavy crude oil. The aim of the study was to determine rational conditions for the acid hydrolysis of soapstock that ensure the maximum yield of fatty acids, as well as to develop a subsequent neutralization stage using sodium hydroxide to produce sodium stearate. Experimental studies were carried out using a laboratory setup consisting of a reactor equipped with a stirrer and a reflux condenser. Fatty acids were recovered by acid hydrolysis followed by treatment with sulfuric acid, separation of the resulting phases, and washing of the target product. The effects of temperature, sulfuric acid concentration, excess acid consumption, and process duration on the degree of fatty acid recovery were investigated. It was established that increasing the sulfuric acid concentration to 7.5–10.0% promotes an increase in the fatty acid yield, whereas a further increase in concentration does not improve the process efficiency. The maximum fatty acid yield was 70%, achieved at a temperature of 100 °C, a sulfuric acid concentration of 10%, and an excess acid consumption of 15%. It was demonstrated that increasing the temperature to 130 °C does not result in a higher product yield and, at low acid concentrations, may reduce process efficiency. The recovered fatty acids were neutralized with a sodium hydroxide solution at a temperature of 80–90 °C, followed by separation, washing, and drying of the product. As a result, sodium stearate was obtained in the form of a white powder suitable for further use as an anionic surfactant. The results confirm the technological feasibility of converting soapstock into valuable raw material and producing a surfactant reagent based on it, which can be applied in technological processes associated with reducing crude oil viscosity.

Keywords: fatty acids, soapstock, sodium salt, surfactant, hydrolysis, concentration, heavy crude oil.

Annotatsiya. Mazkur ishda o‘simlik moylarini qayta ishlashning qo‘shimcha mahsuloti hisoblangan soapstokdan yog‘ kislotalarini ajratib olish va keyinchalik ularning natriy tuzini olish jarayoni tadqiq etilgan. Olingan natriy tuzi anion sirt-faol modda sifatida, jumladan, og‘ir neftning qovushqoqligini kamaytirish texnologiyalarida qo‘llash uchun ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotning maqsadi yog‘ kislotalarining maksimal chiqishini ta’minlaydigan soapstokni kislotali gidroliz qilishning maqbul sharoitlarini aniqlash, shuningdek, ularni natriy gidroksid bilan neytrallashning keyingi bosqichini ishlab chiqish va natriy stearat olishdan iborat. Eksperimental tadqiqotlar aralashtirgich va qaytarma sovutgich bilan jihozlangan reaktordan tashkil topgan laboratoriya qurilmasida olib borildi. Yog‘ kislotalarini ajratib olish kislotali gidroliz usulida, keyinchalik sulfat kislota bilan ishlov berish, hosil bo‘lgan fazalarni ajratish va maqsadli mahsulotni yuvish orqali amalga oshirildi. Harorat, sulfat kislota konsentratsiyasi, uning ortiqcha sarfi hamda jarayon davomiyligining yog‘ kislotalarini ajratib olish darajasiga ta’siri tadqiq etildi. Sulfat kislota konsentratsiyasining 7,5–10,0% gacha oshirilishi yog‘ kislotalari chiqishini oshirishga yordam berishi, konsentratsiyaning keyingi ortishi esa jarayon samaradorligini oshirmasligi aniqlandi. Yog‘ kislotalarining maksimal chiqishi 70% ni tashkil etib, 100 °C haroratda, sulfat kislota konsentratsiyasi 10% va uning ortiqcha sarfi 15% bo‘lgan sharoitda qayd etildi. Haroratni 130 °C gacha oshirish mahsulot chiqishini ko‘paytirmasligi, kislota konsentratsiyasi past bo‘lgan sharoitlarda esa jarayon samaradorligini pasaytirishi mumkinligi ko‘rsatildi. Olingan yog‘ kislotalari 80–90 °C haroratda natriy gidroksid eritmasi bilan neytrallandi, so‘ngra mahsulot ajratildi, yuvildi va quritildi. Natijada keyinchalik anion sirt-faol modda sifatida foydalanish uchun yaroqli bo‘lgan oq kukun ko‘rinishidagi natriy stearat olindi. Tadqiqot natijalari soapstokni qimmatli xomashyoga qayta ishlash va uning

asosida neft qovushqoqligini kamaytirish bilan bog‘liq texnologik jarayonlarda qo‘llash mumkin bo‘lgan sirt-faol reagent olishning texnologik imkoniyatini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: yog‘ kislotalari, soapstok, natriy tuzi, sirt-faol modda, gidroliz, konsentratsiya, og‘ir neft.

Введение. Выделение жирных кислот из соапстока представляет собой важный технологический процесс, направленный на получение ценного сырья для производства различных химических продуктов, включая поверхностно-активные вещества. Соапсток, являющийся побочным продуктом переработки растительных масел, содержит значительное количество жирных кислот и может служить экономически выгодным сырьем для их выделения.

Основной задачей данного процесса является эффективное извлечение жирных кислот с минимальными потерями и последующее получение их натриевых солей. Натриевые соли жирных кислот находят широкое применение в качестве анионных ПАВ, которые могут быть использованы в нефтяной промышленности для улучшения транспортных характеристик тяжелых нефтей

Материалы и методы. В статье приводится методология выделения жирных кислот из соапстока с использованием кислотного гидролиза и последующего синтеза натриевых солей. Рассматриваются оптимальные параметры процесса, такие как температура, концентрация реагентов и время реакции, влияющие на выход и чистоту целевого продукта.

Для исследования и разработки методики выделения жирных кислот из соапстока была создана лабораторная установка, обеспечивающая условия для гидролиза и последующего разделения компонентов. Установка включала реактор с мешалкой, установленный на электроплитке. Реактор снабжался обратным холодильником для предотвращения потерь летучих компонентов. Перед началом процесса внутренняя атмосфера реактора продувалась аргоном для предотвращения окислительных процессов, после чего реактор герметизировался.

Процесс выделения жирных кислот включал стадию кислотного гидролиза соапстока. В реактор загружали исходный соапсток и разбавляли его технической водой. Для успешного протекания гидролиза поддерживалась температура не ниже 100°C. Концентрация соапстока в реакционной смеси составляла 10-25% по массе. Гидролиз продолжался в течение 30-60 минут, в течение которых происходило расщепление мыльных соединений с образованием жирных кислот.

После завершения стадии гидролиза реакционную смесь охлаждали до температуры 80°C. В охлажденную смесь постепенно добавляли заранее рассчитанное количество раствора серной кислоты. Этот этап разложения образовавшихся мыл проводился при температуре 80-90°C в течение 10-20 минут для завершения реакции. Горячую смесь переносили в отстойник для разделения фаз.

Результаты и обсуждение. Предложенная методика позволила оптимизировать процесс выделения и синтеза, а также изучить влияние основных параметров, таких как температура, концентрация реагентов и продолжительность стадий, на выход и качество конечного продукта.

Для получения натриевой соли жирных кислот (натриевого стеарата) выделенные жирные кислоты подвергали взаимодействию с раствором гидроксида натрия. Процесс проводили в круглодонной колбе, оснащенной мешалкой и системой для поддержания инертной атмосферы путем продувки азотом. Расчетное количество раствора NaOH добавлялось к жирным кислотам при постоянном перемешивании. Реакция проходила при температуре 80-90°C до полного завершения нейтрализации, что подтверждалось стабильностью pH системы.

Ниже в таблице показаны рациональные параметры процесса выделения жирных кислот путем взаимодействия гидроксида натрия.

Таблица 1.

Рациональные параметры процесса выделения жирных кислот

Температура, °C	**Концентрация H_2SO_4, %**	**Перерасход H_2SO_4, %**	**Максимальный выход ЖК, %**	**Оценка**
100	7,5–10,0	15	70	Оптимальный режим
100	7,5–10,0	10	Ниже максимального	Менее эффективный
130	до 5	10–15	Ниже, чем при 100 °C	Неоптимальный
130	10	10–15	Сопоставимый с 100 °C	Повышение температуры нецелесообразно

По завершении реакции смесь охлаждали до комнатной температуры, после чего осажденный натриевый стеарат отделяли путем фильтрации или декантации. Полученный продукт промывали дистиллированной водой для удаления возможных следов остаточной щелочи и высушивали при 50-60°C. Весь процесс можно охарактеризовать следующими превращениями:

$$CH_2(OCOR)\text{-}CH(OCOR)\text{-}CH_2(OCOR) + H_2SO_4 \rightarrow CH_2(OH)\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2(OH) + R\text{-}COOSO_3H;$$

$$R\text{-}COOSO_3H + NaOH \rightarrow R\text{-}COONa + Na_2SO_4$$

Полученный натриевый стеарат представлял собой порошок белого цвета, пригодный для дальнейшего использования в качестве анионного поверхностно-активного вещества в композициях для снижения вязкости нефти.

Таким образом, в ходе проведенного исследования установлены оптимальные условия для выделения жирных кислот из соапстока и синтеза их натриевой соли. Показано, что максимальная эффективность процесса достигается при температуре 100°C, концентрации серной кислоты 7,5-10,0% и перерасходе кислоты до 15%. Выявлено, что дальнейшее увеличение концентрации кислоты приводит к снижению выхода продукта, что обусловлено насыщением системы и побочными процессами .

Заключение. В результате проведённых исследований разработана и экспериментально апробирована технология выделения жирных кислот из соапстока с последующим получением их натриевой соли. Установлено, что эффективность процесса существенно зависит от температуры, концентрации серной кислоты, её перерасхода и продолжительности обработки.

Определены рациональные технологические параметры кислотного гидролиза соапстока. Максимальный выход жирных кислот, составивший 70%, достигается при температуре 100 °C, концентрации серной кислоты 10% и её перерасходе 15%. Установлено, что повышение концентрации H_2SO_4 до 7,5–10,0% способствует увеличению выхода целевого продукта, тогда как дальнейшее повышение концентрации не приводит к существенному повышению эффективности процесса. Повышение температуры до 130 °C также не обеспечивает увеличения выхода жирных кислот и при низких концентрациях кислоты может сопровождаться снижением эффективности процесса.

На следующей стадии выделенные жирные кислоты подвергались нейтрализации раствором гидроксида натрия при температуре 80–90 °C. После завершения реакции полученный продукт отделяли, промывали и сушили при температуре 50–60 °C. В результате был получен натриевый стеарат в виде белого порошка, пригодного для дальнейшего использования в качестве анионного поверхностно-активного вещества.

Таким образом, результаты исследования подтверждают технологическую возможность комплексной переработки соапстока с получением ценного продукта — жирных

кислот и их натриевой соли. Полученный натриевый стеарат может рассматриваться в качестве перспективного поверхностно-активного реагента для применения в технологических процессах нефтяной промышленности, в частности при разработке составов, направленных на снижение вязкости тяжёлой нефти. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение поверхностно-активных свойств полученного продукта, его влияния на реологические характеристики тяжёлой нефти и определение оптимальной концентрации реагента в нефтетехнологических композициях.

Список использованной литературы

1. Куликов Д.А., Кузнецов В.В. Технология переработки растительных масел и жиров: учебное пособие. — М.: ДеЛи плюс, 2019. - 320 с.
2. Шиков В.А., Лобанов А.В. Химия и технология жиров. — М.: КолосС, 2018. -352 с.
3. Салиханова Д.С., Абдурахимов С.А., Эшметов И.Д., Рузметова Д.Т., Абдурахимов А.А. Исследование изменений состава жирных кислот хлопкового соапстока при их фракционировании // *Universum: химия и биология*. — 2017. - №10 (40).
4. Ochilov A.A.,Yamaletdinova A.A., Sattorov M.O.,Boqiyeva Sh.K Reduction the viscosity of oil-slime emulsions of heavy oils using gas condensate // IOP Conf/ Series: Eath and Environmental Science 839 (2021) 042082 doi:10/1088/1755-1315/839/042082
5. Ochilov A.A.,Yamaletdinova A.A., Sattorov M.O.,Boqiyeva Sh.K Breakdown of local oil-water emulsions by binary systems of surface-active substances // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 2021, 839(4), 042085 doi:10/1088/1755-1355/839/4/042085

YUQORI QOVUSHQOQ NEFTLARNI QAZIB OLISHDA CHUQURLIK NASOSLAR TAHLILI

Rahimov Bobomurod Rustamovich
Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro shahar, O‘zbekiston
e-mail:rahimovbobomurod012@gmail.com

***Annotatsiya*:**Ushbu maqolada yuqori qatronli neftlarni qazib olishda qo’llanadigan shtangali nasoslar o’rganildi.Yuqori qatronli neftlarni qazib olishda nasosni uzliksiz va belgilangan optimal rejimda ishlashi uchun uning barcha elementlarini neftning xossasiga mos tanlash metodlari o’rganildi va tavsiyalar berildi.

Kalit so’zlar: Yuqori qatronli neft, nasos, elektrodvigatel, shtanga; shatun; plunjer

Аннотация: В данной статье изучены штанговые насосы, применяемые при добыче высокосмолистых нефтей.Изучены методы подбора всех элементов насоса в соответствии со свойствами нефти для непрерывной и заданной оптимальной работы насоса при добыче высокосмолистых нефтей и даны рекомендации.

Ключевые слова: Высокосмолистая нефть, насос, электродвигатель, штанга; шатун; плунжер

Abstract: In this article, the rod pumps used in the extraction of high-resin oils were studied.The methods of selecting all its elements in accordance with the properties of the oil in order for the pump to work continuously and in the specified optimal mode during the extraction of high-resin oils were studied and recommendations were made.

Key words: High-resin oil, pump, electric motor, rod; connecting rod; plunger

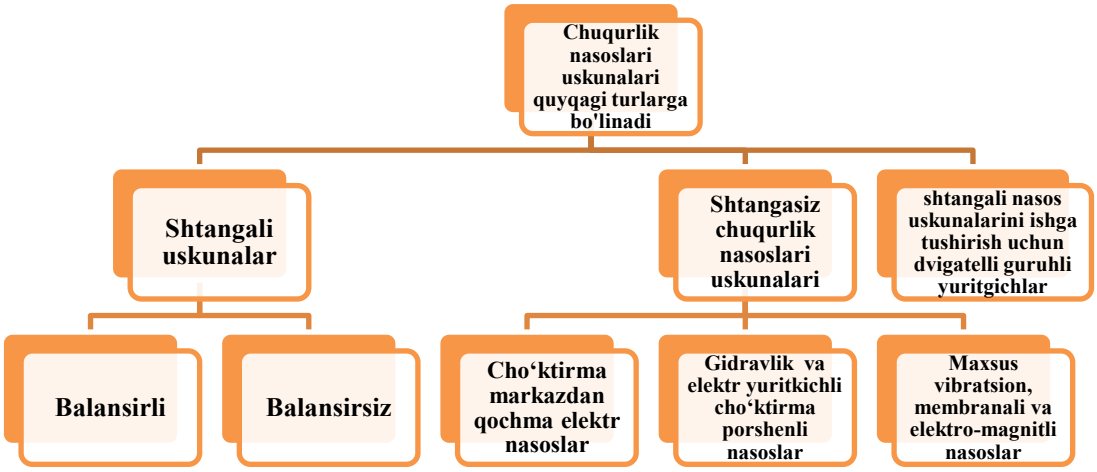
Kirish. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasida uchinchi yo‘nalishida «yuqori texnologiyali qayta ishlash tarmoqlarini, eng avvalo, mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni jadal rivojlantirishga qaratilgan sifat jihatidan yangi bosqichga o‘tkazish orqali sanoatni yanada modernizatsiya va diversifikatsiya qilish» vazifalari belgilab berilgan. Bu borada, hozirgi ishlatilayotgan nasoslarni qazib olinayotgan neft tarkibi va xossasini inobatga olib jihozlarni tanlash uchun tadqiqotlar muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi vaqtda neftni qazib olishda mexanizasiyalashgan usulidan quduqni shtangali nasos qurilmalari, cho‘kma markazdan qochma nasos qurilmasi va gazlift usullari eng keng tarqalgan usullaridan sanaladi

Ma’lumki neft, tarkibidagi organik va noorganik moddalardan aralashmalaridan tashkil topgan, o‘zining reologik hossalarini o‘zgartirib turadigan murakkab aralashma hisoblanadi. Agar ularni nyuton aralashmalari sifatida o‘rganadigan bo‘lsak, uning haroratini va boshqalarni o‘zgartirsak unda nonyuton xossani namoyon qilishi mumkin.

Shuni alohida aytish mumkinki har bir kon neftlari alohida tarkib va xossalarga ega hamda ularni qazib olishning so‘ngi bosqichida qoldiq neftlar dastlabki neftlarga qaraganda og‘ir neftlar hisoblanadi. Demak har qaysi muayyan holatda neft konlarining o‘zgarishi bilan mos ravishda ularning zichligi, qovushqoqligi, qotish harorati, tarkibida oltingugurt, parafin, asfalten, koks, silikagelli qatronlar miqdorini eksperimental aniqlash maqsadga muvofiqdir.

Materiallar va usullar . Hozirgi davrda mavjud neft quduqlarining 80%-dan ortig’i



chuqurlik nasosi usulida ishlatiladi. Bu turdagi nasoslar chuqurligi 3000m va undan chuqurroq bo’lgan quduqlardan bir necha kilogramdan yuzlab tonnagacha mahsulot olishni ta’minlaydi.

Chuqurlik nasoslarining turlari 1- rasmda keltirilgan.

1-rasm. Chuqurlik nasoslarining turlari.

Shtangali chuqurlik nasoslari (SHCHN) konstruksiyasiga muvofiq tashqi va suqma turlarga bo’linadi.

Plunjer (porshen) turiga ko’ra nasoslar metalli va manjetli ko’rinishga ega.

Suqma yoki quvurli nasosning silindri to’g’ridan-to’g’ri nasos quvurlariga ulanib ular bilan birga quduqqa tushiriladi, uning plunjeri esa nasos shtangalari yordamida ko’tariladi.

Tashqi turdagi nasosda esa silindr ham, plunjer ham birga nasos shtangalari yordamida tushirilib, nasos oldindan tushirilgan maxsus qulfli tayanchga o’rnatiladi.

U yoki bu turdagi nasoslar ularning texnikaviy ekspluatasion ko’rsatkichlariga qarab, quduq harakteristkasiga va chuqurligiga muvofiq ishlatiladi.

Sanoatda mavjud standart shtangali chuqurlik nasoslarining quyidagi turlarini misol keltirish mumkin:

NSN - 1 - 28,32,43,55,68.

NSN - 2 - 28,32,38,43,55,68,82,93.

NSV - 1 - 28,32,38,43,55,58.

Bu yerda - nasos markasidan so’ng uning klapanlari soni (ya’ni 1-bo’lsa, bir dona so’ruvchi va bir dona haydovchi 2 - bo’lsa 1 dona so’ruvchi va 2 dona haydovchi klapan), keyingi raqamlar esa nasosning nominal diametrini (mm.da) ko’rsatadi.

Nasoslarining yana bir turi NSN - 2 - 43 - 4200 - II - P - 120.

Bu yerda 4200 - plunjerning harakat uzunligi mm.

II - tayyorlanish guruhi;

P - plunjer turi;

120 - opressovka bosimi, at.

Quvurli nasoslar unchalik chuqur bo'lmagan (chuqurligi 1200 metrgacha) quduqlarda ishlatilib ularni ta'mirlashda yoki ayrim qismlarini almashtirishda ko'tarib - tushirish operasiyalariga ko'p vaqt sarflanmaydi.

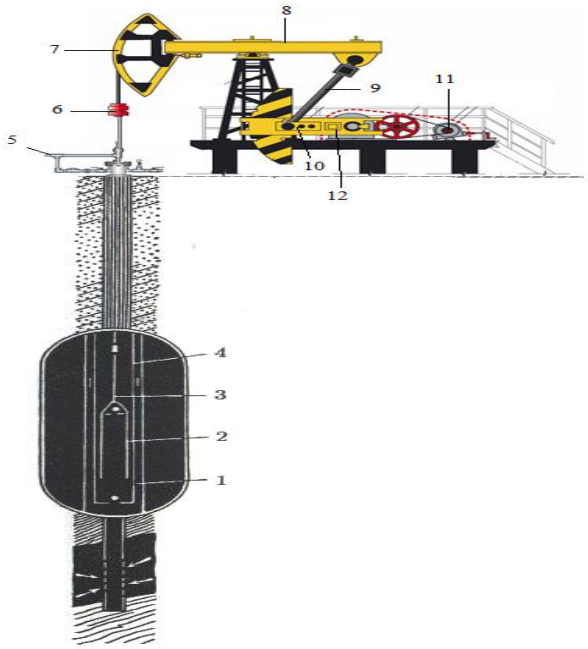
Ta'mir ishlarida nasos-kompressor quvurlarini va nasos shtangalari kalonnasini alohida ko'tarish va tushirish ularni ishlatishning iqtisodiy tomoniga ta'sir etadi. Shuning uchun ko'tarib tushirish operasiyalari tezlashganligi sababli quvur va shtangalarining kertikli ulangan qismlari tez eyilib nasos kompressor quvuridan quduqqa suyuqlik oqib o'tishiga sabab bo'ladi.

Tashqi nasoslar chuqurligi 2500 metrgacha bo'lgan quduqlarda muvaffaqiyatli qo'llanilishi mumkin. Boshqa turdagi nasosga nisbatan ularning afzalligi ishlash muddatining nisbatan uzoqligida bo'lib, ularda avariya sonlari va ko'tarib - tushirish operasiyalari kamayadi.

Quvurli nasoslar shuningdek neft bilan birga qum chiqadigan quduqlarda samaraliroq ishlatiladi, Chunki suqma nasoslarda qum ta'sirida plunjer tiqilib qolsa, uni ko'tarish ancha qiyin kechadi.

Chuqurlik nasosi uskunalari quyidagi ko'rsatgichlariga qarab tasniflanadi.

1. Chuqurlik nasosini ishga tushirish uchun yuqoridan energiya berish usuliga qarab.
2. Chuqurlik nasosi va butun uskunaning ishlash prinsipi va konstruktiv xususiyatiga qarab.



2-rasm.Shtangali chuqurlik nasosini qurilmasini ishlatish sxemasi.

1-chuqurlik nasos plunjeri; 2-plunjer nasosi; 3-shtanga; 4-NKQ; 5-uchtalik; 6-salnik; 7-tebratish dastgohini balansiri; 8-kalpak; 9-shatun; 10-krivoship; 11-elektrodivigatel; 12-reduktor.

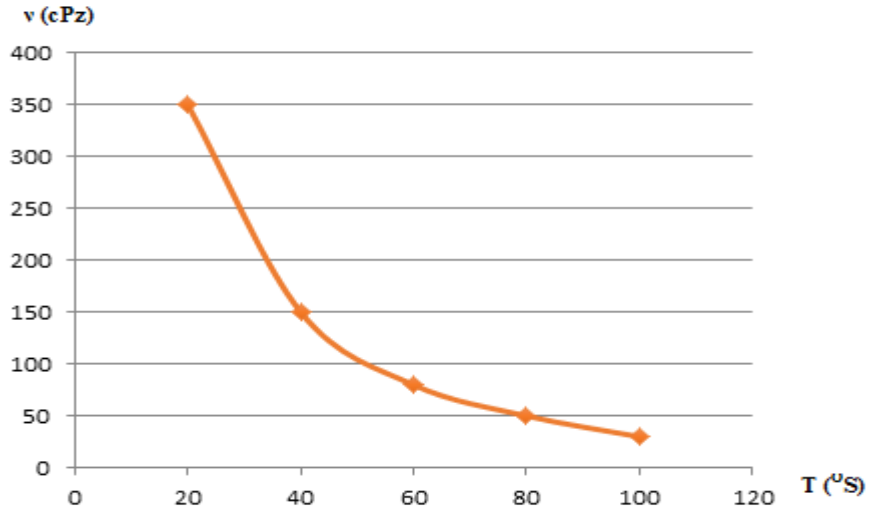
Natijalar va muhokama.Nasos shtangalari qazib olinadigan neftlar xossasiga qarab tanlanadi. Yuqori qatronli neftlar uchun mustahkam shtangalar tanlash zarur. Agar bunday neftlarga quvursimon shtangalar tanlash tez –tez shtanga bilan bog'liq avariyalar sodir bo'ladi.

Nasos shtangalari tebratma dastgox balansirining boshchasidan aylanma - ilgarilanma harakat ta'sirida nasosni ishga tushiruvchi asosiy zveno bo'lib xizmat qiladi.

Nasos shtangalari eng yuqori markali po'latdan (legirlangan nikel - molibdenli) quyiladi.

Sanoatda mavjud shtangalarning diametri 16, 19, 22 va 25 mm va uzunligi 1,0; 1,2; 1,5; 2; 3; va 8 metrli standart qiymatlarga ega.

Neft quduqlarida: Temperatura past bo‘lsa, neft yopishqoqligi yuqori bo‘lib, uni chiqarish qiyinlashadi hamda chuqurlik nasoslar nagruzka bilan ishlaydi. Magistral quvurlarda tashishda temperatura nazorat qilish yani oshirish orqali oqimni yaxshilash mumkin. Quduqlarda issiqlik bilan ishlov berish natijasida qovushqoqlikni pasaytirib, quduqlardan oqimni tezlashtirish mumkin.



3-rasm. Temperatura ta’sirida neft yopishqoqligining o’zgarish grafigi.

O’g’ir neftning temperaturasini oshishi natijasida uning zichligi va yopishqoqligi eksponentsial ravishda pasayadi. Buni tadqiqotlar va imperik maxsus ifodalar asosida hisoblab chiqildi. Shuni aytish joizki aniq natijalar tajriba sinov orqali olish mumkin. Shuning uchun ishlab chiqarish texnologiyalari asosida bajariladi bu iqtisodiy jihatdan muhimdir. Iqtisodiy jihatdan muhimligi olinadigan neft yopishqoqligi pasaytirilib chuqurlik nasosning ortiqcha nagruzkasi kamaytiriladi natijada chuqurlik nasos stabil ishlay boshlaydi hamda energiya tejashi mumkin.

Xulosa. Xulosa qilib aytish mumkinki hozirda ishlatiladigan nasoslarni qazib olinadigan neftlar parametrlariga mos tanlash orqali energiya tejash orqali iqtisodiy samaradorlik oshishiga sabab bo’ladi.Natijada tanlangan nasoslar ishlash vaqtida ta’mirlash ishlarining osonligi va ta’mirlash oralig’i uzayishi sababli iqtisodiy jihaddan samarali hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1.2022— 2026-йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси

2.Рахимов, Б. Р., Абдурахимов, С. А., & Адизов, Б. З. (2020). Высокосмолистые нефти и проблемы их транспортировки по трубопроводам. Universum: технические науки, (12-4 (81)), 31-34.

3.Рахимов, Б. Р., Набиев, А. Б., Адизов, Б. З., & Абдурахимов, С. А. (2020). Понизитель вязкости тяжелых нефтей на основе хлопкового соапстока. Universum: технические науки, (5-2 (74)), 59-62.

4.Рахимов, Б. Р., Адизов, Б. З., Абдурахимов, С. А., Аноров, Р. А., Ходжаев, С. Ф., & Кадирова, Н. Б. (2021). Изучение влияния смеси фосфолипидов с триацилглицеридами на изменение вязкости тяжелых нефтей. Universum: технические науки, (5-4 (86)), 86-91.

5.Рахимов, Б. Р., Адизов, Б. З., Абдурахимов, С. А., Аноров, Р. А., Ходжаев, С. Ф., & Кадирова, Н. Б. (2021). Использование соапстоков в качестве депрессаторов для изменения вязкости местных нефтей. Universum: технические науки, (5-4 (86)), 82-85.

6.Рахимов, Б. Р., Очилов, А. А., Набиев, А. Б., & Адизов, Б. З. (2021). Разработка эффективных смесей депрессаторов для повышения текучести высоковязких нефтей. инноватsии в нефтагазовой отрасли, 2(3).

ISTE'MOLCHILARGA TABIIY GAZNI UZATISHDA ODORIZATSIYA JARAYONI VA UNING MOHIYATI

Rahimov Bobomurod Rustamovich
Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro shaxar, O'zbekiston
e-mail:rahimovbobomurod012@gmail.com

Annotatsiya:Ushbu maqolada tabiiy gazni istemolchilarga uzatishda, tabiiy gaz tarkibiga odorant qo'shish uchun xavfsizlik qoidalari va ularning miqdorlari hamda iste'molchilarni gazdan xavfsiz foydalanishlarining samarali usullari tahlil qilindi. Gaz tarkibida odorant qo'shish uchun samarali metod va tavsiyalar ishlab chiqildi.

Tayanch so'zlar: Tabiiy gaz, odarant, metilmerkaptan, etilmerkaptan, neytralizatsiya, marganesli kaliy.

Аннотация: В данной статье проанализированы правила безопасности при подаче природного газа потребителям, правила добавления одорантов в состав природного газа и их количества, а также эффективные способы обеспечения безопасного использования газа потребителями. Разработаны эффективные методы и рекомендации по добавлению одоранта в состав газа.

Ключевые слова: природный газ, одарант, метилмеркаптан, этилмеркаптан, нейтрализация, марганцевый калий.

Annotation: This article analyzes safety regulations for adding odorants to natural gas during its transmission to consumers, their quantities, and effective methods for consumers to use the gas safely. Effective methods and recommendations for adding odorants to the gas composition have been developed.

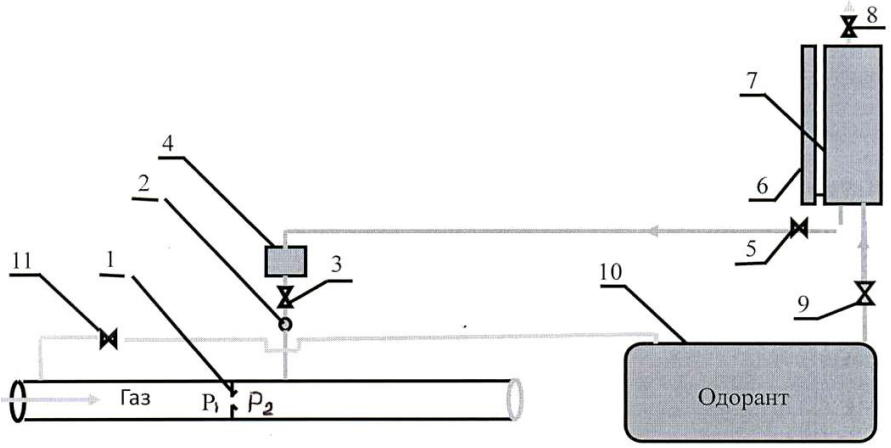
Key words: Natural gas, odarant, methylmercaptan, ethylmercaptan, neutralization, potassium manganese.

Kirish.

Metan gazi rangsiz, ta'msiz va hidsiz bo'ladi. Bu gazni to'g'ridan-to'g'ri ishlatadigan bo'lsak, turli ofatlarni keltirib chiqarishi mumkin, asosan boshqarib bo'lmaydigan, katta talofatlar keltirib chiqaruvchi yong'in hamda portlashlar kelib chiqishiga sabab bo'ladi, natijada odamlar turli darajada kuyish olishlari, ayrim holatlarda o'limga ham olib kelishi mumkin. Bunday hodisalarni kelib chiqishini oldini olish va gaz sizib chiqib turgan joylarni aniqlash maqsadida tabiiy gaz tarkibiga me'yor bo'yicha odorant qo'shiladi. Odorant rangsiz, o'tkir hidli ya'ni chirigan piyozni yoki sasigan tuxumni hidini beruvchi, inson uchun o'ta zaharli, tez uchuvchan hamda uning bug'i tez alanga oluvchan suyuqlik hisoblanadi. Kimyoviy formulasi metilmerkaptan - SN_3SH va etilmerkaptan - S_2N_5SH. Zichligi 810-840 kg/m³. O'z-o'zidan alangalanish harorati 250°S, qaynash harorati +37°S, pastki va yuqori alangalanish chegarasi 2,8–18,2%. Odorantni bug'i havodan og'ir, shuning uchun uning bug'i yerning past joylarida yig'iladi va bu suv havzalarini ifloslanishi, o'simlik hamda hayvonot dunyosini zaharlanishiga olib keladi. Bundan tashqari, odorant 100°S va undan yuqori haroratda inson va tabiat uchun zararli bo'lgan oltingugurt gazi bilan uglevodorodlarga parchalanib ketadi. Odorant xavfliligi bo'yicha 2-sinf zararli moddalar qatoriga kirishini esdan chiqarmasligimiz kerak. Shuning uchun odorant bilan bog'liq bo'lgan ishlar rezina qo'lqop, etik, fartuk va protivogazlar yordamida, xavfsizlik yo'riqnomalariga rioya qilgan holda olib boriladi. Odorant bilan ishlaydigan har bir ishchi-xodim uning fizik-kimyoviy xossalarini, u bilan ishlashdagi texnika xafvsizligini, yong'in xafvsizligini va sanoat xafvsizligi qoida hamda talablarini mukammal o'rganib olgan bo'lishi lozim. Bundan tashqari odorant bilan zaharlangan jabrlanuvchiga vrach kelguncha ko'rsatiladigan birinchi yordam usullarini nazariy o'rganib olgan hamda uni amalda qo'llab bilishlari kerak. "Odorantni tashishda, saqlashda va uni xavfsiz ishlatishda xavfsizlik texnikasi bo'yicha yo'riqnoma"sida ko'rsatilgan talablarga rioya qilinib, sanitariya-epidemiologiya markazi va ichki ishlar bo'limi bilan kelishilgan holda olib boriladi. Odorant bochkasini ochishda uchqun chiqarmaydigan instrumentlardan foydalanib, oldin bochkani qopqog'i tevaragiga namlangan mato joylashtirib, keyin asta sekin zarbsiz burab ochish kerak. Odorantni bir idishdan ikkinchi bir idishga to'kishda ochiq voronkalardan foydalanish umuman ta'qiqlanadi, faqat germetik truba yoki

shlangalar yordamida amalga oshiriladi. Bunday ishlar gaz xavfi bo‘lgan ishlar qatoriga kiradi. Shuning uchun bu ishlarni odorant to‘g‘risida to‘liq ma’lumotga ega bo‘lgan, u bilan xavfsiz ish olib borish yo‘l-yo‘riqlarini har tomonlama mukammal o‘rganib olgan, 2ta yoki 3ta ishchi-xodim bilan olib borish talab qilinadi. Bo‘shagan odorant idishini saqlashda yoki uni qatnashda, qopqog‘ini mahkam germetik qilib berkitish kerak. Odorant uskunasida ta’mirlash ishlari olib borishdan yoki ichki ko‘rikdan o‘tkazishdan oldin uni bo‘shatib, bug‘ yordamida tozalash lozim, chunki odorant havo bilan reaksiyaga kirishib, o‘z-o‘zidan alanga olib ketishi mumkin. Bunga sabab, odorant namlikdan hosil bo‘lgan temir korroziyasi bilan reaksiyaga kirishib, temir merkaptidini $(S_2N_5S)_2Fe$ hosil qiladi. Bu esa o‘z navbatida havo bilan oksidlanib o‘z-o‘zidan yonib ketuvchi qatlam hosil qiladi. To‘kilgan odorantni neytralizatsiya ya’ni ta’sirini kamaytirish uchun biz 10%li so‘ndirilgan ohakdan yoki marganesli kaliydan foydalanamiz.

Materiallar va usullar. Tabiiy gazga odorantni tomchi holatida qo‘shish uskunasini ishlash prinsipi 1-rasmda ko‘rsatib o‘tilgan. Tomchi holatidagi odorizator uskunasi quyidagilardan: kuzatish oynachasi 2, odorant tomchisini sozlab turuvchi jo‘mrak 3, tozalash filtri 4, odorant uskunasining asosiy berkitish armaturasi 5, odorant sathini ko‘rsatib turuvchi moslama 6, yuqorida joylashtirilgan asosiy odorant idishi 7, ortiqcha gaz bosimini chiqarib tashlash armaturasi 8, yer ostida joylashgan idishdan yuqoridagi odorant idishiga odorant quyishda ishlatiladigan armatura 9, yer ostida zahiradagi odorantni saqdash idishi 10 va asosiy odorant idishini to‘ldirishda ochiladigan jo‘mrakdan iborat. Qurilma flanes yordamida o‘rnatiladi va unda bosimlar farqini hosil qiladi. Qurilmaning oldidagi bosim R_1 musbat ya’ni, yuqori bosim, qurilmadan o‘tgandan keyingi gaz bosimi R_2 manfiy ya’ni, past bosim bo‘ladi. Diskaning o‘tmas burchagi qurilmaning manfiy tomoniga qaratib joylashtiriladi. Gaz sarfini ushbu bosimlar farqi orqali $\Delta R = R_1 - R_2$ gaz hisoblash asboblari yordamida hisob-kitob qilinadi. Toraytiruvchi qurilmadan o‘tgan gazga odorant uskunasi yordamida iste’molchilarga uzatishdan oldin belgilangan me’yor bo‘yicha odorant qo‘shiladi.



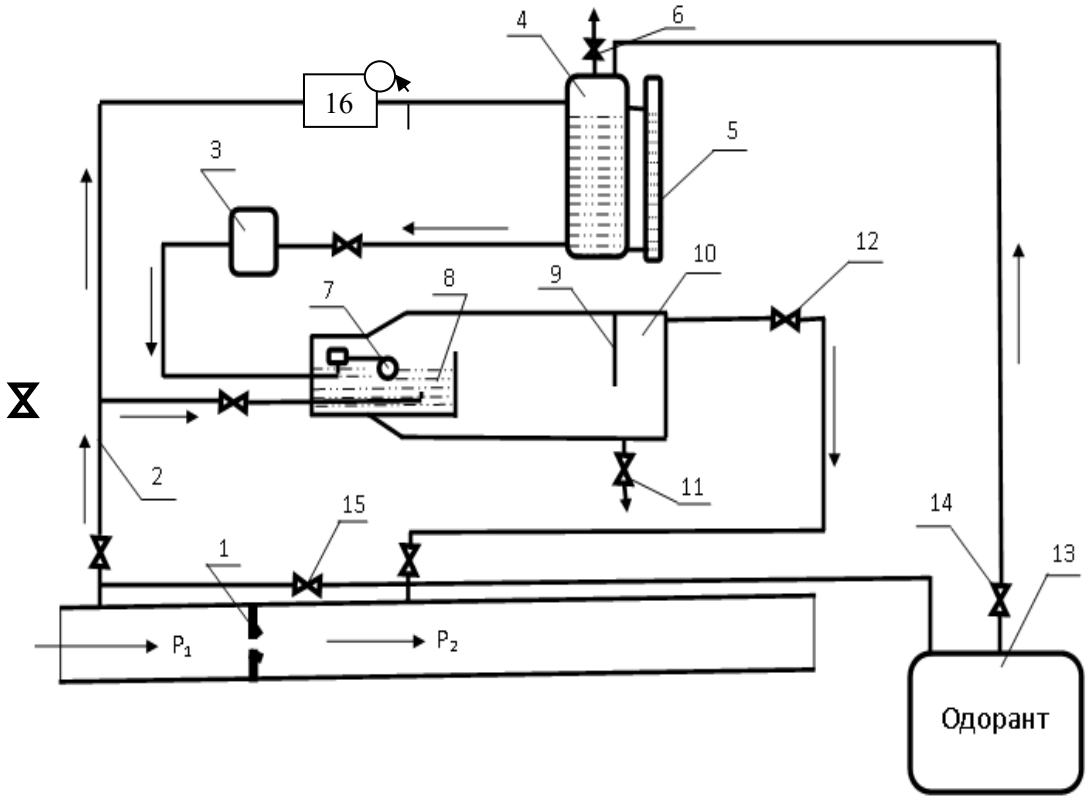
1-Rasm. Tabiiy gazga odarat qo‘shib berish sxemasi.

Gaz tartiblagichdan bosimi pasayib o‘tgan gaz toraytiruvchi qurilma 1 orqali o‘tadi. Toraytiruvchi qurilma asosan o‘rta markazida o‘tmas burchak ostida kesilgan teshikchali diskadan, uning germetikligini ta’minlovchi ular orasiga turli issiq va sovuqqa chidamli materiallardan prokladkalar joylashtiriladi.. Bir tomchi odorantning og‘irligi 0,026 gr. ligini bilgan holda, 16 gr.dagi tomchilar sonini 615 donaligini hisoblab chiqarishimiz mumkin. Shundan keyin gaznitaqsimlash shaxobchasida gaz quvuridan bir soat ichida o‘tayotgan gaz sarfiga qarab, bir minut ichida tabiiy gaz tarkibiga qancha tomchi odorant qo‘shishimizni aniqlab chiqaramiz. Buning uchun bir soat 60 minutga tengligini hisobga olsak, uni 615 tomchilar sonini 60 minutga bo‘lib, bir minutda nechta tomchi qo‘shilishi kelib chiqadi. Bir minut 60 sekundga teng ekanligini bilgan holda esa, 60ni kelib chiqqan tomchilar soniga bo‘lsak, har necha sekunddan bir tomchi qo‘shish kerak bo‘lishini hisoblab chiqaramiz. Umuman olganda bir tomchi odorantni og‘irligini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin: $m = 2\pi \cdot \sigma \cdot R/g$. Bu yerda π – 3,14 o‘zgarmas kattalik, σ – sirt taranglik kuchi (N/m.), R–

tomchilab uzatiladigan odorizator uskunasining odorant tomchilab shadigan trubka radiusi (m.) va g – jismning erkin tushish tezlanishi (9,8 m/sek^2). Sirt taranglik kuchi quyidagi formuladan hisoblab chiqariladi: $\sigma = (-4\cdot10^{-6}\cdot t^3 + 3\cdot10^{-4}\cdot t^2 - 0{,}1355\cdot t + 25{,}701)/1000$ (N/m). Kundalik sarf qilingan odorant miqdori qayd daftariga tushib boriladi.

Natijalar va muhokama. Markazlashtirilgan shakldagi gaz taqsimlash shaxobchasida sarf qilingan odorant miqdori ikki haftadan gaz taqsimlash shaxobchasiga ma'sul bo'lgan shaxs tomonidan yozib boriladi va oy oxirida korxona dispetcheriga hisobot beradi. Barbotaj odorizator uskunasini ishlash prinsipi 2-rasmda ko'rsatib o'tilgan. Barbotaj odorizator uskunasi quyidagilardan: barbotaj kamerasiga gazni kirish yo'lagi 2, odorantni tozalash filtri 3, yuqorida joylashtirilgan asosiy odorant idishi 4, odorant sathini ko'rsatib turuvchi moslama 5, ortiqcha gaz bosimini chiqarib tashlash armaturasi 6, odorantni me'yorida ushlab turuvchi sozlagich po'kagi (poplavok) 7, kameradagi odorant 8, odorantni tomchi holatida ushlab qoluvchi to'siq 9, barbotaj kamerasi joylashtirilgan silindrik idish 10, yig'ilgan odorantni to'kib olish jo'mragi 11, yer ostida zahiradagi odorantni saqdash idishi 13 yer ostida joylashgan idishdan yuqoridagi odorant idishiga odorant quyishda ishlatiladigan armatura 14 va asosiy odorant idishini to'ldirishda ochiladigan jo'mrakdan 15 iborat.

Barbotaj odorizator uskunasini ishlash prinsipi.



2-rasm. Barbotaj odorizator uskunasini ishlash prinsipi

Gaz 2 yo'lak orqali kameraga kelib odorant bug'iga to'yinib chiqadi va to'siq orqali asosiy gaz quvuriga qo'shilib iste'molchilarga uzatiladi. Yuqorida joylashgan idishidan odorant kameraga tozalash filtiridan 3 o'tib kameraga kelib tushadi. 12- jo'mrak orqali qo'shiladigan odorant me'yori sozlanib turiladi. Odorantga to'yingan gaz to'siq 9 orqali o'tganda tomchi holida yig'ilgan odorant 11- jo'mrak orqali to'kib olinadi. Yuqorida joylashtirilgan asosiy odorant idishini 4 odorant bilan to'ldirish 14 va 15-jo'mraklar orqali amalga oshiriladi. Agarda odorant to'ldirilganda idishidagi 4 gaz bosimi oshib ketsa, 6-jo'mrak orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Idish ichidagi va kameradagi bosim tengligi, manometr 16 orqali kuzatib boriladi.

Xulosa. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak tabiiy gazni iste'molchilarga uzatish va ularning xavfsiz foydalanishlari hamda tabiiy gazni yo'qotishni oldini olish uchun gaz tarkibiga odarant qo'shib yuborish zarur.Natijada bir qancha insonlarning tabiiy gazdan zaharlanishini oldini olinadi va uzatiladigan gazning 10 -15 % yo'qotilishini oldini olinishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni.

2. “ Magistral gaz quvurlarini texnik ekspluatatsiyasi qoidalari ”. Toshkent – 2019 y.

3. “ Magistral gaz quvurlarini xavfsiz ishlatish qoidalari ” Toshkent-26.02.2003 y.

4.“Odorantni tashishda, saqlashda va uni xavfsiz ishlatishda xavfsizlik texnikasi bo‘yicha yo‘riqnoma” “O‘ztransgaz” AKning 995-sonli buyrug‘i 23.11.2011y.

5.“ Gazni saqlash, tranportirovka qilish va ta’minlashda yong‘in xavfsizligi qoidalari “. Toshkent -2010y.

6.Rahimov, B. R., & Qandiyev, B. T. (2022). Propan-butan aralashmasini ajratib olish qurilmasida gidrat hosil bo’lishi hamda ularning fizik-kimyoviy tahlili. Science and Education, 3(11), 463-469.

7.Rahimov, B. R., & Nematov, I. B. (2022). Gazni oltingugurtdan absorbsion tozalashda qo’llaniladigan issiqlik almashtirgichi tahlili. Science and Education, 3(11), 485-491.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЕРОВОДОРОДА И МЕРКАПТАНОВ В СОСТАВЕ ГАЗА

Яхяев Нодир Шарифович[1] , Бабаев Акмал Азамович[2], Хамраева Лайло Рахматуллаевна[2]
Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан
e-mail: yansh007@mail.ru

Аннотация. Развитие газодобывающей промышленности Узбекистана связано с эксплуатацией и сооружением крупных промыслов и строительством мощных магистральных газопроводов. На газовых промыслах организуется комплексная подготовка газа к дальнему транспорту, однако добываемый газ содержит различные примеси: водяной пар, углекислый газ, сероводород, азот и механические частицы. Перед транспортировкой и использованием газ подвергается подготовке на промысле, в схеме которой основную роль играют применяемые абсорберы. На УНГД часто используется МДЭА абсорбенты. Требования к степени очистки от сероводорода зависят от назначения газа. Для химических синтезов содержание сероводорода в технологическом газе иногда может находиться в пределах от 1 до 50 мг/м3 .Природный газ очищают даже при малых количествах в нем сероводорода, поскольку его допустимое содержание в газе, закачиваемом в магистральные газопроводы, не должно превышать 20 мг/м3 .В большинстве же случаев очистку газов предпринимают не только для доведения содержания в нем вредных примесей до установленных норм, но и для их извлечения с целью промышленной утилизации. Сероводород, выделяемый при очистке, перерабатывают в элементарную серу или серную кислоту.

Ключевые слова. газы, кислые компоненты, сероводород, оксид углерода, очистка, абсорбция, адсорбция, хемосорбция, абсорбенты.

Annotatsiya. O‘zbekiston gaz qazib chiqarish sanoatining rivojlanishi yirik konlarni ekspluatatsiya qilish va qurish hamda kuchli magistral gaz quvurlarini qurish bilan bog‘liq. Gaz konlarida gazni uzoq masofalarga tashish uchun kompleks tayyorlash tashkil etiladi, ammo qazib olinadigan gaz tarkibida turli xil aralashmalar: suv bug‘i, karbonat angidrid, vodorod sulfidi, azot va mexanik zarrachalar mavjud. Gazni tashish va ishlatishdan oldin konlarda tayyorlash amalga oshiriladi, bunda asosiy rolni qo‘llaniladigan absorberlar o‘ynaydi. UNGDda ko‘pincha MDEA absorbentlari ishlatiladi. Vodorod sulfididan tozalash darajasiga qo‘yiladigan talablar gazning maqsadiga bog‘liq. Kimyoviy sintezlar uchun texnologik gazdagi vodorod sulfid miqdori ba’zan 1 mg/m3 dan 50 mg/m3 gacha bo‘lishi mumkin.Tabiiy gaz tarkibida oz miqdorda vodorod sulfidi bo‘lsa ham, uni tozalashadi, chunki magistral gaz quvurlariga quyiladigan gazdagi uning ruxsat etilgan miqdori 20 mg/m3 dan oshmasligi kerak.Ko‘p hollarda gazlarni tozalash nafaqat undagi zararli aralashmalar miqdorini belgilangan me’yorlarga yetkazish, balki ularni sanoat yo‘li bilan

qayta ishlash maqsadida ajratib olish uchun ham amalga oshiriladi. Tozalash jarayonida ajralib chiqadigan vodorod sulfidi oddiy oltingugurt yoki sulfat kislotaga aylantiriladi.

Kalit so‘zlar. gazlar, kislotali komponentlar, vodorod sulfidi, uglerod oksidi, tozalash, absorbsiya, adsorbsiya, xemosorbsiya, absorbentlar.

Abstract. The development of the gas production industry in Uzbekistan is associated with the exploitation and construction of large fields and the construction of powerful main gas pipelines. In gas fields, complex preparation is organized for the transportation of gas over long distances, but the gas extracted contains various impurities: water vapor, carbon dioxide, hydrogen sulfide, nitrogen, and mechanical particles. Before transportation and use, gas is prepared in the fields, where the main role is played by the absorbents used. MDEA absorbents are often used in UNGD. The requirements for hydrogen sulfide removal depend on the intended use of the gas. The hydrogen sulfide content in process gas for chemical syntheses can sometimes range from 1 mg/m3 to 50 mg/m3.Even though natural gas contains a small amount of hydrogen sulfide, it is purified because the permissible amount of it in gas injected into main gas pipelines should not exceed 20 mg/m3.In many cases, gas purification is carried out not only to bring the amount of harmful impurities in it to the established standards, but also to extract them for industrial processing. During the purification process, the hydrogen sulfide released is converted into elemental sulfur or sulfuric acid.

Keywords. gases, acidic components, hydrogen sulfide, carbon monoxide, purification, absorption, adsorption, chemisorption, absorbents.

Введение. Природный газ, добываемый на месторождениях, перед подачей в магистральные газопроводы проходит комплекс технологических процессов подготовки. Необходимость такой подготовки обусловлена присутствием в газе водяного пара, углекислого газа, сероводорода, азота, механических примесей и других компонентов, негативно влияющих на надежность оборудования и качество товарного газа. Основной задачей подготовки является обеспечение нормативных показателей качества газа, включая температуру точки росы по воде и углеводородам, а также снижение содержания агрессивных компонентов до установленных стандартами значений.

Одной из актуальных проблем эксплуатации газовых месторождений является накопление жидкости в стволах скважин на поздних стадиях разработки. Данное явление приводит к снижению скорости газового потока, уменьшению дебита скважин и ухудшению технико-экономических показателей добычи. В результате возрастает необходимость применения эффективных технологических решений, направленных на поддержание стабильного режима эксплуатации скважин и повышение коэффициента извлечения газа.

Материалы и методы. В современных установках подготовки природного газа важнейшая роль принадлежит процессам абсорбционной очистки и осушки. Для удаления кислых компонентов широко используются полярные органические растворители и аминовые абсорбенты. Несмотря на высокую эффективность физических растворителей, их применение часто сопровождается потерями углеводородов, что ограничивает область их использования преимущественно для очистки бедных газов.

Наиболее перспективными реагентами в настоящее время считаются композиционные абсорбенты на основе метилдиэтаноламина (МДЭА). По сравнению с традиционными этаноламинами МДЭА характеризуется высокой селективностью по отношению к сероводороду, меньшими энергетическими затратами на регенерацию и повышенной технологической эффективностью. Использование МДЭА позволяет снизить эксплуатационные расходы и повысить качество подготовки природного газа.

В ходе выполнения анализа применяются следующие химические реактивы: хлорид кадмия $CdCl_2$, ацетат кадмия $Cd(CH_3COO)_2$, 0,1-нормальный раствор йода, 0,5 %-ный раствор крахмала и 10-нормальный раствор тиосульфата натрия.

Перед началом проведения измерений выполняется подготовка экспериментальной установки к работе.

Для обеспечения достоверности результатов анализируемый газопровод предварительно несколько раз (как правило, 2–3 раза) открывают и перекрывают, что позволяет удалить остаточные газы, находящиеся в трубах и соединительных коммуникациях.

После выполнения данной операции оборудование собирают и подключают в соответствии с установленной технологической последовательностью проведения анализа.

Методика определения содержания H_2S и RSH в природном газе

Для определения содержания сероводорода (H_2S) и меркаптановой серы (RSH) в природном газе используется метод последовательного поглощения исследуемых компонентов специальными реагентами с последующим титриметрическим анализом.

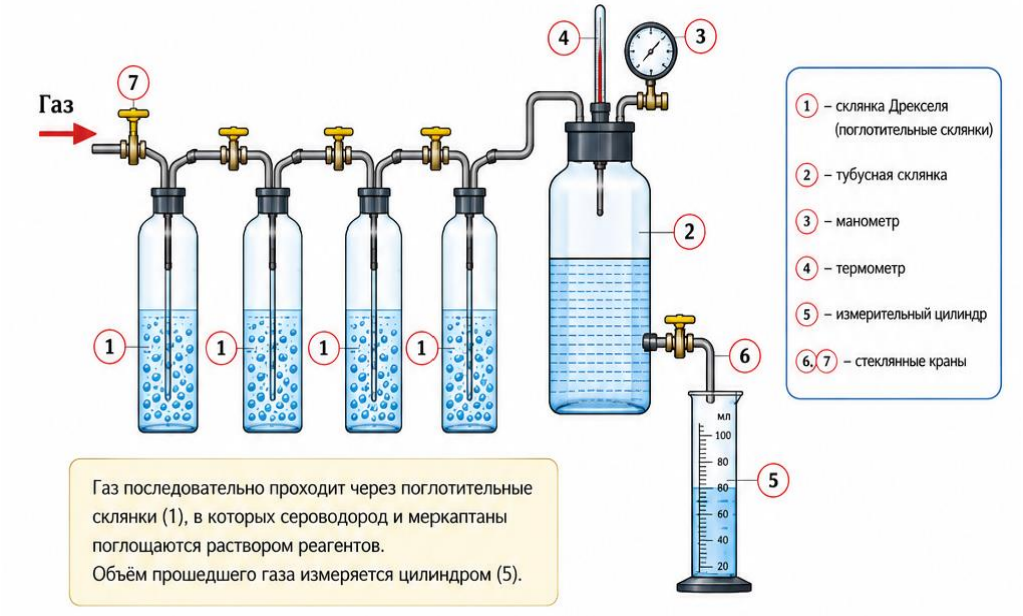


Рис. 1. Лабораторный метод анализа составе газа.
1 - склянка Дрекселя; 2 - тубусная склянка; 3 – манометр; 4 - термометр; 5 - измерительный цилиндр; 6,7 – стеклянные краны.

На начальной стадии проведения анализа исследуемый газ пропускают через систему последовательно установленных склянок Дрекселя. Для селективного поглощения сероводорода в первую и вторую склянки предварительно заливают по 50 мл 30 %-ного раствора хлорида кадмия. В третью (конечную) склянку помещают 50 мл 0,3 %-ного раствора ацетата кадмия, предназначенного для улавливания меркаптановых соединений, присутствующих в газовой смеси.

Результаты эксперимента: Такая схема обеспечивает последовательное извлечение серосодержащих компонентов из исследуемого газа и позволяет повысить точность их последующего количественного определения.

Пропускание газа продолжают до изменения окраски раствора до характерного оранжевого оттенка. После завершения процесса фиксируют показания газового счетчика, соответствующие объему пропущенного газа.

На следующем этапе выполняется титриметрическое определение количества поглощенных меркаптанов. Раствор из последней склянки Дрекселя, содержащий продукты взаимодействия меркаптанов с ацетатом кадмия, переносят в коническую колбу. В качестве титрующего реагента используют 10 %-ный раствор тиосульфата натрия, которым предварительно заполняют бюретку.

В исследуемую пробу раствора вносят 10 мл 0,1 н раствора йода, после чего реакционная смесь приобретает характерную буровато-коричневую окраску. На следующем этапе проводят титрование раствором тиосульфата натрия до момента появления светло-жёлтого оттенка.

Затем в анализируемую систему добавляют 6 мл 0,5 %-ного раствора крахмала, который выполняет функцию индикатора. В результате взаимодействия компонентов раствор приобретает интенсивную сине-фиолетовую окраску. После этого процесс титрования продолжают до полного обесцвечивания смеси. Конечной точкой титрования считается момент получения прозрачного раствора без видимых признаков окраски.

Зафиксированное показание бюретки принимается за результат титрования так называемой «рабочей пробы».

Для определения контрольного значения выполняют анализ «холостой пробы». Для проведения контрольного анализа («холостой пробы») в чистую лабораторную колбу вносят 50 мл 0,3 %-ного раствора ацетата кадмия без предварительного пропускания через него исследуемого газа. После этого в раствор добавляют 10 мл 0,1 н раствора йода и выполняют титрование раствором тиосульфата натрия по методике, аналогичной основной процедуре анализа.

При достижении раствором светло-жёлтой окраски в реакционную смесь вводят 6 мл раствора крахмала, который используется в качестве индикатора. Затем титрование продолжают до полного исчезновения окраски и получения прозрачного раствора. Объём раствора тиосульфата натрия, израсходованный при выполнении данного определения, фиксируют по показаниям бюретки и принимают за результат титрования холостой пробы.

Заключение: Полученные результаты позволяют определить концентрацию меркаптановой серы в исследуемом природном газе и оценить эффективность процессов его очистки от серосодержащих соединений. Проведенные исследования методов определения содержания сероводорода, меркаптанов и диоксида серы позволили оценить влияние серосодержащих соединений на технологические процессы подготовки газа. Установлено, что наличие указанных компонентов оказывает существенное влияние на коррозионную активность среды, эксплуатационную надежность оборудования и качество товарного газа.

Список литературы

1. Алиев З.С., Мамедов И.Г. Технология очистки серосодержащих газов. – Баку: Элм, 2019. – 385 с.

2. Яхяев Н.Ш., Девликамов Р.Н. “ Исследование способов добычи газа на поздних стадиях эксплуатации месторождений”, Development of science journal–Volume1, 2 февраля 2025, стр62-69.

3. Данилов А.М. Процессы подготовки и переработки природного газа. – М.: Недра, 2018. – 412 с.

4. Яхяев Н.Ш., Девликамов Р.Н., Ибрагимов Ш.Ш. “Анализ технологий абсорбционной подготовки газа”. Development of science journal. Volume 4, 11 февраля 2025, стр305-311.

CLASSIFICATION OF THE STARTING TETRAHYDROTHIOPHENE FOR ODORANT PRODUCTION

Sharipov Kakhramon Kandiyorovich[1], Tilloeva Shakhnoza Fakhritdinovna[2]
Joraboyev Khurshidjon Rashidjon oglu[3]
Republic of Uzbekistan, Bukhara. Bukhara State Technical University
tilloyeva93@mail.ru

Abstract. This article presents a scientific analysis of the composition and classification of odorants used for natural gas odorization, as well as the prospects for producing them from local raw materials. Issues regarding the current reliance on imported odorants in Uzbekistan-including their economic efficiency, environmental safety, storage stability, and the automation of production processes-are examined. The study investigates the physicochemical properties, sulfur content, and applicability in gas networks of key odorants such as tetrahydrothiophene, ethyl mercaptan, and tert-butyl mercaptan. Furthermore, the technological potential for producing import-substituting odorant

components from sulfur compounds and mercaptan fractions generated during oil refining processes is highlighted. The mechanisms involving the conversion of mercaptans into sodium mercaptides in an alkaline medium and the subsequent formation of disulfide compounds through oxidation are analyzed. An odorant sample derived from the mercaptan mixture found in stable gas condensates from local fields was tested in accordance with the GOST 2177 standard. Tests conducted under conditions simulating a main gas pipeline demonstrated that this mixture imparts a distinctive odor to natural gas and meets the relevant requirements. The obtained results serve as a scientific and practical basis for developing economically efficient, environmentally safe, and import-substituting odorants based on local raw materials.

Keywords: odorant, natural gas, ethyl mercaptan, tetrahydrothiophene, tert-butyl mercaptan, mercaptans, disulfides, sulfur compounds, gas odorization, local raw materials, gas condensate, import substitution, GOST 2177.

Аннотация. В данной статье проведен научный анализ состава, классификации и перспектив получения одорантов, используемых при одоризации природного газа, а также перспектив их производства на основе местного сырья. Рассмотрены проблемы, связанные с основным импортом одорантов в Узбекистан, их экономической эффективностью, экологической безопасностью, стабильностью при хранении и автоматизацией производственных процессов. В исследовании изучены физико-химические свойства, содержание серы и возможности применения основных одорантов, таких как тетрагидротиофен, этилмеркаптан и трет-бутилмеркаптан, в газовых сетях. Также рассмотрены технологические возможности получения компонентов одорантов, способных заменить импорт сернистых соединений и меркаптановых фракций, образующихся в процессе нефтепереработки. Проанализирован механизм превращения меркаптанов в меркаптиды натрия в щелочной среде и последующего образования дисульфидных соединений путем окисления. Образец одоранта, полученный из смеси меркаптанов, содержащихся в стабильных газовых конденсатах местных месторождений, был протестирован в соответствии с ГОСТ 2177. В результате испытаний, проведенных в условиях газопровода, было установлено, что данная смесь придает природному газу специфический запах и соответствует соответствующим требованиям. Полученные результаты служат научно-практической основой для разработки экономически эффективных, экологически безопасных и импортозамещающих одорантов на основе местного сырья.

Ключевые слова: одорант, природный газ, этилмеркаптан, тетрагидротиофен, трет-бутилмеркаптан, меркаптаны, дисульфиды, соединения серы, одоризация газа, местное сырье, газовый конденсат, импортозамещение, ГОСТ 2177.

Annotatsiya. Mazkur maqolada tabiiy gazni odorizatsiya qilishda qo‘llaniladigan odorantlarning tarkibi, tasnifi va ularni mahalliy xomashyo asosida olish istiqbollari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. O‘zbekistonda odorantlarning asosan import qilinishi, ularning iqtisodiy samaradorligi, ekologik xavfsizligi, saqlash barqarorligi hamda ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish bilan bog‘liq muammolar ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda tetragidrotiofen, etilmerkaptan va tert-butilmerkaptan kabi asosiy odorantlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, oltingugurt miqdori va gaz tarmoqlarida qo‘llanish imkoniyatlari o‘rganilgan. Shuningdek, neftni qayta ishlash jarayonlarida hosil bo‘ladigan oltingugurtli birikmalar va merkaptanli fraksiyalardan import o‘rnini bosuvchi odorant komponentlarini olish texnologik imkoniyatlari yoritilgan. Ishqoriy muhitda merkaptanlarning natriy merkaptidlarga aylanishi va keyinchalik oksidlanish orqali disulfid birikmalar hosil bo‘lish mexanizmi tahlil qilingan. Mahalliy konlarning barqaror gaz kondensatlari tarkibidagi merkaptanlar aralashmasidan olingan odorant namunasi GOST 2177 bo‘yicha tekshirilgan. Gazli magistral gaz quvuri sharoitida o‘tkazilgan sinovlar natijasida mazkur aralashma tabiiy gazga o‘ziga xos hid berishi va tegishli talablarni qondirishi aniqlangan. Olingan natijalar mahalliy xomashyo asosida iqtisodiy jihatdan samarali, ekologik xavfsiz va import o‘rnini bosuvchi odorantlar ishlab chiqish uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: odorant, tabiiy gaz, etilmerkaptan, tetragidrotiofen, tert-butilmerkaptan, merkaptanlar, disulfidlar, oltingugurtli birikmalar, gazni odorizatsiya qilish, mahalliy xomashyo, gaz kondensati, import o'rnini bosish, GOST 2177.

Introduction. In the Republic of Uzbekistan, natural gas is the main source of energy for the population and industry. Therefore, to ensure safety in gas networks, special odorizing substances - odorizing agents - are added to natural gas. As a result of the analysis of the literature, it was revealed that, although certain work has been carried out in the country in this area, there are still a number of unresolved problems.

First of all, odorizing substances are mainly imported from Russia and other countries. For example, tert-butyl mercaptan and dimethyl disulfide are widely used, but their cost is high and requires additional costs for the country's economy. At the same time, due to the presence of sulfur in these substances, their release into the atmosphere causes environmental problems. At a time when environmental standards are strengthening, this issue is very relevant.[1]

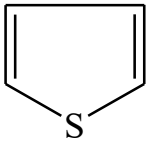
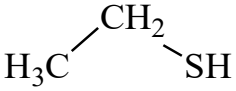
Secondly, the stability of existing odorizing substances is also one of the problems. The literature indicates that some substances in gas networks can lose their odor or become weak when stored for a long time. Their dangerous effects on human health were also noted. This situation requires strengthening safety requirements for employees working with them.

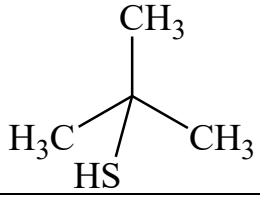
Another important aspect in the case of Uzbekistan is that the production of odorizing substances based on local raw materials has not yet been established. Despite the development of the local chemical industry, research in this area is insufficient. Therefore, the issue of developing economically efficient and environmentally friendly odorizing agents suitable for the composition of gas in the country remains an unresolved problem.

Experimental part. Currently, scientific research is being conducted in developed countries in the direction of developing low-sulfur or sulfur-free synthetic odorants. At the same time, in the conditions of Uzbekistan, there are prospects for obtaining mercaptan odorant components from by-products formed during oil purification processes from sulfur-containing compounds, such as demercaptanation or hydro-purification waste. This approach allows for the development of import-substituting, environmentally friendly odorants based on local raw materials. The odorants selected for natural gas must correspond to a number of physicochemical, ecological, and operational properties. Such substances must ensure safe, stable, and effective odors in the gas network. The most important requirement for an odorant is a low smell threshold, which means that the smell must be detected by humans at a very low concentration (<1 pbb, i.e., 10−6 volume fractions).[2]

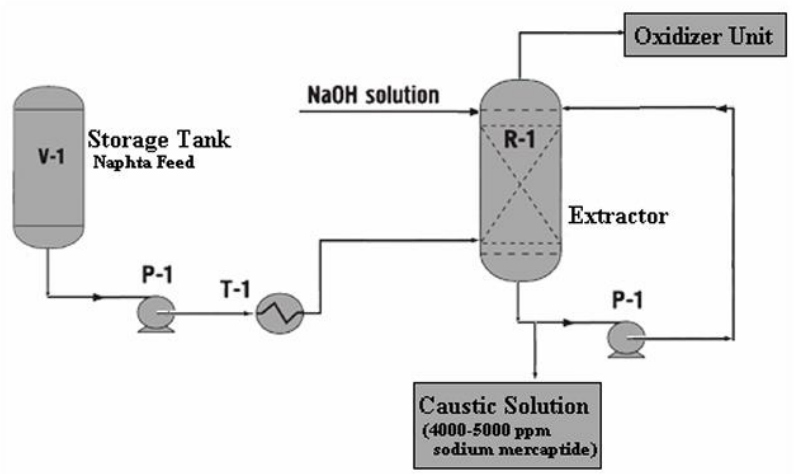
The most commonly used odorants - tetrahydrothiophane (TGT), ethyl mercaptan (EM), and tert-butyl mercaptan (TBM) - contain one sulfur atom, which determines their olfactory sensitivity and the stability of their mixing with gas. The structure of the THT molecule is cyclic and has the formula C4H8S. The sulfur content in it is 36.37%. TTS is stable in a liquid state, has a low combustion temperature, a boiling point of 121 °C, and is widely used in gas networks.

Sulfur content in the most commonly used odorants.

Component	Structural formula	Sulfur content %
Tetrahydrothiophene (TGT)		36.37
Ethyl mercaptan (EM)		51.61

Tetra-butyl mercaptan (TBM)		35.55

Mercaptans, along with water vapor from the overhead of the power plant, enter a cooling condenser. They then enter a separator to remove megaton phases from the water. This saturated aqueous phase is removed in a backwash column and returned to the recovery column as reflux. [4] The mercaptan phase formed in the flask is collected as product. The process diagram is shown in Figure 1.[3]



In this process, the odorant is first diluted with water by 25% vol., then pumped into the bottom of a temperature reduction column, which is a batch distillation column. The caustic solution containing sodium mercaptide is heated to approximately 70-90ºC before entering the column. Finally, its temperature is raised to approximately 120ºC by steam injection.

The basic reaction equation is as follows:

$$2RSH + ½O_2 \rightarrow RSSR + H_2O$$

Here, R is the hydrocarbon radical, and RSSR is the resulting disulfide compound. Disulfides are odorless, inert, and thermally stable, improving fuel quality and environmental indicators. The process is usually carried out in an alkaline environment, i.e., in a 6% NaOH solution and in the presence of catalysts based on copper, cobalt, or manganese salts. The alkaline phase promotes the formation of sodium salts of mercaptans - mercaptides (RSNa):

$$RSH + NaOH \rightarrow RSNa + H_2O$$

The resulting mercaptides are then converted to disulfide compounds using atmospheric oxygen or other oxidizing components:

$$2RSNa + ½O_2 + H_2O \rightarrow RSSR + 2NaOH$$

RESULTS AND THEIR DISCUSSION

A sample of the resulting mercaptan mixture was collected and analyzed for composition using Method A of GOST 2177. The composition of results are presented in Table 2.[3]

Index naming	Designation for the brand		Test method
	СПМ	СПМ - 1	

1. Fractional composition: - - The beginning of boiling, °C, not low - 80% volume. boils, °C, not more - ethylmercaptan - iso-propyl mercaptan - butyl mercaptan - n-propyl mercaptan - tert-butyl mercaptan - n-butyl mercaptan - tetrahydrothiophene	 37 98 29,6 % 37,2% 14,4% 10,3% 5,5% 1,8% 1,2%	GOST 2177 by Method A

Table 2. Odorant quality indicators.

The Gazli Main Gas Pipeline Administration conducted tests on an odorant obtained from a mixture of mercaptans contained in stable condensates from local fields. It was found that, when applied dropwise to natural gas transported through the main gas pipeline, it imparts a distinctive odor and fully complies with the requirements for flammable natural gases supplied to this main gas pipeline.

Conclusion. In conclusion, a scientific analysis was conducted regarding the composition and classification of odorants used for natural gas odorization, as well as the prospects for producing them from local raw materials. Issues concerning the prevailing reliance on imported odorants in Uzbekistan—along with aspects such as economic efficiency, environmental safety, storage stability, and the automation of production processes—were examined. The study investigated the physicochemical properties, sulfur content, and applicability within gas distribution networks of key odorants, such as tetrahydrothiophene, ethyl mercaptan, and tert-butyl mercaptan. Furthermore, the technological potential for deriving import-substituting odorant components from sulfur-containing compounds and mercaptan fractions generated during oil refining processes was highlighted. The mechanisms underlying the conversion of mercaptans into sodium mercaptides in an alkaline environment and their subsequent oxidation to form disulfide compounds were also analyzed.

References

1.А.М. Мазгаров, А.Ф. Вильданов, Ф.А. Коробков, Т.И. Комлева, И.К. Хрущева, А.И. Набиев. Промысловая очистка нефтей от сероводорода и меркаптанов. Казань, Россия ОАО «ВНИИУС». OIL REFINING.с 73-76.

2. Majdodin, Nahal; Baniyaghoob, Sahar, Tahvildari, Kambiz, Vahid, Amir. A Comprehensive Review of Classic and Modern Natural Gas Odorants Iran. J. Chem. Chem. Eng. (IJCCE) Review Article Vol. 43, No. 7, 2024. 2831-2854.

3. Тиллоева Ш. Ф. Mechanism for obtaining imported substitute odorant based on domestic raw materials. Universum: Технические Науки. Выпуск: 5(110) Май 2023 Часть 8. Москва 2023.стр.37-40

THE PROCESS OF SELECTING ABSORBERS FOR PURIFYING GASES FROM SULFUR COMPOUNDS

Sharipov Kakhramon Kandiyorovich[1], Tilloeva Shakhnoza Fakhritdinovna[2]
Republic of Uzbekistan, Bukhara. Bukhara State Technical University
tilloyeva93@mail.ru

Abstract. This study examines the selection and application of absorbents for the removal of sulfur-containing and acidic components from natural gas. Particular attention is given to chemical absorption processes based on monoethanolamine (MEA), diethanolamine (DEA), diglycolamine (DGA), and alkaline absorbents. The study analyzes the technological principles of gas purification, including absorption, regeneration of the saturated absorbent, separation of acid gas streams, and subsequent sulfur recovery. Among the considered absorbents, monoethanolamine is identified in the studied process as a highly reactive and chemically stable reagent with effective absorption characteristics and relatively favorable economic performance. The analysis also considers the influence of hydrogen sulfide (H_2S) and carbon dioxide (CO_2) on gas quality and equipment operation, particularly their contribution to corrosion under the presence of moisture. The results indicate that appropriate selection of absorbent composition and operating conditions is essential for improving purification efficiency and maintaining the required quality of treated natural gas. The integration of absorption-regeneration technology with sulfur recovery based on the Claus process provides a technological pathway for processing acid gas streams and obtaining elemental sulfur. The findings can be used as a basis for improving gas purification systems and selecting suitable absorption technologies for sulfur-containing natural gas.

Keywords: natural gas; sulfur compounds; hydrogen sulfide; carbon dioxide; chemical absorption; monoethanolamine; diethanolamine; diglycolamine; absorbent selection; gas purification; regeneration; acid gas; sulfur recovery; Claus process.

Аннотация. В данной работе рассматриваются вопросы выбора и применения абсорбентов для удаления серосодержащих и кислых компонентов из природного газа. Особое внимание уделено процессам химической абсорбции с использованием моноэтаноламина (МЭА), диэтаноламина (ДЭА), дигликоламина (ДГА) и щелочных абсорбентов. Проанализированы технологические принципы очистки газа, включая стадии абсорбции, регенерации насыщенного абсорбента, разделения потоков кислых газов и последующего извлечения серы. Среди рассмотренных абсорбентов моноэтаноламин выделен как высокореакционноспособный и химически стабильный реагент, обладающий эффективными абсорбционными свойствами и относительно благоприятными экономическими показателями. Также проанализировано влияние сероводорода (H_2S) и диоксида углерода (CO_2) на качество газа и работу оборудования, в частности их вклад в развитие коррозионных процессов при наличии влаги. Результаты исследования свидетельствуют о том, что правильный выбор состава абсорбента и условий эксплуатации имеет решающее значение для повышения эффективности очистки и обеспечения требуемого качества очищенного природного газа. Интеграция технологии абсорбции-регенерации с процессом извлечения серы (методом Клауса) обеспечивает технологическую возможность переработки потоков кислых газов и получения элементарной серы. Полученные выводы могут служить основой для совершенствования систем очистки газа и выбора оптимальных абсорбционных технологий для обработки серосодержащего природного газа.

Ключевые слова: природный газ, серосодержащие соединения, сероводород, диоксид углерода, химическая абсорбция, моноэтаноламин; диэтаноламин, дигликоламин, выбор абсорбента, очистка газа, регенерация, кислые газы, извлечение серы, процесс Клауса.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tabiiy gazdan oltingugurt birikmalari va kislotali komponentlarni tashlash uchun absorbentlarni tanlash va qo'llash masalalari ko'rib chiqiladi. Gazni tozalashning jarayon tamoyillari, jumladan, absorbsiya bosqichlari, absorbentni regeneratsiya qilish,

kislotali gaz oqimlarini ajratish va keyinchalik oltingugurtni qayta tiklash tahlil qilinadi. Tekshirilgan absorbentlar orasida monoetanolamin samarali absorbsiya xususiyatlariga va nisbatan qulay iqtisodiy ko'rsatkichlarga ega yuqori reaktiv va kimyoviy jihatdan barqaror reagent sifatida ajralib turadi. Vodorod sulfidi (H_2S) va karbonat angidrid (CO_2) ning gaz sifati va uskunalarning ishlashiga ta'siri, xususan, ularning namlik mavjud bo'lganda korroziya jarayonlarini rivojlantirishga qo'shgan hissasi ham tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, absorbent tarkibi va ish sharoitlarini to'g'ri tanlash tozalash samaradorligini oshirish va tozalangan tabiiy gazning kerakli sifatini ta'minlash uchun juda muhimdir. Absorbsiya-regeneratsiya texnologiyasini Claus usulida oltingugurtni qayta tiklash jarayoni bilan integratsiyalash kislotali gaz oqimlarini qayta ishlash va elementar oltingugurtni qayta tiklash imkonini beradi. Ushbu gazni tozalash tizimlarini takomillashtirish va oltingugurt tutgan tabiiy gazni qayta ishlash uchun optimal yutilish texnologiyalarini tanlash uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Kalit so'zlar: tabiiy gaz, oltingugurt birikmalari, vodorod sulfid, karbonat angidrid, kimyoviy absorbsiya, monoetanolamin, dietanolamin, diglikolamin, yutuvchi tanlash, gazni tozalash, regeneratsiya, kislota gazlari, oltingugurtni qayta tiklash, Klaus jarayoni.

Introduction. The oil and gas industry occupies an important place in the economy of our country. This industry is not only an energy source, but also the main raw material base for the production of polymers, organic chemicals, and nitrogen-containing mineral fertilizers necessary for many industries.

Experimental part. In many natural gas fields, the gas contains sulfur compounds and carbon dioxide, which are called sulfurous gases. The sulfur compound is a catalyst in gas processing. Hydrogen gas sulfide and carbon dioxide CO_2 in the presence of water in power engineering, energy transmission equipment, and compressor machines cause corrosion. When they are present, hydration accelerates.Sulfur components were used if they were present.The composition of the gas is subject to high requirements. Currently, the permissible amount of hydrogen sulfide H_2S in natural gas is 5.7 mg/m^3, total sulfur not more than 50 mg/m^3, carbon dioxide CO_2 gas. sum not more than 2%. Natural gas sulfur components are primarily intended for the production of sulfur. H_2S is the main raw material.

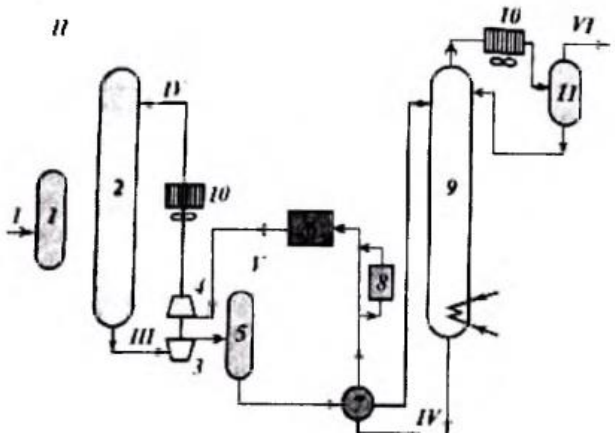
Below are the traditional methods of purifying large volumes of gases, the processes include:

1) production of acid components, production of purified gas:
2) processing of sulfur gases into sulfur;
3) cleaning or burning of exhaust gases;
4) cleaning from burning gases.

To obtain high-component natural gas, predominantly absorption regenerative processes are maintained. The aqueous mixture of absorbents is maintained during chemical absorption processes. Monoethanolamine, diethanolamine, diglycolamine, and alkali metals were used as chemical absorbers.The monoethanolamine process with absorbers is characterized by high reactivity. The reagent is high, it is chemically resistant, its effectiveness is high, and its price is much lower than that of other reagents. Sulfurous and acidic carbon dioxide gases of monoethanolamine mutually influence the reaction through equations in the following equation can be expressed as:

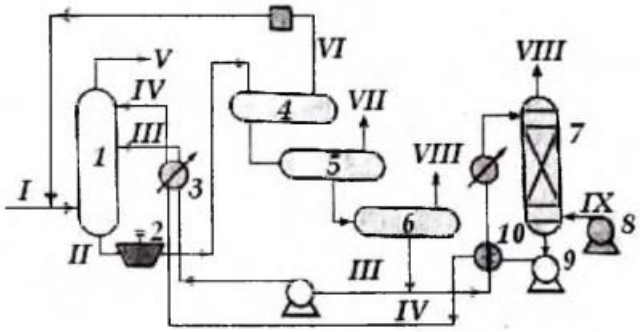
$$2C_2H_2ONH_2 + H_2S \ [(C_2H_5 + O)N]_2 * S$$

$$2C_2H_5ONH_2 + H_2O + CO_2 \ [(C_2H_5 + ONH_3)] * CO_3$$



Purification of natural gas by chemical absorption device diagram:
Access to separator 1; 2 - absorber; 3-hydroturbine; 4-pump; 5-ventilator; sigMm is transferred to the 6th interval; 7-heat exchanger; 8-tllr; 9-desorber; 10-air cooler; 11-retlex separator;I-raw gas; II-purified gas; III-saturated absorbent;IV-regenerated dust absorption; V-ventilated gas; Vl - acidic gas.

To prevent equipment corrosion, the monoethanolamine water mixture content in the solution should not exceed 15-20%. Sulfurous gases in the natural gas flow with a physical absorbent are classified and quickly absorb oil into the absorber circulation,192 with low energy consumption, small dimensions, and the simplicity of the equipment. The composition of the gas entering the melting furnaces depends on the temperature and pressure, which also takes into account the requirements for subsequent processing and purification of the gas. The second process of natural gas purification includes sulfur. Large quantities of natural gas During the flow treatment, various modifications of the Claus process were used. This is atmospheric oxygen with hydrogen sulfide, which enters during the absorption process of the regeneration column.



Device for physical absorption drying of gas scheme:
1-absorbent; 2-expander; 3-refrigerator; 4.5 and 6 first, second and third-stage ventilators; 7th evaporation column; 8. air. sprayer; 9th pump; 10-heat exchanger;
I - incoming gas; II-saturated absorbent; III-coarse-generated absorbent; The absorbent was formed in May IV; B - purified gas; Bl-recycling gas, Bl-ventilated medium-pressure gas; VIII - High-sulfur gas; IX-air or inert gas.

The Claus reaction proceeded in two stages. The results show that at high temperatures, some hydrogen sulfide burns and sulfur oxide is formed.

$$2H_2S + 3O_2 \leftrightarrow 2SO_2 + 2H_2O + 520 \text{ k Dj}$$
$$4H_2S + 2SO_2 \leftrightarrow 4H_2O + 6S + 105 \text{ k Dj.}$$
$$6H_2S + 3O_2 \leftrightarrow 2H_2O + 6S + 625 \text{ k Dj.}$$

Results and discussion. As a result, very high temperature and non-catalytic combustion by air yields 60% sulfur yield. High-temperature burning and thermal utilization of burned products or several Claus catalytic neutralizers is established, i.e., the remaining hydrogen sulfide interacts with oxygen. Sulfur oxide was obtained by reaction.The result of this research is the acidic components of the gas.The process is obtained, and then sulfur production is fed into the device, the saturated absorbent is regenerated, and an acid gas stream was obtained.

Conclusion. In conclusion, absorbents for the removal of sulfur compounds and acidic components from natural gas were selected, and aspects of their application were examined. The principles of the gas purification process were analyzed, including the stages of absorption, absorbent regeneration, acid gas stream separation, and subsequent sulfur recovery. Among the tested absorbents, monoethanolamine stands out as a highly reactive and chemically stable reagent with effective absorption properties and relatively favorable economic indicators. The impact of hydrogen sulfide (H_2S) and carbon dioxide (CO_2) on gas quality and equipment performance was also analyzed, particularly their contribution to corrosion processes in the presence of moisture.

References

1. Петин А.В. СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В НЕФТИ. Форум молодых ученых 11(15)2017. http:/forum-nauka.ru.759-765

2. Козырев О. Н., Багдасарян Т. Н. Современные методы очистки газовых конденсатов от сернистых соединений // Научные высказывания. 2025. №8 (76). С. 43-49. URL:

3. Мазгаров А.М. Технологии очистки сырой нефти и газоконденсатов от сероводорода и меркаптанов/ А.М. Мазгаров, А.И.Набиев. – Казань: Казанский университет, 2015.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ Н-ГИДРОЛИЗОВАННЫХ ФОРМ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Очилов Абдурахим Абдурасулович[1], Ямалетдинова Айгуль Ахмадовна[2]

[1] Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан

e-mail: aygulsalieva1986@gmail.com

Аннотация. Исследован процесс гидролиза отходов полиакрилонитрила (ПАН) с целью получения функционализированных полимерных продуктов. Рассмотрено влияние продолжительности и температурных условий процесса на степень гидролиза, содержание амидных групп, кислотное число и содержание азота. Гидролиз проводили в присутствии 10%-ного раствора серной кислоты; состав продуктов оценивали по результатам химического анализа. Установлено, что увеличение продолжительности реакции сопровождается ростом степени гидролиза с 30 до 42 % и снижением содержания амидных групп с 0,739 до 0,587 ммоль/100 г. При исследовании температурного фактора степень гидролиза достигала 49 %. Зафиксировано увеличение кислотного числа и уменьшение содержания азота, что указывает на изменение функционального состава полимера. Результаты подтверждают возможность химической переработки отходов ПАН в функциональные материалы. Полученные продукты представляют интерес для дальнейшего изучения в качестве полимерных добавок, в том числе для нефтяной промышленности; их прикладная эффективность требует дополнительных испытаний.

Ключевые слова: полиакрилонитрил, отходы ПАН, гидролиз, функциональные группы, степень гидролиза, кислотное число.

Abstract. The hydrolysis of polyacrylonitrile (PAN) waste was investigated to obtain functionalized polymer products. The effects of reaction duration and temperature conditions on the degree of hydrolysis, amide-group content, acid value and nitrogen content were considered. Hydrolysis was carried out using a 10% sulfuric acid solution, and the products were evaluated by chemical analysis. Increasing the reaction duration raised the degree of hydrolysis from 30% to 42% and reduced the amide-group content from 0.739 to

0.587 mmol/100 g. Under the investigated temperature conditions, the degree of hydrolysis reached 49%. An increase in acid value and a decrease in nitrogen content indicated changes in the polymer's functional composition. The results demonstrate the potential for chemical recycling of PAN waste into functional materials. The products may be of interest for further evaluation as polymer additives, including those intended for the petroleum industry; their practical performance requires additional testing.

Keywords: polyacrylonitrile, PAN waste, hydrolysis, functional groups, degree of hydrolysis, acid value.

Annotatsiya. Poliakrilonitril (PAN) chiqindilarini funksional polimer mahsulotlarini olish maqsadida gidrolizlash jarayoni o‘rganildi. Jarayon davomiyligi va harorat sharoitlarining gidroliz darajasi, amid guruhlari miqdori, kislota soni hamda azot miqdoriga ta’siri ko‘rib chiqildi. Gidroliz 10% li sulfat kislota eritmasida olib borildi, mahsulotlar esa kimyoviy tahlil asosida baholandi. Reaksiya davomiyligi ortishi bilan gidroliz darajasi 30% dan 42% gacha oshib, amid guruhlari miqdori 0,739 dan 0,587 mmol/100 g gacha kamayishi aniqlandi. O‘rganilgan harorat sharoitlarida gidroliz darajasi 49% ga yetdi. Kislota sonining ortishi va azot miqdorining kamayishi polimerning funksional tarkibi o‘zgarishini ko‘rsatdi. Natijalar PAN chiqindilarini funksional materiallarga kimyoviy qayta ishlash imkoniyatini tasdiqlaydi. Olingan mahsulotlar, jumladan, neft sanoati uchun polimer qo‘shimchalar sifatida keyingi tadqiqotlarga qiziqish uyg‘otadi; ularning amaliy samaradorligi qo‘shimcha sinovlarni talab etadi.

Kalit so‘zlar: poliakrilonitril, PAN chiqindilari, gidroliz, funksional guruhlar, gidroliz darajasi, kislota soni.

Введение. Рациональное использование полимерных отходов является важной задачей ресурсосбережения и экологически ориентированного производства. Полиакрилонитрил (ПАН), широко применяемый в промышленности, характеризуется высокой химической устойчивостью, что затрудняет его повторное использование без предварительной модификации. Одним из способов изменения свойств ПАН является гидролиз, при котором нитрильные группы преобразуются в амидные и карбоксильные. Такие функциональные группы могут повышать реакционную способность полимера и расширять возможности его дальнейшего применения. Особый интерес представляет переработка отходов ПАН в материалы, потенциально пригодные для создания функциональных добавок. Цель работы — исследовать закономерности гидролиза отходов ПАН и оценить влияние параметров процесса на функциональный состав и степень превращения полимера. Исследования показывают, что Н-гидролизованные формы полимеров, получаемые из ПАН, могут эффективно снижать вязкость и предотвращать кристаллизацию парафинов, что крайне важно для обеспечения бесперебойной транспортировки нефти, особенно в холодных условиях. Это делает их перспективными кандидатами для использования в составах депрессорных композиций, которые находят применение на различных этапах нефтедобычи и нефтепереработки.

Таким образом, исследование и разработка новых методов получения и применения Н-гидролизованных форм полимеров из ПАН становится актуальным направлением на стыке химии, материаловедения и нефтяной промышленности, открывая новые возможности для инновационной утилизации отходов и улучшения экологической безопасности производственных процессов.

Материалы и методы. В качестве сырья использовали отходы ПАН от ООО «НавоийАЗОТ», представленные текстильными волокнами и пучками. Это линейный полимер с молекулярной массой более 30 000 г/моль, плотностью 1,14-1,15 г/см³ и температурой плавления до 220 °C. Он отличается высокой прочностью, низкой растворимостью, хорошей атмосферостойкостью и сравнительной устойчивостью к химическим воздействиям. В сравнении с техническим ПАН отходы менее гигроскопичны (9-10% против 15%) и имеют влагопоглощение 0,9-1,0% при 20 °C и относительной влажности 41%. Гидролиз проводили с использованием 10%-ного раствора серной кислоты в

трёхгорлой колбе с обратным холодильником и механической мешалкой; инертную атмосферу обеспечивали азотом. Измельчённый ПАН вводили при соотношении сырья и раствора кислоты от 1:5 до 1:10. Смесь предварительно нагревали до 50 °C, затем температуру повышали до 90 °C. Продолжительность реакции варьировали от 1 до 6 ч. После завершения процесса смесь охлаждали, нейтрализовали раствором гидрокарбоната натрия до нейтрального pH, очищали и сушили продукт при 50–60 °C до постоянной массы. Содержание азота определяли методом Кьельдаля; также измеряли кислотное число и содержание амидных групп. Степень гидролиза использовали как показатель глубины превращения.

Результаты и обсуждение. Экспериментальные данные показали, что продолжительность гидролиза существенно влияет на химические характеристики ПАН. При 70 °C содержание азота в течение первого часа уменьшилось с 26,1 до 14,476 г/100 г, а к пятому часу достигло 11,91 г/100 г. Одновременно кислотное число увеличивалось: к концу второго часа оно составляло 28,93, а к пятому часу — 34,497. Такая динамика согласуется с накоплением кислых функциональных групп в ходе химической модификации.

При увеличении продолжительности процесса от 1 до 5 ч степень гидролиза возросла с 30 до 42 %, тогда как содержание амидных групп снизилось с 0,739 до 0,587 ммоль/100 г. При исследовании температурного фактора степень гидролиза увеличивалась от 29 до 49 %, а содержание амидных групп уменьшалось с 0,660 до 0,550 ммоль/100 г. Следовательно, изменение временных и температурных условий позволяет регулировать глубину гидролиза и функциональные характеристики продукта. Анализ состава гидролизованных форм полиакрилонитрила (ПАН) в зависимости от продолжительности гидролиза показывает, что содержание нитрильных групп (-CH_2-CH(CN)) остаётся постоянным на протяжении всего процесса, с относительным значением, равным единице. Это свидетельствует о том, что основной каркас полимера сохраняется неизменным, а изменения в структуре происходят за счёт модификации функциональных групп.

Таблица 1. Соотношение каждого соединения в гидролизованном ПАН

T*, ч	(-CH_2-CH(CN))	(-CH_2-CH($CONH_2$))	(-CH_2-CH(COOH))
1	1	1,502	2,505
2	1	1,748	2,247
3	1	1,951	2,051
4	1	2,273	2,272
5	1	2,335	2,225

*-*продолжительность гидролиза.*

Содержание амидных групп (-CH_2-CH($CONH_2$)) увеличивается с увеличением продолжительности гидролиза. На первом часе их соотношение составляет 1,502 относительно нитрильных групп, что указывает на начальный этап преобразования нитрильных групп в амидные. По мере увеличения продолжительности гидролиза доля амидных групп возрастает, достигая максимального значения 2,335 на пятом часу. Это свидетельствует о прогрессирующем процессе гидролиза нитрильных групп с образованием амидных соединений.

Содержание карбоксильных групп (-CH_2-CH(COOH)), напротив, демонстрирует нелинейную динамику. На первом часу гидролиза их соотношение составляет 2,505, что указывает на начальное

образование карбоксильных групп. Однако с увеличением времени до третьего часа наблюдается снижение их содержания до 2,051. Это может быть связано с конкуренцией между образованием амидных и карбоксильных групп или вторичными реакциями. После третьего часа содержание карбоксильных групп вновь возрастает, достигая 2,272 на четвёртом часу, а затем слегка уменьшается до 2,225 на пятом часу, что указывает на стабилизацию процессов преобразования.

Анализ соотношения функциональных фрагментов свидетельствует об изменении содержания нитрильных, амидных и карбоксильных групп при сохранении основного полимерного каркаса. Полученные результаты обосновывают перспективность дальнейшего изучения гидролизованных форм ПАН как сырья для функциональных полимерных материалов. При этом применение в нефтяной промышленности, включая использование в качестве депрессорных добавок, должно подтверждаться отдельными испытаниями реологических и низкотемпературных свойств.

Заключение. Установлено, что гидролиз является перспективным методом химической модификации отходов полиакрилонитрила. Продолжительность и температурные условия процесса влияют на степень гидролиза, содержание амидных групп, кислотное число и содержание азота. В исследованных режимах степень гидролиза достигала 42 % при увеличении времени реакции до 5 ч и 49 % при изменении температурных условий. Результаты показывают возможность регулирования функционального состава продуктов и создания предпосылок для получения новых полимерных материалов из промышленных отходов. Дальнейшая работа должна быть направлена на оптимизацию процесса и экспериментальную проверку эксплуатационных свойств полученных продуктов.

Список литературы

1. Krentsel L. B., Kudryavtsev Y. V., Rebrov A. I. et al. Acidic Hydrolysis of Polyacrylonitrile: Effect of Neighboring Groups // Macromolecules. — 2001. — Vol. 34. — P. 5607–5610.

2. Sun M. et al. Polyene-Free Photoluminescent Polymers via Hydrothermal Hydrolysis of Polyacrylonitrile in Neutral Water // ACS Macro Letters. — 2020. — Vol. 9, No. 9. — P. 1403–1408.

3. Jassal M. et al. Hydrolyzed Poly(acrylonitrile) Electrospun Ion-Exchange Fibers // Environmental Engineering Science. — 2014. — Vol. 31, No. 6. — P. 288–299

ADSORPTION OF LAYER WATERS FROM ORGANIC MATTER METHOD CLEANING ANALYSIS

Bokieva Shakhnoza Komilovna, Associate Professor of the department
of Oil and gas engineering, Republic of Uzbekistan, Bukhara state technical university
E-mail: shahnozab86@gmail.com
Khamraeva Laylo Rahmatiloevna, Lecturer of the department
of Oil and gas engineering, Republic of Uzbekistan, Bukhara state technical university
Sharipov Kakhramon Kandierovich, Associate Professor of the department
Oil and gas business, Republic of Uzbekistan, Bukhara state technical university

Annotation. This article discusses the issues of treating formation water generated in the oil and gas industry. It is noted that the formation waters contain petroleum products, hydrocarbons, mechanical impurities, heavy metals, dissolved gases, salts, and other organic and inorganic pollutants. These contaminants negatively affect the environmental safety of water, requiring it to be thoroughly purified before it can be reused and used in pressure maintenance processes. The article considers the possibilities of using pyrolysis-based adsorbents, along with physical, chemical, and

biological purification methods. An approach to determining surface tension by the stalagmometric method is presented to assess the efficiency of the adsorption process. The experiment of purifying formation water using activated carbon and the conditions for achieving equilibrium are also described. The relevance of creating a modular device for obtaining new types of carbon adsorbents based on local raw materials and for purifying formation waters from mechanical particles and hydrocarbon residues is substantiated. The proposed approach can reduce the need for imported adsorbents, increase technological and economic efficiency, rationalize the use of water resources, and ensure the environmental safety of oil and gas enterprises.

Keywords: associated water, waste water, crude oil, heavy metals, hydrocarbons, physical, chemical, hydrocarbons, saline solution, heavy metals, biological, pyrolysis, adsorbent, saline, radioactive materials.

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz sanoatida hosil bo‘ladigan qatlam suvlarini tozalash masalalari ko‘rib chiqiladi. Qatlam suvlari tarkibida neft mahsulotlari, uglevodorodlar, muallaq qattiq zarrachalar, og‘ir metallar, erigan gazlar, tuzlar hamda boshqa organik va noorganik ifloslantiruvchi moddalar mavjud bo‘lishi mumkin. Mazkur ifloslantiruvchi moddalar suv sifati va ekologik xavfsizlikka salbiy ta’sir ko‘rsatishi sababli, suvni qayta ishlatish yoki qatlam bosimini saqlash jarayonlarida qo‘llashdan oldin uni chuqur tozalash talab etiladi. Maqolada an’anaviy fizik, kimyoviy va biologik tozalash usullari bilan bir qatorda, piroliz asosida olingan adsorbentlardan foydalanish imkoniyatlari ham ko‘rib chiqiladi. Adsorbsiya jarayonining samaradorligini baholash uchun stalagmometrik usul yordamida sirt tarangligini aniqlashga asoslangan yondashuv keltirilgan. Shuningdek, faollashtirilgan ko‘mir yordamida qatlam suvlarini tozalash bo‘yicha o‘tkazilgan tajriba hamda adsorbsiya muvozanatiga erishish uchun zarur shartlar bayon etilgan. Bundan tashqari, mahalliy xomashyolar asosida yangi turdagi uglerodli adsorbentlarni olish va qatlam suvlarini muallaq zarrachalar hamda uglevodorod qoldiqlaridan tozalashga mo‘ljallangan modulli qurilmani ishlab chiqishning dolzarbligi asoslab berilgan. Taklif etilayotgan yondashuv import qilinadigan adsorbentlarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish, texnologik va iqtisodiy samaradorlikni oshirish, suv resurslaridan oqilona foydalanish hamda neft-gaz korxonalarining ekologik xavfsizligini ta’minlashga xizmat qilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: qatlam suvi, hamroh suv, oqava suv, xom neft, uglevodorodlar, og‘ir metallar, fizik tozalash, kimyoviy tozalash, biologik tozalash, piroliz, adsorbent, faollashtirilgan ko‘mir, adsorbsiya, sirt tarangligi, erigan tuzlar.

Аннотация.В данной статье рассматриваются вопросы очистки пластовых вод, образующихся в нефтегазовой промышленности. В составе пластовых вод могут присутствовать нефтепродукты, углеводороды, механические примеси, тяжелые металлы, растворенные газы, соли, а также другие органические и неорганические загрязняющие вещества. Данные загрязнители оказывают негативное воздействие на качество воды и экологическую безопасность, в связи с чем перед повторным использованием воды или ее применением в процессах поддержания пластового давления требуется проведение глубокой очистки. В статье рассматриваются традиционные физические, химические и биологические методы очистки, а также возможности применения адсорбентов, полученных на основе пиролиза. Для оценки эффективности процесса адсорбции представлен подход, основанный на определении поверхностного натяжения сталагмометрическим методом. Также описаны результаты эксперимента по очистке пластовой воды с использованием активированного угля и условия достижения адсорбционного равновесия. Кроме того, обоснована актуальность получения новых видов углеродсодержащих адсорбентов на основе местного сырья и разработки модульной установки для очистки пластовых вод от механических примесей и остатков углеводородов. Предлагаемый подход позволит снизить потребность в импортных адсорбентах, повысить технологическую и экономическую эффективность, обеспечить рациональное использование водных ресурсов и повысить экологическую безопасность нефтегазовых предприятий.

Ключевые слова: пластовая вода, попутная вода, сточные воды, сырая нефть, углеводороды, тяжелые металлы, физическая очистка, химическая очистка, биологическая очистка, пиролиз, адсорбент, активированный уголь, адсорбция, поверхностное натяжение, растворенные соли.

Currently, most oil fields around the world are in the final stages of development, which requires extensive use of reservoir pressure maintenance methods. Along with traditional methods, secondary and tertiary methods are used to increase oil recovery in oil fields. This, in turn, leads to an increase in the demand for water injected into the reservoir and stricter requirements for its quality indicators. Therefore, the purification of reservoir water extracted with oil from oil, mechanical impurities, etc. It is relevant not only from an economic point of view, but also for environmental protection.

There is an alarming global concern about water scarcity, especially in arid regions, and the sustainable use of water, as outlined in the United Nations 2030 Sustainable Development Goals. Reservoir water is wastewater generated as a byproduct of oil exploration and exploitation. It is a complex mixture with a large amount of organic (hydrocarbons) and inorganic (heavy metals, sulfides) pollutants. A large volume of associated water has been produced as a result of extensive industrialization and growing energy needs. PVS include organic and inorganic pollutants such as oil, heavy metals, aliphatic hydrocarbons, and radioactive materials. An increase in the volume of pollutants worldwide can lead to irreversible damage to the environment due to the complex nature of pollutants. Several traditional purification methods are available for reservoir and wastewater treatment, including physical, chemical, and biological methods that can reduce environmental damage.

Wastewater generated in the oil and gas sector is one of the main environmental problems. Various methods are used to purify the resulting wastewater. In this paper, an attempt is made to purify industrial saline wastewater from the oil and gas industry using a combination of pyrolyzed adsorbents.

Most organic substances in wastewater have the property of reducing the surface tension of water, so this property can be used to find the amount of organic substances in water.

Surface tension (τ) is the free energy of most of the surface separating the gas from the liquid per 1sm2 surface. Such a separating surface is caused by the inequality of forces acting on a molecule that is within the volume of a liquid, and forces acting on molecules at the boundary between the liquid and the gas that are in contact with each other. One of the methods that allows you to determine surface tension is the stalagmometric method.

The middle part of the stalagmometer consists of an extended glass tube with measuring mark lines on both ends. The lower part of the nail is thin, that is, it is stretched into a capillary. Figure 1 to find (τ), the lower end of the stalagmometer is immersed in a liquid and sucks liquid into it from the line mark to higher; the stalagmometer is fixed strictly vertically, and the liquid in the volume of the line spacing of both characters is dropped drop-by-drop, counting how many drops fell.

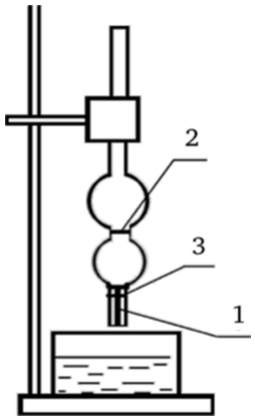


Figure-1. Stalagmometer

Hydrocarbon deposits are placed in a flask (0.5 - 1.5) g of adsorbent activated charcoal with a sample of layer water-it is thoroughly shaken and stirred and kept calm for 20-30 minutes so that a balance is formed in the solution. Then the activated charcoal mixed layer is filtered out of the water and the value of the solution that has reached equilibrium is found in the method described above

In this article, industrial wastewater management has gained great importance among researchers. In the oil and gas industry, reservoir water is a term used to refer to wastewater that is released as a byproduct during crude oil and gas exploration. Reservoir water generated during drilling and processing of oil and gas is one of the largest waste streams. This is salt water trapped in underground formations that can be brought to the surface during oil and gas production. OPW processing was required to comply with recycling standards or to improve end-use. The composition of OPW varies from one well to another depending on the geographical conditions and the quality of the oil produced. OPW is usually a saline solution with a high content of dissolved solids (TDS) and contains many dangerous organic and inorganic compounds. dissolved gases, heavy metals, and naturally occurring radioactive materials.

It is important to note that to date, no scientific research has been carried out on the development of technology for the production of new types of carbon adsorbents based on local raw materials and the creation of a modular installation for the purification of reservoir waters of oil and gas fields from mechanical particles and hydrocarbon residues. The use of imported products in the preparation of reservoir waters for injection into productive formations leads to an increase in the cost of the process. Solving the problems of creating a technology for purifying the reservoir waters of oil fields to the required level for injection into productive formations using a modular installation and producing adsorbents based on local raw materials will improve the technical and economic performance in this area.

References:

1. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод химической промышленности. Л.: Химия. 1997. – 463 с.
2. А.Г. Баландина, Р.І. Хангильдин, В. А. Мартяшева, IV Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы для молодежи" экологические проблемы нефтедобычи-2014". Нефтегазовый бизнес. Уфа, 2014. Стр. 111.
3. Бокиева, Ш. К., Тошев, Ш. Ш., Дустов, Х. Б. (2021). Исследования химических методов очистки нефтепромысловых сточных вод. *Scientific progress*, *1*(6), 904-908.
4. Bokiyeva, S. K., Do'stov, H. B., Sattorov, M. O. (2021). Neftni tayyorlash qurilmalari oqova suvlarini neft va mexanik zarrachalardan tozalash usullari. *Science and Education*, *2*(4), 150-156.
5. Bokiyeva, S. K., Ortiqova, M. O. Q. (2022). Characteristics of purification of wastewater from petroleum products. *Science and Education*, *3*(4), 227-231.
6. Bokiyeva, S. K., Ortiqova, M. O. Q. (2022). The relationship between the phase equilibrium of a gas and a glycolic solution. *Science and Education*, *3*(4), 405-408.
7. Bokiyeva, S. K., Savriyev, M. S., Sattorov, M. O. (2021). Konni ishlatish davrida oqova suvlarni tozalash sxemalari. *Scientific progress*, *1*(6), 893-900.
8. Бакиева, Ш. К., Жахонов, Х. Д. (2019). Анализ особенностей фазового равновесия между газом и абсорбентом. Теория и практика современной науки, (3), 46-48.

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ И ПЛАСТОВЫХ ВОД

Бокиева Шахноза Комиловна доцент кафедры
“Нефтегазовое дело”, Республика Узбекистан, г.Бухарский
государственные технического уневерситета
E-mail: shahnozab86@gmail.com
Обидов Шавкиддин Шарофиддинович инженер геолог Республика Узбекистан,
Бухарской «Амирабадская промыслово-геофизическая экспедиция»
“Нефтегазовое дело”, Республика Узбекистан, г.Бухарский
государственные технического уневерситета

Аннотация. В данной работе предпринята попытка очистки промышленных сточных вод нефтегазовой промышленности с использованием комбинации пиролизированного адсорбентов очистка этих сточных вод требует инженерных разработок, которые могут обеспечить комплексные, надежные, эффективные и оптимизируемые решения. В данной работе рассматривается вопрос эффективной очистки промышленных, сточных и пластовых вод, образующихся в нефтегазовой отрасли. Основная цель исследований-совершенствование эффективных методов очистки соленых вод, образующихся на нефтегазовых месторождениях, от углеводородов, механических примесей, тяжелых металлов и других загрязняющих компонентов. В работе обоснована необходимость дефицита водных ресурсов, сложного состава пластовых вод, а также их переработки и утилизации. Отмечено наличие в пластовых водах нефти, углеводородов, растворенных солей, тяжелых металлов, сульфидов, растворенных газов и природных радиоактивных веществ. Наряду с традиционными методами физической, химической и биологической очистки рассматривается возможность использования пиролизованных адсорбентов. Предложено получить новый тип углеродных адсорбентов на основе местного сырья и создать модульное устройство для очистки пластовых вод. Внедрение такой технологии позволит снизить потребность в импортной продукции, повысить технико-экономическую эффективность процесса очистки, а также достичь необходимых показателей качества для перекачки воды обратно в продуктивные пласты.

Ключевые слова: попутной воды, сточный воды, сырая нефть, тяжелые металлы, углеводороды, физические, химические, углеводороды, солевой раствор, тяжелые металлы, биологические, пиролиз, адсорбент, засоленные, радиоактивные материалы

Annotatsiya. Ushbu ishda neft-gaz sanoatida hosil bo‘ladigan sanoat oqava suvlarini piroliz asosida olingan adsorbentlar kombinatsiyasidan foydalanib tozalash masalasi ko‘rib chiqilgan. Mazkur oqava suvlarni tozalash kompleks, ishonchli, samarali va optimallashtirilishi mumkin bo‘lgan texnologik yechimlarni ta’minlaydigan muhandislik ishlanmalarini talab etadi. Tadqiqotda neft-gaz sanoatida hosil bo‘ladigan sanoat, oqava va qatlam suvlarini samarali tozalash masalalari o‘rganilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi neft-gaz konlarida hosil bo‘ladigan minerallashgan suvlarni uglevodorodlar, mexanik aralashmalar, og‘ir metallar va boshqa ifloslantiruvchi komponentlardan tozalashning samarali usullarini takomillashtirishdan iborat. Suv resurslarining tanqisligi, qatlam suvlarining murakkab tarkibi, shuningdek, ularni qayta ishlash va utilizatsiya qilish zarurati sharoitida samarali tozalash usullarini ishlab chiqish zarurligi asoslab berilgan. Qatlam suvlari tarkibida neft, uglevodorodlar, erigan tuzlar, og‘ir metallar, sulfidlar, erigan gazlar hamda tabiiy radioaktiv moddalar mavjudligi qayd etilgan. An’anaviy fizik, kimyoviy va biologik tozalash usullari bilan bir qatorda piroliz asosida olingan adsorbentlardan foydalanish imkoniyati ham ko‘rib chiqilgan. Mahalliy xomashyo asosida yangi turdagi uglerodli adsorbentlarni olish va qatlam suvlarini tozalash uchun modulli qurilma yaratish taklif etilgan. Mazkur texnologiyani joriy etish import qilinadigan mahsulotlarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish, tozalash jarayonining texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish, shuningdek, suvni mahsuldor qatlamlarga qayta haydash uchun zarur bo‘lgan sifat ko‘rsatkichlariga erishish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: qatlam suvi, hamroh suv, oqava suvlar, xom neft, og‘ir metallar, uglevodorodlar, mexanik aralashmalar, fizik tozalash, kimyoviy tozalash, biologik tozalash, piroliz, adsorbent, uglerodli adsorbent, minerallashgan suv, erigan tuzlar, sulfidlar, radioaktiv moddalar.

Annotation. This study investigates the treatment of industrial wastewater generated in the oil and gas industry using a combination of pyrolysis-derived adsorbents. The treatment of such wastewater requires engineering solutions capable of providing comprehensive, reliable, efficient, and optimizable treatment processes. The study addresses the effective treatment of industrial, wastewater, and formation waters generated in the oil and gas sector. The main objective of the research is to improve effective methods for treating saline waters generated at oil and gas fields to remove hydrocarbons, mechanical impurities, heavy metals, and other contaminants. The need to develop efficient treatment methods is substantiated by the shortage of water resources, the complex composition of formation waters, and the necessity for their treatment, recycling, and disposal. Formation waters may contain oil, hydrocarbons, dissolved salts, heavy metals, sulfides, dissolved gases, and naturally occurring radioactive substances. Along with conventional physical, chemical, and biological treatment methods, the possibility of using pyrolysis-derived adsorbents is considered. The study proposes the production of a new type of carbon-based adsorbents from locally available raw materials and the development of a modular unit for formation water treatment. The implementation of this technology can reduce dependence on imported products, improve the technical and economic efficiency of the treatment process, and achieve the required water quality parameters for reinjection into productive reservoirs.

Keywords: formation water, produced water, wastewater, crude oil, heavy metals, hydrocarbons, suspended solids, physical treatment, chemical treatment, biological treatment, pyrolysis, adsorbent, carbon-based adsorbent, saline water, dissolved salts, sulfides, radioactive substances.

Во всем мире в настоящее время большинство нефтяных месторождений находятся на заключительной стадии разработки, что требует широкого использования методов поддержания пластового давления. Наряду с традиционными методами для увеличения нефтеотдачи пластов в нефтяных месторождениях используются вторичные и третичные методы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению потребности в воде, закачиваемой в пласт, и ужесточению требований к ее качественным показателям. Поэтому очистка пластовой воды, добываемой вместе с нефтью, от нефти, механических примесей и др.

Наименование показателей	Значение показа-телей	Фракционный состав						Разгонка 10% фракции	
		°C	%	°C	%	°C	%		
Плотность эмульсии при 20^0C. g/cm^3	0.917	Н.к	152° C					10%	220 °C
		160	1	240	15	320	30	20%	275
Плотность нефти после освобож. воды 20^0C. g/cm^3	0.916	170	2	250	15	330	32	30%	320
		180	3	260	17	340	34	40%	-
		190	5	270	19	350	36	50%	-
Содержание свободной воды. %	отс	200	7	280	22	360	38	60%	-
		210	8	290	24			70%	-
Содержание связанной воды. %	0.6	220	10	300	26			80%	-
		230	11	310	28			90%	-
Серы общей. %	0.984								
Механич. примеси%	отс								

Содер-е асф-тенов %	8.852								
Содерж-е смол %	12.568					К.к	360°C		
Содер-е параф-ов %	5.256					Выход	42%		
Темп-ра вспышки в закрытом тигле^{0}C	42.0					Остаток	58%		
						Потери	0 %		
Темп-ра застывания^{0}C	-22.0								
Вязкость кинематич, мм^2/с при $t_{50°C}$	12.8007								
Вязкость динамич.,мПас	11.4822								

Испытаний нефти Северный Шуртан результаты испытаний

Сточные воды, образующиеся в нефтегазовом секторе, являются одной из основных экологических проблем. Для очистки образующихся сточных вод используются различные методы. В данной работе предпринята попытка очистки промышленных засоленных сточных вод нефтегазовой промышленности с использованием комбинации пиролизированного адсорбентов.

Существует тревожная глобальная обеспокоенность по поводу нехватки воды, особенно в засушливых регионах, и устойчивого использования воды, как указано в целях устойчивого развития Организации Объединенных Наций до 2030 года пластовая вода— это сточные воды, образующиеся как побочный продукт разведки и эксплуатации нефти. Он представляет собой сложную смесь с большим количеством органических (углеводороды) и неорганических (тяжелые металлы, сульфиды) загрязняющих веществ. Большой объем попутной воды (ПВ) был произведен в результате обширной индустриализации и растущих потребностей в энергии. ПВ включают органические и неорганические загрязнители, такие как нефть, тяжелые металлы, алифатические углеводороды и радиоактивные материалы. Увеличение объема ПВ во всем мире может привести к необратимому ущербу окружающей среде из-за сложной природы загрязняющих веществ. Для очистки пластовой и сточной воды доступно несколько традиционных методов очистки, включая физические, химические и биологические, которые могут уменьшить ущерб окружающей среде.

В этом статье управление промышленными сточными водами приобрело огромное значение среди исследователей. В нефтегазовой промышленности пластовая вода — это термин, используемый для обозначения сточных вод, которые выделяются как побочный продукт при разведке сырой нефти и газа. Пластовая вода, образующаяся при бурении и переработке нефти и газа, является одним из крупнейших потоков отходов. Это соленая вода, запертая в подземных пластах, которую можно вывести на поверхность при добыче нефти и газа. Обработка OPW требовалась для соблюдения стандартов утилизации или для улучшения конечного использования. Состав OPW различается от одной скважины к другой в зависимости от географических условий и качества добываемой нефти. OPW обычно представляет собой солевой раствор с высоким содержанием растворенных твердых веществ (TDS) и содержит множество опасных органических и неорганических соединений. растворенные газы, тяжелые металлы и природные радиоактивные материалы.

Важно отметить, что до настоящего времени не были проведены научно-исследовательские работы по разработке технологии получения новых видов углеродных адсорбентов на основе местного сырья и созданию модульной установки для очистки пластовых вод нефтегазовых месторождений от механических частиц и остатков

углеводородов. Применение импортных продуктов при подготовке пластовых вод для закачки в продуктивные пласты приводит к удорожанию процесса. Решение проблем создания технологии очистки пластовых вод нефтяных месторождений до требуемого уровня для закачки в продуктивные пласты с использованием модульной установки и получением адсорбентов на основе местного сырья позволит повысить технико-экономические показатели в этой области.

Список использованных литературы:

1. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод химической промышленности. Л.: Химия. 1997. – 463 с.
2. А.Г. Баландина, Р.І. Хангильдин, В. А. Мартяшева, IV Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы для молодежи" экологические проблемы нефтедобычи-2014". Нефтегазовый бизнес. Уфа, 2014. Стр. 111.
3. Бокиева, Ш. К., Тошев, Ш. Ш., Дустов, Х. Б. (2021). Исследования химических методов очистки нефтепромысловых сточных вод. *Scientific progress*, *1*(6), 904-908.
4. Bokiyeva, S. K., Do'Stov, H. B., Sattorov, M. O. (2021). Neftni tayyorlash qurilmalari oqova suvlarini neft va mexanik zarrachalardan tozalash usullari. *Science and Education*, *2*(4), 150-156.
5. Bokiyeva, S. K., Ortiqova, M. O. Q. (2022). Characteristics of purification of wastewater from petroleum products. *Science and Education*, *3*(4), 227-231.
6. Bokiyeva, S. K., Ortiqova, M. O. Q. (2022). The relationship between the phase equilibrium of a gas and a glycolic solution. *Science and Education*, *3*(4), 405-408.
7. Bokiyeva, S. K., Savriyev, M. S., Sattorov, M. O. (2021). Konni ishlatish davrida oqova suvlarni tozalash sxemalari. *Scientific progress*, *1*(6), 893-900.
8. Бакиева, Ш. К., Жахонов, Х. Д. (2019). Анализ особенностей фазового равновесия между газом и абсорбентом. Теория и практика современной науки, (3), 46-48.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Бабаев А.А., Яхяев Н.Ш., Сатторов М.О.

Узбекистан, Бухара, Бухарский государственный технический университет

Аннотация. В статье рассмотрены современные технологические и технические аспекты разработки газовых и газоконденсатных месторождений герметичным фонтанным способом от пласта до конечного потребителя. Основной целью исследования является повышение эффективности добычи углеводородов, снижение их потерь и рациональное использование пластовой энергии. Проанализированы три основных периода разработки месторождений: нарастающий, стабильный и падающий периоды добычи. Обоснована необходимость поддержания оптимального пластового давления на газоконденсатных месторождениях для предотвращения выпадения тяжелых углеводородов, в частности фракций C_5^+, в жидкую фазу. Рассмотрено влияние изменения пластового давления на продуктивность скважин, состав добываемой продукции и эффективность разработки залежей. Особое внимание уделено герметизированным системам сбора, подготовки и транспортировки газа и газоконденсатной продукции. Рассмотрены возможности применения цифрового моделирования, систем мониторинга и интеллектуального управления технологическими процессами. Использование цифровых моделей позволяет оперативно оценивать состояние пласта и выбирать рациональные режимы эксплуатации скважин. Интеллектуальные системы управления способствуют повышению коэффициента извлечения углеводородов, снижению эксплуатационных затрат и повышению надежности технологического оборудования. Предложенный комплексный подход имеет практическое значение для повышения эффективности, экологической безопасности и ресурсосбережения при разработке газовых и газоконденсатных месторождений.

Ключевые слова: газовое месторождение, газоконденсатное месторождение, герметичный фонтанный способ, пластовое давление, углеводороды, фракции C_5^+, газоконденсат, цифровое моделирование, интеллектуальные системы, коэффициент извлечения.

Annotatsiya. Ushbu maqolada gaz va gazkondensat konlarini qatlamdan pirovard iste'molchigacha germetik fontan usulida o'zlashtirishning zamonaviy texnologik va texnik jihatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi gaz va gazkondensat konlarini ishlatish jarayonida uglevodorodlarni qazib olish samaradorligini oshirish, uglevodorodlar yo'qotilishini kamaytirish hamda qatlam energiyasidan oqilona foydalanishdan iborat. Ishda konlarni ishlatishning ortib boruvchi, barqaror va kamayuvchi qazib olish bosqichlari tahlil qilingan. Gazkondensat konlarida qatlam bosimining pasayishi natijasida og'ir uglevodorodlarning, xususan, C_5^+ fraksiyalarning suyuq fazaga ajralib chiqishi va mahsuldorlikka salbiy ta'sir ko'rsatishi asoslangan. Shu sababli qatlam bosimini maqbul darajada saqlab turish va quduqlar ish rejimini boshqarish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan. Shuningdek, gazni germetik yig'ish, tayyorlash va uzatish tizimlarining texnik imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda raqamli modellashtirish, monitoring va intellektual boshqaruv tizimlaridan foydalanishning samaradorligi baholangan. Ushbu yondashuvlar uglevodorodlarni qazib olish koeffitsiyentini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash va konlarning ishlash muddatini uzaytirishga xizmat qiladi. Natijalar gaz va gazkondensat konlarini samarali hamda resurslarni tejovchi texnologiyalar asosida ishlatishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: gaz koni, gazkondensat koni, germetik fontan usuli, qatlam bosimi, uglevodorodlar, C_5^+ fraksiyalar, gazkondensat, raqamli modellashtirish, intellektual tizimlar, uglevodorodlarni qazib olish koeffitsiyenti.

Annotation. The article considers modern technological and technical aspects of developing gas and gas-condensate fields using a hermetically sealed flowing production method from the reservoir to the final consumer. The main objective of the study is to increase hydrocarbon recovery efficiency, reduce hydrocarbon losses, and ensure rational utilization of reservoir energy. Three main production periods are analyzed: increasing, stable, and declining production stages. The necessity of maintaining an optimal reservoir pressure in gas-condensate fields is substantiated to prevent the precipitation of heavy hydrocarbons, particularly C_5^+ fractions, into the liquid phase. The influence of reservoir pressure changes on well productivity, produced fluid composition, and overall field development efficiency is considered. Particular attention is paid to hermetically sealed systems for gas gathering, treatment, and transportation. The study also evaluates the application of digital modeling, monitoring systems, and intelligent control technologies in field development management. Digital models make it possible to assess reservoir conditions, optimize well operating parameters, and improve production management. The use of intelligent systems can contribute to increasing the hydrocarbon recovery factor, reducing operating costs, improving equipment reliability, and minimizing environmental impacts. The proposed integrated approach has practical significance for improving the efficiency, environmental safety, and resource efficiency of gas and gas-condensate field development. The results can be applied in designing and optimizing modern hydrocarbon production systems.

Keywords: gas field, gas-condensate field, hermetically sealed flowing production method, reservoir pressure, hydrocarbons, C_5^+ fractions, gas condensate, digital modeling, intelligent systems, recovery factor.

Введение. Газовые и газоконденсатные месторождения занимают важное место в обеспечении энергетических и промышленных потребностей, а повышение эффективности их разработки является одной из актуальных задач нефтегазовой отрасли. Особое значение приобретает рациональное использование пластовой энергии, снижение потерь углеводородов и обеспечение герметичности технологической цепочки от продуктивного пласта до конечного потребителя.

При разработке газоконденсатных залежей существенное влияние на эффективность добычи оказывает изменение пластового давления. По мере его снижения возможно выпадение тяжёлых углеводородов, включая фракции C_5^+, в жидкую фазу. Это может приводить к ухудшению фильтрационных характеристик призабойной зоны, снижению продуктивности скважин и уменьшению конечного коэффициента извлечения углеводородов. Поэтому управление пластовым давлением и выбор рациональных режимов эксплуатации скважин являются важными условиями эффективной разработки месторождений.

Современное развитие цифровых технологий позволяет повысить качество управления процессами добычи. Применение цифрового моделирования, систем непрерывного мониторинга и интеллектуальных алгоритмов создаёт возможность оперативно оценивать изменение состояния пласта и корректировать технологические параметры работы скважин.

Целью настоящего исследования является обоснование технологических и технических решений по эффективной разработке газовых и газоконденсатных месторождений герметичным фонтанным способом, направленных на снижение потерь углеводородов, рациональное использование пластовой энергии и повышение коэффициента извлечения углеводородов.

Материалы и методы. Современное развитие газовой промышленности напрямую зависит от эффективности систем разработки газовых и газоконденсатных месторождений. В условиях растущего энергопотребления и необходимости рационального использования природных ресурсов особое значение приобретает совершенствование технологий добычи, транспортировки и подготовки природного газа и конденсата.

Основная отличительная особенность разработки газовых и газоконденсатных месторождений от нефтяных заключается в том, что они, как правило, разрабатываются фонтанным способом, а вся система газоснабжения — от залежи до конечного потребителя — является полностью герметичной. Это создает возможность минимизировать потери углеводородов, обеспечить высокий уровень безопасности и оптимизировать энергетические затраты.

Разработка газовых и газоконденсатных месторождений представляет собой сложный и многоэтапный процесс, включающий технологические, технические и организационные аспекты. Современные подходы направлены на повышение коэффициента извлечения углеводородов, снижение потерь конденсата, рациональное использование энергии пласта и обеспечение устойчивого давления в процессе эксплуатации.

1. Классификация газовых и газоконденсатных месторождений

В соответствии с геолого-промысловыми и технологическими характеристиками газовые и газоконденсатные месторождения подразделяются на несколько типов.

По геологическому строению выделяют:

- месторождения сложного строения, характеризующиеся тектоническими нарушениями, неоднородностью коллекторов, изменчивостью литологического состава и фильтрационно-емкостных свойств;
- месторождения простого строения, в которых продуктивные пласты отличаются устойчивостью параметров по площади и по разрезу.

По количеству продуктивных горизонтов различают однопластовые и многопластовые месторождения, а по числу объектов разработки — однообъектные и многообъектные.

Эта классификация имеет важное значение для проектирования систем разработки, выбора схем дренирования, оптимального числа эксплуатационных и нагнетательных скважин, а также методов регулирования пластового давления.

2. Проектирование разработки месторождений

Разработка газовых и газоконденсатных месторождений осуществляется на основе технологического и технического проектов.

Технологический проект основан на геологических данных, включает расчетные показатели добычи, обоснование систем разработки и прогноз изменения пластовых

параметров. Он определяет стратегические направления использования месторождения с учетом ограничений экономического, экологического и технического характера.

Технический проект конкретизирует решения, предусмотренные технологическим проектом, содержит инженерные расчеты, схемы размещения промыслового оборудования, графическую документацию и оценку капитальных затрат.

Исходная информация для проектирования формируется на основе материалов геологоразведочных работ, промыслово-геофизических исследований и данных опытно-промышленной эксплуатации. Однако, учитывая высокую стоимость геологических изысканий, на практике нередко применяют метод поэтапного ввода залежей в разработку, что позволяет уточнять геолого-промысловые параметры в процессе эксплуатации.

3. Этапы эксплуатации газовых месторождений

Разработка газовых месторождений проходит три основных периода:

1. Период нарастающей добычи (опытно-промышленная эксплуатация, ОПЭ) – характеризуется увеличением годового отбора газа и расширением промысловой инфраструктуры. На данном этапе проводится уточнение характеристик пласта, оценка продуктивности скважин и отработка технологических режимов.
2. Период постоянной добычи – устанавливается стабильный уровень отбора газа при поддержании оптимального пластового давления. Этот период является наиболее продуктивным с точки зрения экономической эффективности.
3. Период падающей добычи – характеризуется снижением дебитов скважин и уменьшением пластового давления. На этой стадии принимаются меры по увеличению коэффициента извлечения газа, применяются компрессорные станции и методы поддержания давления.

Продолжительность каждого периода определяется совокупностью геолого-физических свойств пласта, плотностью сетки скважин, качеством обустройства промыслов и экономическими факторами.

4. Особенности разработки газоконденсатных месторождений

Газоконденсатные месторождения имеют специфическую особенность – при снижении давления ниже давления начала конденсации часть тяжелых углеводородов (C_5^+) выпадает в жидкую фазу и теряется в пласте. Для предотвращения этих потерь и повышения коэффициента извлечения конденсата применяется поддержание пластового давления, что позволяет сохранить равновесное состояние системы газ–жидкость.

В зависимости от применяемого режима эксплуатации различают:

- режим без поддержания пластового давления, когда газ и конденсат извлекаются одновременно, а часть конденсата теряется в пласте;
- режим с поддержанием давления, обеспечивающий более полное извлечение жидких углеводородов за счет закачки газа или воды в пласт.

Выбор режима определяется технико-экономическими расчетами, характеристикой залежи и наличием инфраструктуры для закачки газа или жидкости.

5. Совершенствование систем разработки

Современные тенденции в области разработки газовых и газоконденсатных месторождений направлены на комплексную оптимизацию всех звеньев технологической цепочки — от забоя скважины до магистрального трубопровода.

Основные направления совершенствования включают:

- внедрение интеллектуальных систем управления добычей и транспортировкой газа;
- использование цифровых моделей месторождений для прогнозирования изменения пластовых параметров;
- применение энергоэффективных компрессорных установок и систем утилизации попутного газа;
- отимизацию гидродинамических режимов скважин и контроль за выпадением конденсата в пласте;

- совершенствование методов мониторинга состояния коллектора и прогнозирования динамики давления.

Такие решения позволяют повысить коэффициент извлечения газа и конденсата, продлить срок эксплуатации месторождений и снизить экологическую нагрузку.

Совершенствование разработки газовых и газоконденсатных месторождений является ключевым направлением повышения эффективности газовой отрасли. Комплексный подход, основанный на современных технологиях моделирования, автоматизации и управлении режимами эксплуатации, обеспечивает более полное извлечение углеводородных ресурсов при минимальных энергетических и экологических затратах.

Опыт мировой практики показывает, что применение научно обоснованных технологий проектирования и эксплуатации позволяет увеличить коэффициент извлечения углеводородов на 10–15%, что существенно повышает экономическую эффективность разработки.

Результаты. В результате проведённого исследования определены основные технологические и технические условия эффективной разработки газовых и газоконденсатных месторождений герметичным фонтанным способом. Установлено, что комплексная герметизация системы «пласт – скважина – система сбора – подготовка – транспортировка» позволяет снизить потери углеводородов и повысить эффективность использования пластовой энергии.

Выделены три основных периода разработки месторождения: нарастающий, стабильный и падающий. Для каждого периода определена необходимость корректировки технологического режима эксплуатации скважин с учётом изменения пластового давления, дебита и состава продукции.

Показано, что снижение пластового давления в газоконденсатных залежах может приводить к выпадению тяжёлых углеводородов фракции C_5^+ в жидкую фазу, что способствует снижению фильтрационных характеристик призабойной зоны и продуктивности скважин. В связи с этим поддержание рационального пластового давления является одним из основных условий повышения эффективности разработки.

Установлено, что применение цифрового моделирования, постоянного мониторинга параметров пласта и интеллектуальных систем управления позволяет оперативно корректировать режимы работы скважин и технологического оборудования. Согласно рассматриваемым расчётным оценкам, применение цифровых и интеллектуальных технологий может обеспечить увеличение коэффициента извлечения углеводородов на 10–15 % при соответствующем подборе технологических режимов.

Заключение. Проведённый анализ показывает, что эффективная разработка газовых и газоконденсатных месторождений требует комплексного управления процессами добычи, сбора, подготовки и транспортировки углеводородов. Герметичный фонтанный способ эксплуатации позволяет сформировать технологическую цепочку с минимизацией контакта продукции с окружающей средой и снизить потенциальные потери углеводородов.

Особое значение имеет поддержание рационального пластового давления, особенно на газоконденсатных месторождениях. Контроль давления позволяет ограничить выпадение тяжёлых углеводородов C_5^+ в жидкую фазу и сохранить продуктивность залежи и скважин.

Использование цифровых моделей, систем мониторинга и интеллектуального управления создаёт возможность оперативного контроля состояния пласта и оптимизации режимов работы скважин. Применение данных технологий может способствовать повышению коэффициента извлечения углеводородов, снижению эксплуатационных затрат и более рациональному использованию пластовой энергии.

Таким образом, сочетание герметичной технологии добычи, рационального управления пластовым давлением и цифровых методов контроля является перспективным направлением повышения технологической эффективности разработки газовых и газоконденсатных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Широкова Г.С., Елистратов М.В. Аспекты получения жидкой углеводородной продукции в ракурсе обязательной утилизации попутного нефтяного газа // *Газовая промышленность*. – 2010. – №4. – С. 57–62.
2. Devold H. *Oil and Gas Production Handbook: An Introduction to Oil and Gas Production, Transport, Refining and Petrochemical Industry.* – Oslo, 2013.
3. Altam R.A., Lemma T.A. *Trends in Supersonic Separator Design Development.* – MATEC Web of Conferences, 131, 2017.

NEFT VA GAZ QAZIB OLISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNING DOLZARBLIGI

Djabborov Sohib Sobirovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti O'zbekiston, qarshi

Annotatsiya. Mazkur tezisda neft va gaz qazib olish jarayonlarida innovatsion texnologiyalardan foydalanishning zamonaviy holati va dolzarbligi tahlil qilinadi. Neft-gaz konlarini samarali o'zlashtirish, uglevodorodlarni qazib olish hajmini oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish, quduqlar va kon uskunalarining texnik holatini nazorat qilish hamda ekologik xavfsizlikni ta'minlashda raqamli texnologiyalarning ahamiyati yoritilgan. Innovatsion texnologiyalarni kompleks qo'llash neft va gaz qazib olish jarayonlarining texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish bilan birga, metan chiqindilarini aniqlash va kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish hamda ishlab chiqarish xavfsizligini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: neft va gaz, innovatsion texnologiyalar, raqamlashtirish, sun'iy intellekt, Big Data, raqamli egizak, avtomatlashtirish, neft berish koeffitsiyenti, ekologik xavfsizlik.

Аннотация. В данном тезисе анализируются современное состояние и актуальность применения инновационных технологий в процессах добычи нефти и газа. Освещается значение цифровых технологий в эффективном освоении нефтегазовых месторождений, увеличении объемов добычи углеводородов, снижении производственных затрат, мониторинге технического состояния скважин и промыслового оборудования, а также обеспечении экологической безопасности. Комплексное применение инновационных технологий позволяет повысить технико-экономическую эффективность процессов добычи нефти и газа, а также обеспечивает возможности для выявления и сокращения выбросов метана, оптимизации энергопотребления и повышения безопасности производства.

Ключевые слова: нефть и газ, инновационные технологии, цифровизация, искусственный интеллект, Big Data, цифровой двойник, автоматизация, коэффициент нефтеотдачи, экологическая безопасность.

Annotation. This thesis analyzes the current state and relevance of using innovative technologies in oil and gas production processes. It highlights the importance of digital technologies in the efficient development of oil and gas fields, increasing hydrocarbon production, reducing production costs, monitoring the technical condition of wells and field equipment, and ensuring environmental safety. The integrated application of innovative technologies not only improves the technical and economic efficiency of oil and gas production processes but also enables the detection and reduction of methane emissions, optimization of energy consumption, and improvement of production safety.

Keywords: oil and gas, innovative technologies, digitalization, artificial intelligence, Big Data, digital twin, automation, oil recovery factor, environmental safety.

Kirish. Neft va gaz sanoati zamonaviy iqtisodiyotning strategik tarmoqlaridan biri bo'lib, uning barqaror rivojlanishi energiya resurslaridan samarali foydalanish va yangi

texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etish bilan chambarchas bog‘liq. Bugungi kunda mavjud konlarning katta qismida qazib olish sharoitlarining murakkablashishi, qatlam bosimining pasayishi, quduqlar mahsuldorligining kamayishi, suvlanish darajasining ortishi hamda uskunalarning eskirishi yangi texnologik yechimlarni talab qilmoqda.

Shu sababli neft va gaz qazib olishda innovatsion texnologiyalarni joriy etish nafaqat ishlab chiqarish hajmini oshirish, balki mavjud resurslardan oqilona foydalanish, ishlab chiqarish xavfsizligini ta’minlash va ekologik ta’sirni kamaytirish nuqtayi nazaridan ham dolzarb hisoblanadi.

Xalqaro energetika agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, raqamlashtirish neft-gaz sanoatida unumdorlikni oshirish, xarajatlarni kamaytirish va xavfsizlikni yaxshilash imkoniyatiga ega. Sensorlar, avtomatlashtirilgan burg‘ilash qurilmalari, robotlar, dronlar va ilg‘or ma’lumotlarni qayta ishlash texnologiyalaridan foydalanish ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Neft va gaz qazib olishda eng muhim innovatsion yo‘nalishlardan biri **sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish texnologiyalaridan foydalanish**dir. Ushbu texnologiyalar katta hajmdagi geologik, geofizik va texnologik ma’lumotlarni qayta ishlab, konning ishlash holatini prognoz qilish imkonini beradi. Masalan, quduq debitining o‘zgarishini oldindan aniqlash, qatlam bosimi dinamikasini baholash, uskunalarning nosozlik ehtimolini aniqlash va optimal ishlatish rejimini tanlashda sun’iy intellekt algoritmlaridan foydalanish mumkin.

Innovatsion texnologiyalarning yana bir muhim yo‘nalishi **neft berish koeffitsiyentini oshirish texnologiyalari** hisoblanadi. Qatlamlarning tabiiy energiyasi kamayib borganda suv haydash, gaz haydash, issiqlik ta’siri, kimyoviy usullar va boshqa ikkilamchi hamda uchlamchi neft olish texnologiyalaridan foydalaniladi. Zamonaviy tadqiqotlarda sun’iy intellekt, nanomateriallar va barqaror texnologiyalarni EOR jarayonlari bilan integratsiyalash masalalari ham rivojlanmoqda.

Neft va gaz qazib olishda innovatsiyalarning dolzarbligi **ekologik xavfsizlik** bilan ham bog‘liq. Ayniqsa, metan chiqindilarini aniqlash, o‘lchash va kamaytirish zamonaviy neft-gaz sanoatining muhim vazifalaridan biridir. IEAning 2026-yilgi ma’lumotlariga ko‘ra, 2025-yilda qazilma yoqilg‘i tarmog‘idagi metan chiqindilari yuqori darajada saqlanib qolgan va mavjud texnologiyalar yordamida ularning katta qismini kamaytirish imkoniyati mavjud.

Shu nuqtayi nazardan, **dronlar, sun’iy yo‘ldosh monitoringi, lazerli va boshqa masofaviy aniqlash texnologiyalari** neft-gaz obyektlaridagi gaz sizib chiqishlarini aniqlashda muhim vosita bo‘lib xizmat qiladi. Bunday texnologiyalar avariya xavfini kamaytirish, yo‘qotishlarni aniqlash va ekologik monitoring samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonlarida **robotlashtirish va avtomatlashtirish** texnologiyalarining qo‘llanilishi inson uchun xavfli bo‘lgan operatsiyalarni kamaytirishga yordam beradi. Masofadan boshqariladigan qurilmalar, robotlar va avtomatlashtirilgan tizimlar quduqlar, quvurlar, rezervuarlar va boshqa obyektlarning texnik holatini nazorat qilishda qo‘llanishi mumkin.

Innovatsion texnologiyalarni joriy etishda bir qator muammolar ham mavjud. Jumladan, zamonaviy texnologiyalarni xarid qilish va o‘rnatish uchun dastlabki investitsiyalarning yuqoriligi, malakali mutaxassislar yetishmasligi, ma’lumotlar xavfsizligi, turli axborot tizimlarining o‘zaro integratsiyasi va eski uskunalarni yangi raqamli tizimlarga moslashtirish masalalari shular jumlasidandir. Shu sababli raqamli transformatsiyani bosqichma-bosqich amalga oshirish, xodimlarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish va ishlab chiqarish ma’lumotlarining yagona axborot tizimini shakllantirish muhimdir.

Umuman olganda, neft va gaz qazib olishda innovatsion texnologiyalarni qo‘llashning asosiy natijalarini quyidagi yo‘nalishlarda ifodalash mumkin:

1. quduqlar mahsuldorligini oshirish;
2. konlardan olinadigan uglevodorodlar miqdorini ko‘paytirish;
3. ishlab chiqarish xarajatlarini optimallashtirish;
4. uskunalarning texnik holatini real vaqt rejimida monitoring qilish;
5. avariya va texnologik xavflarni oldindan aniqlash;
6. energiya resurslaridan samarali foydalanish;
7. metan va boshqa zararli chiqindilarni kamaytirish;

8. ishlab chiqarish jarayonlarida inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish;
9. geologik va texnologik ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish;
10. neft-gaz konlarini uzoq muddatli va barqaror boshqarish.

Xulosa. Neft va gaz qazib olishda innovatsion texnologiyalarni joriy etish zamonaviy sanoat rivojining muhim shartlaridan biridir. Ayniqsa, sun’iy intellekt, IoT, Big Data, raqamli egizak, avtomatlashtirilgan boshqaruv, robotlashtirish va masofaviy monitoring texnologiyalari ishlab chiqarish jarayonlarini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqish imkoniyatini beradi.

Innovatsion yondashuvlar yordamida konlarning geologik va texnologik holatini aniq baholash, quduqlar ishlash rejimini optimallashtirish, uskunalarning nosozligini oldindan aniqlash hamda neft berish koeffitsiyentini oshirish mumkin. Shu bilan birga, zamonaviy monitoring va emissiyalarni aniqlash texnologiyalari ekologik xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi.

Shunday qilib, neft va gaz qazib olishning kelajakdagi samaradorligi faqat yangi konlarni o‘zlashtirishga emas, balki mavjud konlarda innovatsion va raqamli texnologiyalarni kompleks qo‘llashga ham bog‘liq. Bunda texnologik innovatsiyalarni iqtisodiy samaradorlik, ishlab chiqarish xavfsizligi va ekologik barqarorlik tamoyillari asosida uyg‘unlashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. International Energy Agency (IEA). **Energy and AI**. Paris: IEA, 2025.
2. International Energy Agency (IEA). **The State of Energy Innovation 2025**. Paris: IEA, 2025.
3. International Energy Agency (IEA). **Global Methane Tracker 2026**. Paris: IEA, 2026.
4. International Energy Agency (IEA). **Digitalisation and Energy**. Paris: IEA.

MOTOR MOYLARINING XOSSALARINI DVIGATEL DETALLARNING ISHLASH MUDDATIGA TA‘SIRI

Razzaqov To’ra Xolmuradovich
dotsent, t.f.n., Qarshi davlat texnika universiteti
ORCID iD: 0009-0007-1504-5403
E-mail: tura.razzakov1954@gmail.com
Rustamov Fayoz Akram o’g’li
magistrant., Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada motor moylarining asosiy fizik-kimyoviy va ekspluatatsion xossalarining ichki yonuv dvigateli detallarining ishlash muddati hamda ishonchliligiga ta’siri tahlil qilingan. Motor moyining qovushqoqligi, qovushqoqlik indeksi, moylash xususiyati, termik va oksidlanishga barqarorligi, yuvish-dispersiyalash, korroziyaga qarshi hamda yeyilishga qarshi xususiyatlarining dvigatel detallaridagi ishqalanish va yeyilish jarayonlariga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Moy sifatining pasayishi natijasida porshen-silindr guruhi, tirsakli val podshipniklari, gaz taqsimlash mexanizmi hamda turbokompressor detallarida yuzaga keladigan asosiy nosozliklar yoritilgan. Motor moyini dvigatel konstruksiyasi va ekspluatatsiya sharoitiga muvofiq tanlash, o‘z vaqtida almashtirish hamda texnik holatini muntazam nazorat qilish dvigatel resursini oshirishning muhim omili ekanligi asoslangan.

Kalit so‘zlar: motor moyi, dvigatel, qovushqoqlik, ishqalanish, yeyilish, moylash, oksidlanish, korroziya, porshen, silindr, dvigatel resursi, ekspluatatsiya.

Аннотация. В статье рассмотрено влияние основных физико-химических и эксплуатационных свойств моторных масел на долговечность и надежность деталей двигателя внутреннего сгорания. Проанализировано влияние вязкости, индекса вязкости, смазывающей способности, термоокислительной стабильности, моюще-диспергирующих, антикоррозионных и противоизносных свойств масла на процессы трения и изнашивания деталей двигателя. Рассмотрены основные неисправности цилиндропоршневой группы, подшипников коленчатого вала, газораспределительного механизма и турбокомпрессора, возникающие вследствие ухудшения качества моторного масла. Обосновано, что правильный

выбор моторного масла с учетом конструкции двигателя и условий эксплуатации, своевременная его замена и контроль технического состояния являются важными факторами увеличения ресурса двигателя.

Ключевые слова: моторное масло, двигатель, вязкость, трение, износ, смазывание, окисление, коррозия, поршень, цилиндр, ресурс двигателя, эксплуатация.

Abstract. The article analyzes the influence of the main physicochemical and operational properties of engine oils on the service life and reliability of internal combustion engine components. The effects of viscosity, viscosity index, lubricating ability, thermal and oxidative stability, detergent-dispersant properties, corrosion protection and anti-wear characteristics on friction and wear processes are considered. The main failures of the cylinder-piston group, crankshaft bearings, valve train components and turbocharger parts caused by deterioration of engine oil quality are discussed. It is substantiated that the correct selection of engine oil according to engine design and operating conditions, timely oil replacement and regular monitoring of its technical condition are important factors in extending engine service life.

Keywords: engine oil, engine, viscosity, friction, wear, lubrication, oxidation, corrosion, piston, cylinder, engine service life, operation.

Kirish. Ichki yonuv dvigatellarining uzoq muddat, ishonchli va samarali ishlashi ko‘p jihatdan ularda foydalaniladigan motor moylarining sifatiga bog‘liq. Zamonaviy avtomobil dvigatellarida detallar yuqori mexanik va issiqlik yuklanishlari, katta aylanish tezligi hamda o‘zgaruvchan ekspluatatsiya sharoitlarida ishlaydi. Bunday sharoitlarda ishqalanadigan sirtlar orasida yetarli moy qatlamining hosil qilinishi detallarni ortiqcha yeyilishdan himoyalashning asosiy shartlaridan biri hisoblanadi [1, 4, 8, 9].

Dvigatel ishlayotgan vaqtda porshen va silindr, tirsakli val bo‘yinlari va podshipniklar, taqsimlash vali va tayanchlari, klapan mexanizmi, turbokompressor podshipniklari kabi ko‘plab detallar o‘zaro harakat qiladi. Agar ularning ishchi yuzalari orasida yetarli moy qatlami bo‘lmasa, ishqalanish kuchi keskin oshadi. Natijada detal yuzalarining qizishi, yeyilishi, tirnalishi va hatto qotib qolishi yuzaga kelishi mumkin [2,3,6].

Motor moyi faqat ishqalanishni kamaytirish vazifasini bajarmaydi. U ishqalanadigan yuzalardan issiqlikni olib ketadi, metall yuzalarni korroziyadan himoya qiladi, yonish jarayonida paydo bo‘ladigan mahsulotlarni o‘zida ushlab turadi, porshen halqalari va silindr orasidagi zichlikni yaxshilaydi hamda dvigatel ichki yuzalarini turli cho‘kindilardan tozalashda ishtirok etadi [1,2,8, 9].

Motor moylarining asosiy vazifalari. Dvigatelda qo‘llaniladigan motor moyining eng asosiy vazifasi ishqalanadigan detallar orasida moy pardasini hosil qilib, metall yuzalarning bevosita bir-biri bilan tegishini kamaytirishdan iborat [1,3,8,]. Bundan tashqari, moy detallarni yeyilishdan va korroziyadan himoya qiladi, ishqalanish natijasida hosil bo‘lgan issiqlikni olib ketadi, yonish mahsulotlari hamda mayda metall zarrachalarini yuvib ketadi, porshen-silindr juftligida zichlikni yaxshilaydi va lak, qurum hamda cho‘kindilar hosil bo‘lishini kamaytiradi [2,3].

Motor moyi qovushqoqligining dvigatel detallariga ta’siri. Motor moyining eng muhim ko‘rsatkichlaridan biri uning qovushqoqligi hisoblanadi. Qovushqoqlik moy qatlamlarining o‘zaro siljishiga qarshiligini tavsiflaydi. Motor moylarining qovushqoqlik sinflari SAE J300 standartida tasniflanadi [5, 8].

Moyning qovushqoqligi juda past bo‘lsa, ishqalanadigan yuzalar orasidagi moy pardasi yupqalashadi. Natijada metall sirtlarning bevosita tutashish ehtimoli ortadi va detallar yeyilishi tezlashadi [2, 8, 9]. Aksincha, qovushqoqlik haddan tashqari yuqori bo‘lsa, dvigatelning ichki mexanik qarshiliklari ortadi, moy nasosining yuklanishi ko‘payadi, sovuq dvigatelni ishga tushirish qiyinlashadi hamda moyning ishqalanish juftliklariga yetib borish vaqti uzayadi [4,5].

Qovushqoqlikning harorat bilan o‘zgarishini baholashda qovushqoqlik indeksi muhim ahamiyatga ega. Qovushqoqlik indeksi yuqori bo‘lgan moylarda harorat o‘zgarishi bilan qovushqoqlik nisbatan kamroq o‘zgaradi. SAE 5W-30, 5W-40, 10W-40 kabi ko‘p mavsumli moylar turli harorat sharoitlarida dvigatelni barqaror moylash imkonini beradi, biroq aniq sinf dvigatel ishlab chiqaruvchisi tavsiyasiga muvofiq tanlanishi kerak [5, 8,].

Moylash xususiyatining yeyilish jarayoniga ta’siri. Moylash xususiyati motor moyining metall yuzalarda mustahkam himoya qatlamini hosil qilish qobiliyatini ifodalaydi. Bu xususiyat dvigatelni ishga tushirish, to‘xtatish va yuqori yuklanishli rejimlarda ayniqsa muhimdir [2,3,8,]. Dvigatel ishga tushirilgandan keyingi dastlabki davrda moy barcha ishqalanish juftliklariga to‘liq yetib bormaguncha detallar chegaraviy ishqalanish sharoitida ishlashi mumkin.

Motor moyi tarkibidagi yeyilishga qarshi qo‘shimchalar metall yuzalarda himoya plyonkasini hosil qilib, porshen halqalari va silindr devorlari, tirsakli val bo‘yinlari va podshipniklar, taqsimlash vali kulachoklari hamda klapan mexanizmi detallarining yeyilishini kamaytiradi [1,3,4].

Motor moyining termik va oksidlanishga barqarorligi

Dvigatel ishlashi jarayonida motor moyi, ayniqsa porshen zonasi va turbokompressor atrofida, yuqori harorat ta’sirida bo‘ladi. Bunday sharoit moyning oksidlanishi va termik parchalanishini tezlashtiradi [1,2,9,].Oksidlanish natijasida moyning kislotaliligi ortishi, qovushqoqligi o‘zgarishi, lak va smolasimon moddalar hamda cho‘kindilar hosil bo‘lishi mumkin [2, 3].

Porshen halqalari hududida hosil bo‘lgan yuqori haroratli cho‘kindilar halqalarning harakatchanligini kamaytiradi. Natijada kompressiya pasayishi, karterga gaz o‘tishi va motor moyining yonish kamerasiga tushishi ortishi mumkin [4,8,9]. Shu sababli yuqori termik va oksidlanishga barqaror moy dvigatel ichki yuzalarining tozaligini va himoya xususiyatlarining uzoqroq saqlanishini ta’minlaydi.

Yuvish-dispersiyalash va korroziyaga qarshi xususiyatlar

Yonilg‘i yonishi va moyning oksidlanishi natijasida dvigatelda qurum, lak, oksidlanish mahsulotlari va boshqa ifloslantiruvchi moddalar hosil bo‘ladi. Detergent qo‘shimchalar detallar yuzasini toza saqlashga, dispersantlar esa mayda zarrachalarni moy tarkibida muallaq holatda ushlab turishga yordam beradi [2,3,8]. Bu xususiyatlar yetarli bo‘lmaganda moy kanallari va filtrlar ifloslanishi, porshen halqalari yopishib qolishi hamda ayrim ishqalanish juftliklariga moy yetkazilishi yomonlashishi mumkin.

Dvigatelning past haroratda yoki qisqa masofalarda takroriy ishlashi moy tarkibida namlik va agressiv yonish mahsulotlari yig‘ilishiga sharoit yaratadi. Korroziyaga qarshi qo‘shimchalar metall sirtlarda himoya qatlami hosil qilib, podshipniklar, val bo‘yinlari va silindr yuzalarining korrozion yemirilishini kamaytiradi [3,4,9].

Motor moyining eskirishi va detallar resursi

Ekspluatatsiya davomida motor moyining dastlabki xususiyatlari asta-sekin o‘zgaradi. Yuqori harorat, oksidlanish, yonilg‘i va yonish mahsulotlari, metall yeyilish zarrachalari, suv va chang moyning sifat ko‘rsatkichlariga ta’sir qiladi [1,2,9,]. Moy tarkibidagi qattiq zarrachalar miqdorining ortishi abraziv yeyilishni kuchaytirishi, qovushqoqlikning me’yordan chetga chiqishi esa moy pardasining barqarorligini buzishi mumkin.

Shu sababli motor moyini almashtirish davriyligiga, moy filtrining holatiga va moy sathiga rioya qilish zarur. Motor moyining ekspluatatsion darajasi API va ACEA kabi tasniflash tizimlari orqali ham ifodalanadi [6,7,8,]. Ishlatilgan moyni laboratoriya tahlili qilish qovushqoqlik, oksidlanish, yonilg‘i yoki suv aralashmasi va metall yeyilish elementlari bo‘yicha dvigatelning texnik holatini bilvosita baholash imkonini beradi [2].

Motor moyi xossalarining dvigatel detallariga ta’siri 1-jadval.

Motor moyi xossasi	Asosiy vazifasi	Xossa yomonlashganda oqibat
Qovushqoqlik	Ishqalanish yuzalari orasida barqaror moy pardasini hosil qiladi	Qovushqoqlik me’yordan past yoki yuqori bo‘lsa yeyilish va energiya yo‘qotishlari ortadi
Qovushqoqlik indeksi	Harorat o‘zgarishida qovushqoqlikning barqarorligini ta’minlaydi	Sovuqda ishga tushirish va yuqori haroratda moylash sharoiti yomonlashadi
Moylash va yeyilishga qarshi xususiyat	Metall yuzalarni bevosita kontaktdan himoya qiladi	Tirnalish, qotish va mexanik yeyilish kuchayadi

Oksidlanishga barqarorlik	Moyning fizik-kimyoviy xossalarini uzoqroq saqlaydi	Lak, smola va cho‘kindilar miqdori ortadi
Yuvish-dispersiyalash xususiyati	Qurum va iflosliklarning cho‘kishini kamaytiradi	Porshen halqalari, kanallar va filtrlar ifloslanadi
Korroziyaga qarshi xususiyat	Metall yuzalarni agressiv mahsulotlardan himoya qiladi	Podshipniklar va boshqa metall detallar korroziyasi tezlashadi

Jadvaldagi ko‘rsatkichlar motor moyining dvigatel detallariga kompleks ta’sirini ko‘rsatadi. Dvigatel resursini oshirish uchun moyning faqat qovushqoqligini emas, balki uning oksidlanishga barqarorligi, detergent-dispersant va yeyilishga qarshi xususiyatlarini ham hisobga olish lozim [2–3, 8–9].

Motor moyini to‘g‘ri tanlash va foydalanish bo‘yicha tavsiyalar

Dvigatelning ishlash muddatini oshirish uchun motor moyi avtomobil ishlab chiqaruvchisi belgilagan qovushqoqlik sinfi va ekspluatatsion talablariga mos bo‘lishi kerak [5,8,9]. Moy tanlashda dvigatel turi, konstruktiv xususiyatlar, turbokompressor va chiqindi gazlarni tozalash tizimlari, tashqi muhit harorati hamda avtomobilning real ish sharoiti hisobga olinadi.

1. Dvigatel ishlab chiqaruvchisi tavsiya qilgan motor moyidan foydalanish;
2. SAE qovushqoqlik sinfini ekspluatatsiya haroratiga mos tanlash;
3. API, ACEA yoki ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilangan ekspluatatsion talablarga rioya qilish;
4. Mmotor moyi va moy filtrini belgilangan muddatda almashtirish;
5. Moy sathi va uning tashqi holatini muntazam nazorat qilish;
6. Dvigatelning ortiqcha qizib ketishiga yo‘l qo‘ymaslik;
7.Sovuq dvigatelni yuqori yuklanishda ishlatmaslik;
8. Moyga yonilg‘i yoki sovitish suyuqligi aralashish sabablarini o‘z vaqtida aniqlash;
9. Zarur hollarda ishlatilgan moyning laboratoriya tahlilini amalga oshirish

Xulosa. Motor moyi ichki yonuv dvigatelining uzoq muddat va ishonchli ishlashini ta’minlaydigan eng muhim ekspluatatsion materiallardan biridir. Uning qovushqoqligi, moylash qobiliyati, termik va oksidlanishga barqarorligi, yuvish-dispersiyalash, korroziyaga va yeyilishga qarshi xususiyatlari dvigatel detallarining texnik holati va ishlash resursiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi Motor moyining xususiyatlari yomonlashishi porshen-silindr guruhining yeyilishi, podshipniklarning shikastlanishi, moy kanallarining ifloslanishi, porshen halqalarining yopishib qolishi hamda gaz taqsimlash mexanizmi detallarining tez yeyilishiga sabab bo‘lishi mumkin, Shu bois motor moyini ishlab chiqaruvchi talablariga muvofiq tanlash, moy va filtrni belgilangan muddatlarda almashtirish, dvigatelning harorat rejimini nazorat qilish hamda zarur hollarda ishlatilgan moy tahlilidan foydalanish dvigatel resursini oshirishning samarali yo‘nalishlaridan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rudnick L.R. (ed.). Lubricant Additives: Chemistry and Applications. 3rd ed. — Boca Raton: CRC Press, 2017. — 722 p.

2. Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. 2nd ed. — New York: McGraw-Hill Education, 2018. — 1056 p.

3. SAE International. SAE J300: Engine Oil Viscosity Classification. — Warrendale, Pennsylvania: SAE International, 2024. — Elektron standart (nashr versiyasida alohida umumiy bet soni ko‘rsatilmagan).

4. American Petroleum Institute. API 1509: Engine Oil Licensing and Certification System (EOLCS). 24th ed. — Washington, DC: American Petroleum Institute, 2026. — Elektron standart (PDF nashri).

5. ACEA. European Oil Sequences for Service-Fill Oils. — Brussels: European Automobile Manufacturers’ Association, 2023. — Elektron me’yoriy hujjat (Light-Duty va Heavy-Duty sequences).

6. Matkarimov K.J., Mahmudov B.J., Norqulov A.A. Avtomobillarda ishlatiladigan ashyolar: o‘quv qo‘llanma. — Toshkent: Noshir, 2017. — 388 b. — ISBN 978-9943-4199-1-9.

7. To‘layev B. Yonilg‘i-moylash materiallari va sovituvchi suyuqliklar ximmotologiyasi. — Toshkent: Adabiyot uchquni, 2016. — 184 b.

8. Геленов А.А., Сочевко Т.И., Спиркин В.Г. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. — Москва: Академия, 2010. — 304 с. — ISBN 978-5-7695-5346

9. Беляев С.В., Селиверстов А.А. Моторные масла и смазка двигателей: учебное пособие. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. — 147 с. — ISBN 978-5-8021-1220-5.

NEFT VA GAZ SANOATIDA QO‘LLANILUVCHI HAVOLI SOVUTISH USKUNALARINING ISSIQLIK ALMASHINISH SAMARADORLIGINI JADALLASHTIRISH USULLARINI TADQIQ QILISH

Turdiyev Shahboz Shermamat o‘g‘li[1], O‘ralov Isroil Turdimurodovich[2], Xolmurodov Diyorjon Dilmurod o‘g‘li[3]

[1]Qarshi davlat texnika universiteti, dotsenti t.f.d., professor.

[2]“O‘zneftgaz” AJ qurilish va ta’mirlash loyihalashtirish bo‘limi yetakchi xodimi.

[3]Qarshi davlat texnika universiteti, magistranti.

Mail: ganisher.raximov1@inbox.ru

Annotatsiya: Maqolada neft va gaz sanoatida qo‘llaniladigan havoli sovutish uskunalarining issiqlik almashinish samaradorligini oshirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Havoli sovutish qurilmalarida asosiy muammolardan biri havo oqimining quvurlar bo‘ylab bir tekis taqsimlanmasligi hisoblanadi. Natijada ayrim quvurlarda issiqlik almashinuvi yaxshi kechsa, boshqa qismlarda issiqlik berish intensivligi pasayadi. Ushbu muammoni kamaytirish uchun havo oqimini yo‘naltiruvchi elementlardan foydalanish, quvurlarni maqbul joylashtirish va havo tezligini to‘g‘ri tanlash taklif etilgan. Tadqiqotda issiqlik almashinish koeffitsiyenti, havo tezligi va bosim yo‘qotishlari asosiy ko‘rsatkich sifatida qaralgan. Taklif etilayotgan usul havoli sovutish uskunalarining samaradorligini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: havoli sovutish, issiqlik almashinuvi, neft va gaz sanoati, havo oqimi, issiqlik uzatish koeffitsiyenti, quvur, ventilyator, samaradorlik.

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос повышения эффективности теплообмена воздушных охладительных установок, применяемых в нефтегазовой промышленности. Одной из основных проблем воздушных охладительных устройств является неравномерное распределение воздушного потока по трубам. В результате в одних трубах теплообмен протекает интенсивно, а в других снижается интенсивность теплоотдачи. Для снижения данного недостатка предложено использовать направляющие элементы воздушного потока, оптимизировать расположение труб и выбирать рациональную скорость воздуха. В исследовании в качестве основных показателей рассматриваются коэффициент теплоотдачи, скорость воздуха и потери давления. Предлагаемые решения направлены на повышение эффективности работы воздушных охладительных установок

Ключевые слова: воздушное охлаждение, теплообмен, нефтегазовая промышленность, воздушный поток, коэффициент теплопередачи, труба, вентилятор, эффективность.

Abstract. The article considers the improvement of heat transfer efficiency of air-cooled units used in the oil and gas industry. One of the main problems of air-cooled equipment is the non-uniform distribution of air flow along the tubes. As a result, heat transfer occurs more intensively in some tubes, while the heat transfer intensity decreases in other areas. To reduce this problem, the use of air-flow guiding elements, optimal tube arrangement, and appropriate air velocity selection is proposed. The heat transfer coefficient, air velocity, and pressure losses are considered as the main parameters in the study. The proposed solutions can contribute to improving the efficiency of air-cooled equipment.

Keywords: air cooling, heat transfer, oil and gas industry, air flow, heat transfer coefficient, tube, fan, efficiency.

Neft va gaz sanoatida turli texnologik jarayonlarda katta miqdorda issiqlik hosil bo‘ladi. Ushbu issiqlikni chiqarib yuborish uchun turli xil sovutish uskunalaridan foydalaniladi. Shulardan biri havoli sovutish apparatlaridir.

Havoli sovutish apparatlarida issiq texnologik mahsulot quvurlar ichidan harakatlanadi, tashqi tomondan esa ventilyator yordamida havo yuboriladi. Havo issiqlikni quvur devoridan olib, atmosferaga chiqaradi.

Bunday uskunalarning afzalligi sovituvchi suvga bo‘lgan ehtiyojning kamayishidir. Shu sababli ular suv tanqis bo‘lgan hududlarda, jumladan, neft va gazni qayta ishlash korxonalarida muhim ahamiyatga ega.

Ammo havo oqimining quvurlar bo‘ylab notekis taqsimlanishi qurilmaning samaradorligini pasaytiradi. Ayniqsa, chekka quvurlarda havo tezligi kamayishi natijasida issiqlik almashinuvi yomonlashishi mumkin.

Shuning uchun havoli sovutish apparatlarida havo oqimini to‘g‘ri taqsimlash va issiqlik almashinish jarayonini jadallashtirish dolzarb masalalardan biridir.

Tadqiqotda havoli sovutish apparatining issiqlik almashinish jarayoni tahlil qilindi. Jarayonning asosiy ko‘rsatkichlari sifatida issiq agentning kirish va chiqish harorati, havo harorati, havo tezligi va issiqlik almashinish koeffitsiyenti qabul qilindi.

Issiqlik miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q = GC_p(T_{kir} - T_{chiq})$$

bu yerda:

- Q_Q — uzatilgan issiqlik miqdori, W;
- G_G — agent sarfi, kg/s;
- C_p — issiqlik sig‘imi, J/(kg·K);
- T_{kir} — agentning kirish harorati;
- T_{chiq} — agentning chiqish harorati.

Issiqlik uzatish koeffitsiyenti:

$$K = QF\Delta TK$$

formula orqali aniqlanadi.

Bu yerda F — issiqlik almashinish yuzasi, ΔT – esa issiq va sovuq agentlar orasidagi o‘rtacha haroratlar farqidir.

Havo oqimining harakat rejimini baholash uchun Reynolds mezonidan foydalaniladi:

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu}$$

Havo tezligining oshishi bilan oqimning turbulentligi ortadi va natijada issiqlik almashinuvi jadallashadi. Lekin havo tezligini haddan tashqari oshirish ventilyatorning elektr energiyasi sarfini ko‘paytiradi. Shu sababli optimal havo tezligini aniqlash muhim hisoblanadi.

Tahlil natijasida havoli sovutish apparatlarida issiqlik almashinish samaradorligiga eng katta ta’sir qiluvchi omillardan biri havo oqimining quvurlar bo‘ylab taqsimlanishi ekanligi aniqlandi.

An’anaviy konstruksiyada havo oqimi ayrim joylarda zich, boshqa joylarda esa sust harakatlanadi. Past tezlikli hududlarda issiqlik berish koeffitsiyenti kamayadi.

Buni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$v \downarrow \Rightarrow Re \downarrow \Rightarrow Nu \downarrow \Rightarrow \alpha \downarrow$$

soni va Nusselt soni ham kamayib, issiqlik berish intensivligi pasayadi.

Muammoni kamaytirish uchun havo oqimini yo‘naltiruvchi elementlardan foydalanish taklif qilindi. Bunday elementlar havo oqimini quvurlar orasida qayta taqsimlaydi va issiqlik almashinish yuzasining samaraliroq ishlashini ta'minlaydi.

Havoli sovutish uskunalarida issiqlik almashinish samaradorligini oshirish uchun quyidagi konstruktiv va rejimiy yechimlar taklif etiladi:

1. Havo oqimini yo‘naltiruvchi plastinalar — havo oqimini quvur to‘plami bo‘ylab bir tekis taqsimlab, past tezlikli va “o‘lik” zonalarni kamaytiradi.
2. Quvurlar oralig‘ini optimallashtirish — havo oqimining erkin harakatlanishini ta’minlab, issiqlik berish intensivligi va gidravlik qarshilik o‘rtasidagi optimal nisbatni hosil qiladi.
3. Ventilyator va diffuzorni takomillashtirish — havo oqimining quvur yuzasiga bir tekis kirishini ta’minlab, bosim yo‘qotishlarini kamaytiradi.
4. Qovurg‘ali quvurlardan foydalanish — issiqlik almashinish yuzasini kengaytirish hisobiga issiqlik uzatish miqdorini oshiradi.
5. Havo tezligini optimallashtirish — Reynolds sonini oshirish orqali turbulentlik va issiqlik berish intensivligini kuchaytiradi, shu bilan birga ventilyatorning ortiqcha energiya sarfining oldini oladi.

Umuman, taklif etilayotgan yechimlar havo oqimini bir tekis taqsimlash, issiqlik almashinish yuzasidan samarali foydalanish va energiya sarfini maqbullashtirishga qaratilgan.

1-jadval

Ko‘rsatkich	An’anaviy qurilma	Takomillashtirilgan qurilma
Havo taqsimlanishi	Notekis	Bir tekisroq
Issiqlik almashinuvi	Pastroq	Yuqoriroq
O‘lik zonalar	Mavjud	Kamayadi
Havo oqimi	Tartibsiz	Yo‘naltirilgan
Energiya sarfi	Yuqori bo‘lishi mumkin	Optimallashtiriladi

Taklif qilinayotgan konstruksiyada havo oqimining yo‘nalishini boshqarish orqali quvur yuzasida issiqlik almashinish jarayonini yaxshilash mumkin.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, havoli sovutish apparatining samaradorligini faqat issiqlik almashinish yuzasini oshirish hisobiga yaxshilash har doim ham yetarli emas.

Masalan, quvur yuzasini kattalashtirish issiqlik almashinish imkoniyatini oshiradi, lekin havo oqimining notekisligi saqlanib qolsa, qo‘shimcha yuzaning bir qismidan to‘liq foydalanilmaydi.

Shuning uchun eng muhim vazifa — havoni issiqlik almashinish yuzasi bo‘ylab bir tekis taqsimlash.

Taklif etilayotgan yo‘naltiruvchi elementlar yordamida havo oqimining sust harakatlanadigan qismlarini kamaytirish va quvur yuzasida oqim tezligini yaxshilash mumkin.

Bundan tashqari, havo tezligini oshirish bilan birga ventilyatorning energiya sarfi ham oshishini hisobga olish kerak. Shuning uchun konstruksiyani tanlashda issiqlik samaradorligi va energiya sarfi birgalikda baholanishi lozim.

Tadqiqot natijasida neft va gaz sanoatida ishlatiladigan havoli sovutish uskunalarida issiqlik almashinish samaradorligini oshirishning asosiy yo‘nalishlari aniqlandi.

Havo oqimining quvurlar bo‘ylab notekis taqsimlanishi issiqlik almashinish jarayonining pasayishiga sabab bo‘lishi mumkin. Ushbu muammoni kamaytirish uchun havo oqimini yo‘naltiruvchi elementlardan foydalanish, quvurlarni to‘g‘ri joylashtirish va havo tezligini optimal tanlash taklif qilindi.

Taklif etilayotgan usulning asosiy ilmiy yangiligi havo oqimini issiqlik almashinish yuzasi bo‘ylab qayta taqsimlash orqali past tezlikli zonalarni kamaytirish va issiqlik berish intensivligini oshirishdan iborat.

Kelgusida ushbu konstruksiyani laboratoriya sharoitida sinash va an’anaviy apparat bilan taqqoslash orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti, havo sarfi, bosim yo‘qotilishi va ventilyator energiya sarfining o‘zgarishini aniqlash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kern D.Q. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill, 1950.
2. Incropera F.P., DeWitt D.P. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Wiley.
3. Kays W.M., London A.L. *Compact Heat Exchangers*. McGraw-Hill.
4. Shah R.K., Seculic D.P. *Fundamentals of Heat Exchanger Design*. Wiley.
5. Perry R.H., Green D.W. *Perry’s Chemical Engineers’ Handbook*. McGraw-Hill.
6. API Standard 661. *Air-Cooled Heat Exchangers for General Refinery Services*.
7. Raximov G‘.B. *Intensification of heat transfer efficiency in tubular heat exchangers*. Qarshi, 2025.

GAZLARNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASH TEXNOLOGIYASIDA QO‘LLANILUVCHI ABSORBER KOLONNASINING KONSTRUKTIV VA GIDRODINAMIK SAMARADORLIGINI TADQIQ ETISH

Turdiyev Shahboz Shermamat o‘g‘li[1], Avlayev Xudoyberdi Bozorovich[2]

[1]Qarshi davlat texnika universiteti, dotsenti t.f.d., professor.

[2]Qarshi davlat texnika universiteti, magistranti.

e-Mail: ganisher.raximov1@inbox.ru

Annotatsiya: Maqolada tabiiy va texnologik gazlarni nordon komponentlardan tozalashda qo‘llaniluvchi absorber kolonnalarining konstruktiv va gidrodinamik samaradorligi tadqiq etilgan. Gaz tarkibidagi vodorod sulfidi va uglerod dioksidini absorbsiya usulida ajratib olish jarayonida gaz va suyuqlik fazalarining samarali kontaktini ta’minlash muhim hisoblanadi. Absorber kolonnasining samaradorligiga tarelka yoki nasadka konstruksiyasi, gaz va suyuqlik sarfi, bosimlar farqi, gaz tezligi hamda gidravlik qarshilik kabi omillar ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqotda gaz-suyuqlik oqimlarining harakatlanish xususiyatlari va massa almashinish jarayoniga ta’sir etuvchi asosiy omillar tahlil qilindi. Kolonnada gaz oqimining bir tekis taqsimlanishi, suyuqlikning nasadka yoki kontakt elementlari yuzasida samarali tarqalishi va gidravlik qarshilikni kamaytirishga qaratilgan konstruktiv yechimlar taklif etildi. Tadqiqot natijalari absorber kolonnasining ish unumdorligini oshirish va gazni nordon komponentlardan tozalash samaradorligini yaxshilash imkoniyatlarini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: absorber kolonna, nordon gaz, vodorod sulfidi, uglerod dioksidi, absorbsiya, massa almashinuvi, gidrodinamika, nasadka, bosim yo‘qotilishi, gaz-suyuqlik oqimi.

Аннотация: В статье исследуется конструктивная и гидродинамическая эффективность абсорбционных колонн, применяемых для очистки природного и технологического газа от кислых компонентов. При абсорбционном удалении сероводорода и диоксида углерода из газового потока важное значение имеет обеспечение эффективного контакта газовой и жидкой фаз. На эффективность абсорбционной колонны влияют конструкция тарелок или насадки, расходы газа и жидкости, перепад давления, скорость газа и гидравлическое сопротивление. В исследовании проанализированы особенности движения газожидкостных потоков и основные факторы, влияющие на процесс массообмена. Предложены конструктивные решения, направленные на равномерное распределение газового потока в колонне, эффективное распределение жидкости по поверхности насадки или контактных элементов и снижение гидравлического сопротивления. Результаты исследования показывают возможность повышения производительности абсорбционной колонны и эффективности очистки газа от кислых компонентов.

Ключевые слова: абсорбционная колонна, кислый газ, сероводород, диоксид углерода, абсорбция, массообмен, гидродинамика, насадка, перепад давления, газожидкостный поток.

Abstract: The article investigates the structural and hydrodynamic efficiency of absorption columns used for the purification of natural and process gases from acid components. During the absorption removal of hydrogen sulfide and carbon dioxide from gas streams, effective contact between the gas and liquid phases is of great importance. The efficiency of an absorption column is affected by the design of trays or packing, gas and liquid flow rates, pressure drop, gas velocity, and hydraulic resistance. The study analyzes the flow characteristics of gas-liquid streams and the main factors affecting the mass transfer process. Structural solutions aimed at uniform gas-flow distribution inside the column, effective liquid distribution over the packing or contact elements, and reduction of hydraulic resistance are proposed. The results demonstrate the potential for increasing the productivity of absorption columns and improving the efficiency of gas purification from acid components.

Keywords: absorption column, sour gas, hydrogen sulfide, carbon dioxide, absorption, mass transfer, hydrodynamics, packing, pressure drop, gas-liquid flow.

Neft va gaz sanoatida qazib olinadigan tabiiy gaz tarkibida turli miqdorda nordon komponentlar, jumladan, vodorod sulfidi (H_2S) va uglerod dioksidi (CO_2) mavjud bo‘lishi mumkin. Ushbu komponentlar gazni qayta ishlash va transport qilish jarayonlarida texnologik hamda ekspluatatsion muammolarni keltirib chiqaradi.

H_2S yuqori zaharliligi sababli gazni tayyorlash jarayonida uning miqdorini belgilangan talablar darajasigacha kamaytirish zarur. CO_2 esa gazning issiqlik qiymatini pasaytirishi hamda namlik mavjud bo‘lgan sharoitlarda korroziya jarayonlarini kuchaytirishi mumkin.

Nordon komponentlarni gaz tarkibidan ajratib olishning keng tarqalgan usullaridan biri absorbsion tozalash hisoblanadi. Ushbu jarayonda gaz suyuq absorbent bilan qarama-qarshi yo‘nalishda kontaktga kiritiladi. Absorbent sifatida amin eritmalari, jumladan, monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) va metildietanolamin (MDEA) eritmalari ishlatiladi.

Absorber kolonnasining samaradorligi faqat absorbentning kimyoviy xususiyatlariga emas, balki kolonnaning konstruksiyasi va undagi gaz-suyuqlik oqimlarining gidrodinamik holatiga ham bog‘liq.

Shu sababli absorber kolonnasida gaz va suyuqlikning samarali kontaktini ta’minlash, bosim yo‘qotilishini kamaytirish va massa almashinish yuzasidan samarali foydalanish muhim ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Tadqiqotda gazni nordon komponentlardan tozalash uchun ishlatiladigan vertikal absorber kolonnasining konstruktiv va gidrodinamik xususiyatlari tahlil qilindi.

Absorberda gaz pastki qismdan yuqoriga, absorbent esa yuqoridan pastga qarab harakatlanadi. Bunda gaz va suyuqlik qarama-qarshi oqimda kontaktga kirishadi.

Jarayonning umumiy sxemasi:

Nordon gaz → absorber kolonna → tozalangan gaz

ko‘rinishida ifodalanadi.

Absorbsiya samaradorligini baholashda gaz tarkibidagi nordon komponentning kirish va chiqish konsentratsiyalari hisobga olinadi:

$$\eta = \frac{C_{kir} - C_{chiq}}{C_{kir}} \cdot 100\%$$

bu yerda:

- η — tozalash samaradorligi, %;
- C_{kir} — nordon komponentning kirish konsentratsiyasi;
- C_{chiq} — chiqish konsentratsiyasi.

Kolonnadagi gaz oqimining harakat rejimi Reynolds mezoni orqali baholanishi mumkin:

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu}$$

bu yerda:

- ρ — gaz zichligi;
- v — gazning o‘rtacha tezligi;
- d — xarakterli diametr;
- μ — dinamik qovushoqlik.

Kolonnaning gidravlik samaradorligini baholashda bosim yo‘qotilishi ham asosiy ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi:

$$\Delta P = P_{kir} - P_{chiq}$$

Bosim yo‘qotilishi ortishi kompressor yoki boshqa gaz haydash qurilmalarining energiya sarfini oshirishi mumkin.

Absorber kolonnasining asosiy vazifasi gaz va suyuqlik o‘rtasida yetarli kontakt yuzasini hosil qilishdan iborat.

Kolonnalarda asosan:

- tarelkali kontakt qurilmalari;
- nasadkali kontakt qurilmalari

qo‘llaniladi.

Nasadkali kolonnalarda suyuqlik nasadka yuzasidan yupqa qatlam ko‘rinishida oqadi, gaz esa nasadka bo‘shliqlari orqali yuqoriga harakatlanadi.

Bunda nasadkaning:

- shakli;
- o‘lchami;
- solishtirma yuzasi;
- bo‘sh hajmi;
- gidravlik qarshiligi

absorberning ish samaradorligiga ta’sir qiladi.

Nasadkaning solishtirma yuzasi oshishi gaz va suyuqlik orasidagi kontakt yuzasini oshiradi. Natijada massa almashinuvi yaxshilanishi mumkin.

Biroq juda kichik nasadkadan foydalanish bosim yo‘qotilishining oshishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun konstruktiv parametrlarni issiqlik emas, aynan massa almashinuvi va gidravlik samaradorlikning optimal nisbatiga asoslab tanlash lozim.

Absorber kolonnasining gidrodinamik holati gaz va suyuqlik oqimlarining o‘zaro ta’siriga bog‘liq.

Gaz tezligi juda past bo‘lsa, gaz va suyuqlik orasidagi kontakt yetarli bo‘lmasligi mumkin. Gaz tezligi haddan tashqari oshirilganda esa suyuqlik tomchilarining gaz oqimi bilan olib ketilishi va kolonnada suyuqlikning tiqilib qolishi xavfi ortadi.

Shuning uchun kolonnaning normal ishlash rejimi gaz tezligining maqbul diapazonida tanlanishi kerak.

Jarayonni quyidagi bog‘lanish orqali ifodalash mumkin:

$$v_g \uparrow \Rightarrow Re \uparrow \Rightarrow kontakt\ intensivligi$$

Ammo ma’lum chegaradan keyin:

$$v_g \uparrow \Rightarrow \Delta P \uparrow$$

va gidravlik qarshilik ortadi.

Shu sababli absorber kolonnasini loyihalashda massa almashinish samaradorligi va gidravlik qarshilik o‘rtasidagi optimal nisbatni aniqlash muhim hisoblanadi.

Tahlil natijasida absorber kolonnasining samaradorligiga bir nechta asosiy konstruktiv va gidrodinamik omillar ta’sir qilishi aniqlandi.

Birinchi navbatda, gaz oqimining kolonna kesimi bo‘yicha bir tekis taqsimlanishi muhim hisoblanadi. Gaz taqsimlagichning noto‘g‘ri konstruksiyasi natijasida ayrim hududlarda gaz tezligi yuqori, boshqa hududlarda esa past bo‘lishi mumkin.

Bu holat nasadka yuzasida suyuqlikning notekis taqsimlanishiga olib keladi va massa almashinish samaradorligini pasaytiradi.

Shu sababli absorber kolonnasida samarali gaz va suyuqlik taqsimlagichlardan foydalanish taklif etiladi.

Taklif etilayotgan konstruktiv yechimlarning asosiy yo‘nalishlari:

1. gaz oqimini kolonna kesimi bo‘yicha bir tekis taqsimlash;
2. absorbentni nasadka yuzasiga bir xil taqsimlash;
3. nasadkaning solishtirma yuzasini maqbullashtirish;
4. gaz tezligini optimal qiymatda ushlab turish;
5. gidravlik qarshilikni kamaytirish;
6. suyuqlikning tomchi holida gaz bilan olib ketilishini kamaytirish.

Absorber kolonnasining samaradorligini oshirish uchun gaz oqimini taqsimlovchi qurilmani takomillashtirish taklif etiladi.

An’anaviy konstruksiyada gaz kolonnaga kirgandan so‘ng oqimning bir qismi markaziy yoki ayrim kanallar bo‘ylab tezroq harakatlanishi mumkin. Natijada nasadka qatlamining ayrim qismlaridan to‘liq foydalanilmaydi.

Taklif etilayotgan yechimda kolonnaning gaz kirish qismida oqimni radial va aylanuvchi yo‘nalishda taqsimlovchi element qo‘llaniladi.

Ushbu element:

- gaz oqimini kolonna kesimi bo‘yicha taqsimlaydi;
- lokal yuqori tezlikli zonalarni kamaytiradi;
- nasadka qatlamiga gazning bir tekis kirishini ta’minlaydi;
- massa almashinish yuzasidan samarali foydalanish imkonini beradi.

Bundan tashqari, absorbentni kolonna kesimi bo‘yicha bir tekis taqsimlash uchun ko‘p nuqtali suyuqlik taqsimlagichdan foydalanish taklif etiladi.

Absorber kolonnasining samaradorligi gaz va suyuqlik fazalarining o‘zaro kontakt darajasiga bevosita bog‘liq.

Agar gaz va suyuqlik kolonna bo‘ylab bir tekis taqsimlansa, nasadkaning katta qismi massa almashinuvida ishtirok etadi. Bu esa nordon komponentlarning absorbentga o‘tishini yaxshilaydi.

Biroq gaz tezligini haddan tashqari oshirish gidravlik qarshilikning ortishiga va flooding holatining yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli kolonna uchun optimal ish rejimini aniqlash zarur.

Shuningdek, nasadkaning solishtirma yuzasini oshirish har doim ham samaradorlikni mutanosib ravishda oshirmaydi. Nasadka turi va o‘lchami massa almashinuvi bilan birga bosim yo‘qotilishi va suyuqlik sarfini ham hisobga olgan holda tanlanishi kerak.

Tadqiqot natijasida gazlarni nordon komponentlardan tozalashda qo‘llaniluvchi absorber kolonnasining samaradorligi uning konstruktiv va gidrodinamik parametrlariga sezilarli darajada bog‘liqligi aniqlandi.

Gaz va suyuqlik oqimlarining kolonna kesimi bo‘yicha bir tekis taqsimlanishi massa almashinish jarayonining samaradorligini oshirishning muhim sharti hisoblanadi.

Absorber kolonnasining samaradorligini oshirish uchun gaz va suyuqlik taqsimlagichlarini takomillashtirish, nasadkaning konstruktiv parametrlarini optimallashtirish va gaz tezligini maqbul qiymatda tanlash taklif etildi.

Ilmiy yangilik sifatida gaz oqimini kolonna kesimi bo‘yicha bir tekis taqsimlashga asoslangan konstruktiv yechim taklif qilinib, uning massa almashinish samaradorligi va gidravlik qarshilikka ta’sirini kompleks baholash yondashuvi ishlab chiqildi.

Taklif etilayotgan yondashuv gazni H_2S va CO_2 kabi nordon komponentlardan tozalash jarayonining barqarorligini oshirish, absorbentdan samaraliroq foydalanish va energiya sarfini kamaytirish uchun qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Treybal R.E. *Mass-Transfer Operations*. McGraw-Hill.
2. Coulson J.M., Richardson J.F. *Chemical Engineering, Volume 2: Particle Technology and Separation Processes*.
3. Perry R.H., Green D.W. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill.
4. Kohl A.L., Nielsen R.B. *Gas Purification*. Gulf Publishing Company.
5. GPSA. *Engineering Data Book*. Gas Processors Suppliers Association.
6. Seader J.D., Henley E.J., Roper D.K. *Separation Process Principles*. Wiley.

IKKILAMCHI POLIETILENNI MODIFIKATSIYALASH VA FIZIK-MEXANIK XOSSALARINI O‘RGANISH

Mamatova Shahnoza Berdiqobilovna.
Qarshi davlat universiteti. Qarshi. O‘zbekiston.
shahnoza.mamatova.88@gmail.com
ORCID ID: 0009-0007-5423-7694
Hayitova Dilorom Qahramon qizi.
Qarshi davlat texnika universiteti. Qarshi. O‘zbekiston.
hayitovadilorom6@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada past bosimli yuqori zichlikli polietilen chiqindilarini ikkilamchi qayta ishlash asosida polimer materiallari olish va uning xossalarini o‘rganish nazarda tutilgan. Yangi turdagi polimer materiallari olishda kimyoviy bog‘lovchi sifatida melamindan foydalanilgan. Ikkilamchi polietilen asosida olingan yangi turdagi polimer material namunalarining olovbardoshligi va oquvchanlik ko‘rsatkichlari Davlat standartlari asosida o‘rganilgan. Olingan namunalarning yonuvchanligini aniqlashda “Olovli truba” usulidan foydalanilgan. Ikkilamchi polietilen tarkibiga qo‘shilgan melamin olingan materialning yonuvchanlik xossasini kamaytirishi aniqlangan. Bu esa olingan mahsulotning qurilish sohasida ishlatilish samaradorligini oshirishi mumkinligi o‘rganilgan. Maqolada polimer materiallarini qayta ishlanish qobiliyatini ifodalovchi asosiy ko‘rsatkichlardan biri bo‘lgan oquvchanlik ko‘rsatkichi ham o‘rganilgan. Toza holatdagi polietilen namunalariga nisbatan komponent qo‘shilgan namunalardagi oquvchanlik koeffitsiyentining past bo‘lishi aniqlangan. Oquvchanlik ko‘rsatkichining kamayishi namuna tarkibiga qo‘shilgan komponentning kimyoviy tabiati, tarkibi va tuzilishiga uzviy bog‘liq ekanligi o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: ikkilamchi polietilen, yonuvchanlik, olovli truba, modifikatsiyalash, oquvchanlik, bog‘lovchi, melamin.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы получения полимерных материалов путем переработки отходов полиэтилена высокой плотности и исследования их свойств. В качестве химического связующего при синтезе этих новых полимерных материалов использовался меламин. Огнестойкость и характеристики текучести образцов, полученных из

переработанного полиэтилена, оценивались в соответствии с государственными стандартами. Для определения горючести полученных образцов применялся метод «огневой трубы». Установлено, что введение меламина в переработанный полиэтилен снижает горючесть получаемого материала. Результаты исследования свидетельствуют о том, что это может повысить пригодность материала для использования в строительной отрасли. В статье также рассматривается показатель текучести — ключевая характеристика технологичности полимерных материалов. Было выявлено, что образцы, содержащие данную добавку, демонстрируют более низкий коэффициент текучести по сравнению с образцами из чистого полиэтилена. Показано, что снижение текучести прямо пропорционально с химической природой, составом и структурой вводимого компонента.

Ключевые слова: вторичный полиэтилен, горючесть, огневой труба, модификация, текучесть, связующее, меламин.

Abstract. This article considers the production of polymer materials based on the secondary recycling of low-pressure, high-density polyethylene waste and the study of their properties. Melamine was used as a chemical binder in obtaining a new type of polymer materials. The fire resistance and melt flow index of the new polymer material samples obtained based on recycled polyethylene were studied in accordance with State Standards. The "Fire Tube" method was used to determine the flammability of the obtained samples. It was found that melamine added to the recycled polyethylene reduced the flammability property of the obtained material. This was studied as a factor that could increase the efficiency of using the obtained product in the construction industry. The article also examined the melt flow index, which is one of the main indicators representing the processability of polymer materials. It was determined that the melt flow coefficient was lower in the samples with the added component compared to pure polyethylene samples. The decrease in the melt flow index was studied as being directly dependent on the chemical nature, composition, and structure of the component added to the sample.

Keywords: Recycled polyethylene, flammability, fire tube, modification, melt flow index, binder, melamine.

Kirish. Plastmassalar arzon, yengil va bardoshli bo‘lib, turli xil mahsulotlarga, shakllarga va o‘lchamlarga osongina qoliplanishi mumkin, shuning uchun ularning global miqyosda keng qo'llanilishi ishlab chiqarish va foydalanishni ko‘paytirishga olib keladi. Kimyoviy qayta ishlash usuli global plastik chiqindilar muammosi uchun eng rivojlangan yechimlardan biridir. Ushbu keng qamrovli atama ya’ni kimyoviy qayta ishlash turli xil mahsulotlarga olib keladigan bir nechta texnologiyalarni o‘z ichiga oladi. Polietilen va polipropilenni kimyoviy qayta ishlashga so‘nggi yillarda plastik chiqindilar muammosi ortib borayotganligi sababli katta e’tibor qaratilmoqda. [1,2,3].

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqot ishlarida polietilendan tayyorlangan va xizmat muddatini o‘tagan turli xil chiqindi polietilen plyonkalari saralab olindi, mexanik qo‘shimchalardan birlamchi tozalandi va maydalandi. Maydalangan ikkilamchi polietilen chiqindisi metall zarrachalaridan tozalanib, issiq suvda bir necha bor yuvib olindi va quritildi. Tadqiqot davomida yangi turdagi polimer material olish uchun komponentlar 50:1 nisbatida (polietilen chiqindisi:melamin) gomogen aralashma olish maqsadida 115-140 ^{0}C haroratda 60 ayl/daqiqadagi ekstruderga joylandi. Olingan issiq aralashma sovitildi va granulyatordan o‘tkazildi.

Natijalar va muhokama. Polimer materiallarining yonuvchanligini aniqlash bo‘yicha keng tarqalgan usullardan biri bu - kislorod indeksidir. Ushbu usul plastmassalarning yonuvchanlik qobiliyatini baholashga asoslangan. Tadqiqotlar DavST 21793-76 va ISO 4589-1 talablari asosida amalga oshirildi.

Tadqiqot natijasida hosil qilingan polimer materiallarning ISO 4589-1 bo‘yicha ikkilamchi polietilenning kislorod indeksi 23,4 % ni tashkil etgan bo‘lsa, ikkilamchi polietilen + melamin asosidagi namunaning kislorod indeksi 25,1 % ni tashkil etadi. Yonish uchun sarflangan vaqt esa ikkilamchi polietilenda 133,4 soniyani tashkil etgan bo‘lsa, ikkilamchi polietilen + melamin asosidagi namunada 148,3 soniyani tashkil etganligi aniqlandi.

Tadqiqot davomida polimer materiallarini qayta ishlanish qobiliyatini ifodalovchi asosiy

ko‘rsatkichlaridan biri bo‘lgan oquvchanlik ko‘rsatkichi ham o‘rganildi. Namunalarning oquvchanligini aniqlash uchun dastlab polimer material granulalaridan 3 g miqdorda o‘lchab olindi va u metall ekstruzion kameraga joylandi. Tadqiqot uchun olingan namunalar zichlovchi moslama yordamida mexanik tarzda presslandi va uning ustidan 2160 g og‘irlikdagi yuklama joylashtirildi. Sinalayotgan namunalarning ishchi harorati 190 ºC etib belgilandi. Olingan tajriba ma’lumotlariga ko‘ra, ikkilamchi polietilenning oquvchanlik koeffitsiyenti 190 ^{0}C harorat va 10 daqiqa davomida 0,878 g ni tashkil etgan bo‘lsa, past bosimli ikkilamchi polietilenning melamin bilan 50:1 nisbatda hosil qilgan materialining 190 ^{0}C harorat va 10 daqiqa davomidagi oquvchanligi 0,820 g ekanligi aniqlandi.

Xulosa. Yuqoridagi natijalar asosida shu narsani aytish mumkinki, ikkilamchi polietilen tarkibiga qo‘shilgan melamin olingan materialning yonuvchanligini kamaytiradi. Polimer tarkibidagi melamin hisobiga yonganda koks hosil bo‘lish jarayoni tezlashadi. Koks hosil bo‘lishining birinchi muhim vazifasi gaz fazasiga yonuvchan mahsulot chiqishini kamaytirishi hisoblanadi. Bunda hosil bo‘lgan koks yonuvchan gaz oqimlarini alanga tomon kamaytiradi. Ikkilamchi polietilen sirtida hosil bo‘lgan koks yonuvchi material va alanga orasida materialni issiqlik oqimidan to‘sib qo‘yadi va issiqlikni o‘zgartiradi. Hosil bo‘lgan koks past issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega va u asosiy materialni alanganing issiqlik oqimidan ma’lum bir vaqtlarda himoya qiladi va yonuvchanligini pasaytiradi. Bu esa olingan mahsulotning qurilish sohasida ishlatilish samaradorligini oshiradi.

Polimer namunalarining oquvchanlik ko‘rsatkichi natijalaridan shuni xulosa qilish mumkinki, toza holatdagi polietilen namunalariga nisbatan komponent qo‘shilgan namunalardagi oquvchanlik koeffitsiyentining past bo‘lishligiga asosiy sabab, namuna tarkibiga qo‘shilgan komponentning kimyoviy tabiati, tarkibi, tuzilishiga uzviy bog‘liq ekanligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. Daria Fraczak “Chemical Recycling of Polyolefins (PE, PP): Modern Technologies and Products” Waste Material Recycling in the Circular Economy - Challenges and Developments. Page: 1-17. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99084

2. Бекназаров Э.М., Лутфуллаев С.Ш., Сайдалов Ф.М. Исследование ИК-спектры при переработке вторичных полимеров. Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 5(86). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11716

KONDENSATNI BARQARORLASHTIRISH JARAYONIDA QO‘LLANILADIGAN QUVURLI HAVOLI SOVUTISH USKUNASI (HSU) KONSTRUKSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH ORQALI ISSIQLIK ALMASHINISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Raximov G‘anisher Baxtiyorovich[1], O‘ralov Isroil Turdimurodovich[2]

[1]Qarshi davlat texnika universiteti, dotsenti t.f.d., professor.

[2]“O‘zneftgaz” AJ qurilish va ta’mirlash loyihalashtirish bo‘limi yetakchi xodimi.

Mail: ganisher.raximov1@inbox.ru

Annotatsiya: Maqolada neft-gaz sanoatida kondensatni barqarorlashtirish jarayonida qo‘llaniladigan quvurli havoli sovutish (HSA) issiqlik almashinish uskunasining konstruktiv va issiqlik almashinish samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Kondensatni barqarorlashtirish jarayonida texnologik oqimlarning belgilangan haroratgacha samarali sovitilishi mahsulot sifatini ta’minlash va energiya sarfini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. An’anaviy HSU qurilmalarida havo oqimining quvur yuzasi bo‘ylab notekis taqsimlanishi, issiqlik almashinish yuzasidan foydalanish darajasining pasayishi, oqimning ayrim zonalarida turg‘unliklarning hosil bo‘lishi hamda quvurlar orasidagi aerodinamik qarshilikning ortishi issiqlik almashinish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Tadqiqotda HSU konstruksiyasining asosiy elementlari, jumladan, quvur to‘plami, havo yo‘naltiruvchi elementlar, diffuzor va ventilyatorning

ishlash xususiyatlari tahlil qilindi. Issiqlik almashinish jarayonini jadallashtirish uchun havo oqimini bir tekis taqsimlash, quvur to‘plamining geometrik parametrlarini optimallashtirish va oqimning turbulentlik darajasini oshirishga asoslangan konstruktiv yechim taklif etildi. Taklif etilayotgan konstruksiya kondensatni barqarorlashtirish qurilmalarida issiqlik almashinish intensivligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: kondensat, kondensatni barqarorlashtirish, HSU, havoli sovutish apparati, issiqlik almashinuvi, issiqlik uzatish koeffitsiyenti, quvur to‘plami, havo oqimi, turbulentlik, aerodinamik qarshilik.

Аннотация: В статье исследованы вопросы совершенствования конструкции и повышения тепловой эффективности трубчатого аппарата воздушного охлаждения (АВО), применяемого в процессе стабилизации конденсата в нефтегазовой промышленности. Эффективное охлаждение технологических потоков до заданной температуры при стабилизации конденсата имеет важное значение для обеспечения качества продукта и снижения энергозатрат. В традиционных аппаратах воздушного охлаждения неравномерное распределение воздушного потока по поверхности труб, снижение степени использования поверхности теплообмена, образование застойных зон и увеличение аэродинамического сопротивления между трубами могут отрицательно влиять на эффективность теплообмена. В исследовании проанализированы особенности работы основных элементов конструкции аппарата, включая трубный пучок, воздухонаправляющие элементы, диффузор и вентилятор. Для интенсификации теплообмена предложено конструктивное решение, основанное на равномерном распределении воздушного потока, оптимизации геометрических параметров трубного пучка и повышении степени турбулентности потока. Предлагаемая конструкция позволяет повысить интенсивность теплообмена и снизить энергозатраты в установках стабилизации конденсата.

Ключевые слова: конденсат, стабилизация конденсата, АВО, аппарат воздушного охлаждения, теплообмен, коэффициент теплопередачи, трубный пучок, воздушный поток, турбулентность, аэродинамическое сопротивление.

Abstract: The article investigates the improvement of the design and heat transfer efficiency of a tubular air-cooled heat exchanger (ACHE) used in the condensate stabilization process in the oil and gas industry. Efficient cooling of process streams to the required temperature during condensate stabilization is important for ensuring product quality and reducing energy consumption. In conventional air-cooled heat exchangers, non-uniform distribution of the air flow over the tube surfaces, reduced utilization of the heat transfer surface, formation of stagnant zones, and increased aerodynamic resistance between the tubes can negatively affect heat transfer efficiency. The study analyzes the operating characteristics of the main structural elements of the ACHE, including the tube bundle, air-guiding elements, diffuser, and fan. To intensify heat transfer, a design solution based on uniform air-flow distribution, optimization of the geometric parameters of the tube bundle, and an increase in flow turbulence is proposed. The proposed design makes it possible to increase heat transfer intensity and reduce energy consumption in condensate stabilization units.

Keywords: condensate, condensate stabilization, ACHE, air-cooled heat exchanger, heat transfer, heat transfer coefficient, tube bundle, air flow, turbulence, aerodynamic resistance.

Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida tabiiy gaz tarkibidagi og‘ir uglevodorodlarni ajratib olish natijasida hosil bo‘ladigan gaz kondensatini barqarorlashtirish muhim texnologik jarayonlardan biri hisoblanadi. Kondensat tarkibidagi yengil uglevodorod komponentlarini ajratish orqali mahsulotning bug‘lanish xususiyatlari yaxshilanadi, saqlash va tashish jarayonlarida xavfsizlik darajasi oshadi.

Kondensatni barqarorlashtirish texnologik jarayonida issiqlik almashinish uskunalari oqimlarni qizdirish va sovitish uchun keng qo‘llaniladi. Ayniqsa, suv sarfini kamaytirish va sovitish jarayonini atmosfera havosi yordamida amalga oshirish imkonini beruvchi havoli sovutish uskunalari (HSU) sanoat korxonalarida muhim ahamiyatga ega.

HSU qurilmalarining ishlash samaradorligi texnologik muhit bilan havo o‘rtasidagi issiqlik almashinish jarayoniga bog‘liq. Bunda quvur yuzasining konstruksiyasi, quvur to‘plamining joylashuvi, havo tezligi, quvurlar oralig‘i, ventilyator unumdorligi va havo oqimining taqsimlanishi asosiy omillar hisoblanadi.

An’anaviy konstruksiyalarda havo oqimining quvur to‘plami bo‘ylab bir xil taqsimlanmasligi natijasida ayrim quvurlarda issiqlik almashinish intensivligi yuqori, boshqa zonalarda esa past bo‘lishi mumkin. Bu holat umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyentining pasayishiga va qurilmaning o‘rnatilgan issiqlik almashinish yuzasidan to‘liq foydalanilmasligiga olib keladi.

Shu sababli kondensatni barqarorlashtirish jarayonida ishlatiladigan HSA qurilmalarining konstruksiyasini takomillashtirish va havo oqimini samarali boshqarish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biridir.

Tadqiqot obyekti sifatida kondensatni barqarorlashtirish texnologik tizimida qo‘llaniladigan quvurli havoli sovutish apparati qabul qilindi. Qurilmaning asosiy konstruktiv elementlari quvur to‘plami, issiqlik almashinish yuzasi, havo kamerasi, diffuzor va ventilyatordan tashkil topadi.

Issiqlik almashinish jarayonining samaradorligini baholashda umumiy issiqlik balansi asos qilib olinadi:

$$Q = KF\Delta T_{o‘rt}$$

bu yerda:

- Q — uzatilgan issiqlik miqdori, W;
- K — umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti, $W/(m^2 \cdot K)$;
- F — issiqlik almashinish yuzasi, m^2;
- $\Delta T_{o‘rt}$— o‘rtacha logarifmik haroratlar farqi, K.

Havo tomonidagi issiqlik almashinish jarayonida oqim tezligi muhim parametr hisoblanadi. Havo tezligining ortishi quvur yuzasidagi chegara qatlamining yupqalashishiga va turbulentlikning kuchayishiga olib kelib, issiqlik berish koeffitsiyatini oshirishi mumkin.

Oqim rejimini baholash uchun Reynolds sonidan foydalaniladi:

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu}$$

bu yerda:

- ρ — havo zichligi, kg/m³;
- v — havo tezligi, m/s;
- d — xarakterli diametr, m;
- μ — dinamik qovushqoqlik, Pa·s.

Tadqiqot davomida mavjud HSU konstruksiyasidagi havo oqimining taqsimlanishi va takomillashtirilgan konstruksiyada oqimning quvur to‘plamiga kirish sharoitlari tahlil qilindi.

An’anaviy havoli sovutish qurilmalarida ventilyator tomonidan hosil qilingan havo oqimi quvur to‘plamiga kirishda bir xil tezlik profiliga ega bo‘lmasligi mumkin. Ayniqsa, quvur to‘plamining markaziy va chekka qismlarida havo tezligining farqlanishi kuzatiladi.

Natijada:

- ayrim quvurlarda issiqlik almashinish intensivligi pasayadi;
- issiqlik almashinish yuzasidan foydalanish darajasi kamayadi;
- qurilmaning umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti pasayadi;
- ventilyatorning energiya sarfi ortishi mumkin;
- kondensatning talab etilgan haroratgacha sovitilishi qiyinlashadi.

Ushbu muammoni bartaraf etish uchun HSU konstruksiyasini takomillashtirishda havo oqimini yo‘naltiruvchi va bir tekis taqsimlovchi elementlardan foydalanish taklif etiladi.

Takomillashtirilgan konstruksiyada ventilyatordan chiqayotgan havo diffuzor orqali kengaytirilib, maxsus yo‘naltiruvchi plastinalar yordamida quvur to‘plamining barcha qismlariga taqsimlanadi. Bunda havo oqimining markaziy qismda haddan tashqari zichlashishi va chekka zonalarda kamayishi cheklanadi.

Bundan tashqari, quvurlar oralig‘ini oqimning aerodinamik xususiyatlarini hisobga olgan holda tanlash maqsadga muvofiq. Quvurlar orasidagi masofa haddan tashqari kichik bo‘lsa, havo

tomonidagi bosim yo‘qotilishi ortadi. Juda katta masofada esa qurilmaning o‘lchamlari va metall sarfi oshishi mumkin.

Shuning uchun konstruktiv parametrlar issiqlik almashinish samaradorligi va aerodinamik qarshilik o‘rtasidagi maqbul nisbatni ta’minlashi kerak.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kondensatni barqarorlashtirish jarayonida ishlatiladigan HSU qurilmasining issiqlik almashinish samaradorligini oshirish uchun quyidagi konstruktiv yechimlar taklif etiladi:

1. Havo oqimini yo‘naltiruvchi plastinalarni o‘rnatish. Ular ventilyatordan kelayotgan havoni quvur to‘plamining butun kesimi bo‘yicha bir tekis taqsimlashga xizmat qiladi.

2. Quvurlar oralig‘ini optimallashtirish. Quvurlar qadami havo oqimining gidravlik qarshiligi va issiqlik almashinish intensivligini hisobga olgan holda belgilanadi.

3. Diffuzor konstruksiyasini takomillashtirish. Diffuzorning geometrik shakli havo tezligining keskin o‘zgarishini kamaytirib, quvur to‘plamiga bir tekis oqim kirishini ta’minlaydi.

4. Issiqlik almashinish yuzasini rivojlantirish. Qovurg‘ali quvurlardan foydalanish orqali havo bilan kontaktdagi samarali issiqlik almashinish yuzasi oshiriladi.

5. Havo tezligini optimal tanlash. Havo tezligining oshirilishi issiqlik berish intensivligini kuchaytiradi, biroq haddan tashqari yuqori tezlik ventilyatorning energiya sarfi va aerodinamik qarshilikning ortishiga olib kelishi mumkin.

Ushbu yechimlarning kompleks qo‘llanilishi HSU qurilmasida issiqlik va gidrodinamik jarayonlarni o‘zaro muvofiqlashtirish imkonini beradi.

HSU qurilmasining samaradorligi nafaqat issiqlik almashinish yuzasiga, balki havo oqimining ushbu yuzadan qanday foydalanishiga ham bog‘liq. Havo oqimining notekis taqsimlanishi issiqlik almashinish yuzasining bir qismini samarasiz ishlashiga sabab bo‘ladi.

Takomillashtirilgan konstruksiyada havo oqimini yo‘naltirish orqali quvurlar yuzasida oqim tezligining nisbatan bir tekis taqsimlanishiga erishish mumkin. Buning natijasida issiqlik almashinish jarayonida foydalaniladigan samarali yuza ortadi.

Bundan tashqari, oqimning turbulentlik darajasini oshirish quvur devori yaqinidagi chegara qatlamini kamaytirib, issiqlik berish jarayonini jadallashtiradi. Biroq konstruksiyani loyihalashda aerodinamik qarshilik ham hisobga olinishi kerak.

Shunday qilib, HSU qurilmasining optimal konstruksiyasi issiqlik almashinish intensivligi, havo sarfi, bosim yo‘qotilishi va ventilyator energiya sarfi o‘rtasidagi maqbul nisbat asosida tanlanishi lozim.

Kondensatni barqarorlashtirish jarayonida bunday konstruktiv takomillashtirish texnologik oqimning belgilangan harorat parametrlariga barqaror erishishiga va sovitish tizimining ekspluatatsion samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kondensatni barqarorlashtirish jarayonida qo‘llaniladigan havoli sovutish qurilmalarining issiqlik almashinish samaradorligi havo oqimining quvur to‘plami bo‘ylab taqsimlanishi, quvurlar geometrik joylashuvi, havo tezligi va aerodinamik qarshilik kabi omillarga bevosita bog‘liq.

Tadqiqot natijasida HSU konstruksiyasini takomillashtirishning asosiy yo‘nalishlari sifatida havo oqimini yo‘naltiruvchi plastinalardan foydalanish, diffuzor konstruksiyasini optimallashtirish, quvurlar oralig‘ini maqbullashtirish, qovurg‘ali quvurlardan foydalanish va havo tezligini optimal tanlash taklif etildi.

Kondensatni barqarorlashtirish jarayonida qo‘llaniladigan HSUqurilmasida havo oqimini quvur to‘plamining butun yuzasi bo‘yicha bir tekis taqsimlashga yo‘naltirilgan takomillashtirilgan oqim taqsimlash konstruksiyasini qo‘llash asoslandi. Ushbu yechim issiqlik almashinish yuzasidan samarali foydalanish va issiqlik uzatish jarayonini jadallashtirishga qaratilgan.

Taklif etilgan konstruktiv yechimni keyingi bosqichda laboratoriya yoki sanoat sharoitida tajriba-sinovdan o‘tkazish orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti, havo sarfi, bosim yo‘qotilishi va energiya samaradorligining miqdoriy ko‘rsatkichlarini aniqlash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Рахимов, Г. Б., & Уралов, И. Т. (2026). Повышение эффективности теплообмена трубчатого теплообменника. *Chemical technology*, *138*(2), 143.

2. Khurmamatov, A., Rakhimov, G., Murtazayev, F., & Buronov, F. (2025, July). Increasing the efficiency of heat exchanging by improving the design of heat exchanger devices. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3304, No. 1, p. 030059). AIP Publishing LLC.

3. Rakhimov, G. (2023). Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmalaridagi issiqlik almashinish samaradorligini gidrodinamik parametlariga ta'sirini o 'rganish. *Innovatsion texnologiyalar*, *51*(03), 77-86.

4. Ganisher, R. (2023). Increasing the efficiency of heat exchange by changing the construction of a shell and tube heat exchanger. *Universum: технические науки*, (5-8 (110)), 21-24.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВЕТИЯ

Раззаков Тура Холмурадович
доцент Каршинского государственного технического университета
ORCID ID**:** 0009-0007-1504-5403
E-mail: tura.razzakov1954@gmail.com
Рустамов Фаёз Акрам угли
магистр Каршинского государственного технического университета

Аннотация. В статье систематизированы ключевые эксплуатационные свойства моторных масел, определяющие надёжность, ресурс и экономичность двигателей внутреннего сгорания. Рассмотрены роль базового масла и функциональных присадок, вязкостно-температурные, противоизносные, антифрикционные, антиокислительные и моюще-диспергирующие характеристики. Показана связь свойств масла с режимом эксплуатации двигателя и требованиями систем нейтрализации отработавших газов. Обобщены современные тенденции: применение маловязких энергосберегающих составов, низкозольных технологий, синтетических базовых масел, адаптивных пакетов присадок и мониторинга состояния масла. Сделан вывод о необходимости комплексного подбора масла по требованиям изготовителя, климату и фактической нагрузке.

Ключевые слова: моторное масло, вязкость, SAE J300, присадки, износ, трение, окислительная стабильность, моюще-диспергирующие свойства, Low SAPS, двигатель внутреннего сгорания.

Annotatsiya. Maqolada ichki yonuv dvigatellarining ishonchliligi, resursi va iqtisodiy samaradorligini belgilovchi motor moylarining asosiy ekspluatatsion xususiyatlari tizimlashtirilgan. Bazaviy moy va funksional prisadkalarning roli, yopishqoqlik-harorat, yeyilishga qarshi, antifriksion, antioksidlanish hamda yuvish-disperslash xossalari ko'rib chiqilgan. Moy xossalarining dvigatelning ishlash rejimi va ishlatilgan gazlarni neytrallash tizimlari talablari bilan bog'liqligi ko'rsatilgan. Energiya tejamkor kam yopishqoq tarkiblar, kam kulli texnologiyalar, sintetik bazaviy moylar, moslashuvchan prisadkalar paketlari va moy holatini monitoring qilish kabi zamonaviy yo'nalishlar umumlashtirilgan. Moyni ishlab chiqaruvchi talablari, iqlim sharoiti va haqiqiy yuklamani hisobga olgan holda kompleks tanlash zarurligi haqida xulosa qilingan.

Kalit so'zlar: motor moyi, yopishqoqlik, SAE J300, prisadkalar, yeyilish, ishqalanish, oksidlanish barqarorligi, yuvish-disperslash xossalari, Low SAPS, ichki yonuv dvigateli.

Abstract. The article systematizes the key performance properties of engine oils that determine the reliability, service life, and efficiency of internal combustion engines. The role of base oil and functional additives as well as viscosity-temperature, antiwear, antifriction, oxidation stability, and detergent-dispersant properties are considered. The relationship between oil properties, engine operating conditions, and the requirements of exhaust aftertreatment systems is shown. Current trends are summarized, including low-viscosity energy-saving formulations, low-SAPS

technologies, synthetic base oils, adaptive additive packages, and oil condition monitoring. It is concluded that engine oil should be selected comprehensively with due regard for manufacturer specifications, climate, and actual operating load.

Keywords: engine oil, viscosity, SAE J300, additives, wear, friction, oxidation stability, detergent-dispersant properties, Low SAPS, internal combustion engine.

Введение. Моторное масло является функциональным элементом системы смазки двигателя внутреннего сгорания. Оно разделяет сопряжённые поверхности масляной плёнкой, отводит теплоту из зон трения, защищает детали от коррозии, переносит продукты износа к фильтру и препятствует формированию отложений. При этом масло работает в переменных температурных, скоростных и нагрузочных режимах, контактирует с кислородом, продуктами сгорания и топливом. Поэтому его качество нельзя оценивать одним параметром: требуемый результат обеспечивается согласованной работой базовой основы и пакета присадок [1, 2].
Цель обзора — обобщить свойства моторных масел, которые имеют первостепенное значение для эксплуатационной надёжности современных двигателей, и показать направления развития смазочных композиций. В основу положены материалы главы «Эксплуатационные свойства моторных масел» с сопоставлением их с требованиями международных классификаций SAE, API, ACEA и ILSAC.

Обзор основных эксплуатационных свойств моторных масел

Современное масло представляет собой композицию базового масла и присадок. Минеральные основы доступны по стоимости, но обычно уступают синтетическим по низкотемпературной текучести и устойчивости к окислению. Полусинтетические продукты занимают промежуточное положение. Синтетические базовые масла характеризуются более однородным составом, повышенной термостабильностью и расширенным диапазоном рабочих температур, что особенно важно для турбированных и высокофорсированных двигателей.

Эксплуатационный уровень масла описывается несколькими системами. SAE J300 нормирует вязкостные классы; API и ILSAC задают испытательные требования главным образом для бензиновых двигателей, а ACEA учитывает европейские требования, включая совместимость с системами доочистки выхлопа. Маркировка на упаковке не заменяет руководства изготовителя: допустимость конкретного продукта определяется одновременно классом вязкости, требуемой спецификацией и сервисным интервалом [3–6].

Таблица 1.

Функциональная характеристика основных свойств моторных масел

Группа свойств	Функция в двигателе	Основные показатели
Вязкостно-температурные	Пуск, прокачиваемость, несущая способность плёнки	SAE, кинематическая и высокотемпературная вязкость, индекс вязкости
Противоизносные и антифрикционные	Снижение износа и механических потерь	трибологические испытания, состав присадок
Окислительная стабильность	Сохранение свойств в сервисе	индукционный период, TBN, TAN, ИК-контроль
Моюще-диспергирующие	Чистота поршней и удержание загрязнений	шлам, лак, диспергирование сажи

Вязкостно-температурные свойства

Вязкость определяет сопротивление течению масла и способность создавать гидродинамическую или эластогидродинамическую плёнку. При холодном пуске чрезмерная вязкость ухудшает прокачиваемость, увеличивает момент проворачивания коленчатого вала и задерживает подачу масла к нагруженным парам. При высокой температуре излишнее разжижение уменьшает толщину плёнки и повышает риск перехода к граничному трению.

Следовательно, практическая задача состоит не в выборе максимальной вязкости, а в сохранении оптимального диапазона во всех характерных режимах.

По SAE J300 индекс с буквой W характеризует низкотемпературные свойства, а второе число отражает диапазон вязкости при рабочей температуре. Всесезонные классы 0W-20, 0W-30, 5W-30, 5W-40 и 10W-40 позволяют адаптировать масло к климату и конструкции двигателя. Малые значения перед W целесообразны при низких температурах и при допуске изготовителя; более высокий второй индекс применяется, когда необходима повышенная вязкость при нагреве. Существенными характеристиками остаются индекс вязкости, испаряемость и устойчивость к сдвигу полимерного модификатора вязкости [3].

На состояние вязкости влияют также разбавление топливом, окисление и накопление сажи. Разбавление снижает вязкость и несущую способность плёнки, тогда как окисление и сажа могут её увеличивать. Лабораторный анализ отработанного масла позволяет обнаружить оба сценария и скорректировать интервал замены до возникновения повреждений.

Противоизносные и антифрикционные свойства

В узлах, где полноценная жидкостная плёнка не успевает сформироваться — в зоне поршневых колец, кулачков газораспределительного механизма, при пуске и резком изменении нагрузки — возрастает значение граничной смазки. Здесь активные компоненты присадок адсорбируются или химически взаимодействуют с поверхностью металла, формируя защитный трибологический слой. Он уменьшает прямой контакт микронеровностей и снижает интенсивность схватывания.

Распространёнными компонентами пакета являются цинк-диалкилдитиофосфаты (ZDDP), органические соединения молибдена, борсодержащие и беззольные противоизносные присадки. ZDDP обеспечивает эффективную защиту от износа, но фосфор и зольные компоненты требуют ограничения в маслах для двигателей с каталитическими нейтрализаторами и фильтрами твёрдых частиц. Поэтому современные рецептуры подбирают баланс между противоизносной защитой, экономией топлива и совместимостью с системой очистки выхлопа [5, 7].

Антифрикционные свойства важны и с точки зрения экономичности. Снижение потерь на трение в подшипниках, цилиндропоршневой группе и приводе газораспределения уменьшает расход топлива. Однако применение маловязкого масла оправдано только при соблюдении требования изготовителя, поскольку конструкция масляного насоса, зазоры и тепловой режим конкретного двигателя рассчитаны на определённый класс вязкости.

Окислительная стабильность и моюще-диспергирующие свойства

Окисление масла имеет цепной свободнорадикальный характер и ускоряется с ростом температуры, времени работы, доступа кислорода и присутствия металлических катализаторов. Продуктами деградации становятся кислоты, смолы, лаки и нерастворимые частицы. Они увеличивают вязкость, вызывают коррозию и формируют отложения на поршнях, кольцах, в каналах смазки и турбокомпрессоре. Особенно высока тепловая нагрузка в зоне поршневых колец и в подшипниковом узле турбокомпрессора.

Устойчивость к окислению обеспечивается качеством базового масла и антиоксидантами. Для контроля состояния применяют измерение кислотного числа (TAN), щелочного числа (TBN), инфракрасную спектроскопию, методы RPVOT и PDSC. Снижение TBN показывает истощение нейтрализующего резерва, а рост TAN отражает накопление кислых продуктов. Оценка должна быть комплексной: отдельный показатель не даёт полного представления о работоспособности масла [8, 9].

Моющие присадки очищают нагретые поверхности и нейтрализуют кислые продукты, а диспергирующие удерживают сажу, нагар и продукты износа во взвешенном состоянии. Их согласованная работа предотвращает выпадение шлама и залегание колец. В режиме коротких поездок нагрузка на эту систему возрастает вследствие конденсации влаги, неполного сгорания топлива и частых холодных пусков. В дизельных двигателях дополнительным фактором является сажа, способная повышать вязкость и катализировать окисление.

Современные тенденции развития

Первое направление — снижение вязкости при сохранении защиты от износа. Масла классов 0W-20 и 0W-16 снижают гидродинамические потери и улучшают холодный пуск, но требуют точного соответствия спецификации двигателя. Второе направление — Low SAPS-рецептуры с пониженным содержанием сульфатной золы, фосфора и серы. Они помогают сохранить ресурс каталитических нейтрализаторов и сажевых фильтров, но усложняют подбор противоизносной и моющей системы [5].

Третье направление связано с увеличением ресурса: синтетические основы групп IV–V, более стойкие антиоксиданты и улучшенные диспергирующие компоненты позволяют расширять сервисные интервалы при контролируемых условиях эксплуатации. Четвёртое направление — масла для гибридных силовых установок, где частые пуски, невысокая средняя температура и возможное разбавление топливом предъявляют специальные требования к защите от коррозии, чистоте и стабильности вязкости.

Перспективны технологии модификации трения наноструктурированными материалами и интеллектуальный мониторинг масла по данным датчиков и лабораторного анализа. Их практическое внедрение должно подтверждаться совместимостью с фильтрами, уплотнениями и системами нейтрализации, а также результатами стандартизированных моторных испытаний. Наиболее зрелым подходом остаётся не отдельная «универсальная» присадка, а сбалансированная рецептура, адаптированная к конкретной спецификации [7, 10].

Заключение

Эксплуатационные свойства моторного масла формируются взаимосвязанной системой параметров. Вязкостно-температурные характеристики определяют пуск, прокачиваемость и устойчивость смазочной плёнки; противоизносные и антифрикционные свойства — защиту нагруженных пар трения и механические потери; окислительная стабильность и моюще-диспергирующие свойства — сохранение чистоты двигателя и работоспособности масла в течение межсервисного интервала.

Рациональный выбор должен учитывать предписанный изготовителем класс SAE и уровень API, ACEA или ILSAC, климат, режим движения, наличие турбонаддува и систем доочистки выхлопа. Современное развитие масел направлено на снижение расхода топлива, увеличение ресурса и экологическую совместимость, однако расширение интервала замены оправдано только при соблюдении требований изготовителя и, для тяжёлых условий, при контроле состояния отработанного масла.

Список литературы

1. Mang T., Dresel W. Lubricants and Lubrication. 3rd ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2017.

2. Mortier R. M., Fox M. F., Orszulik S. T. Chemistry and Technology of Lubricants. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2010.

3. SAE International. SAE J300 Engine Oil Viscosity Classification. Warrendale, PA: SAE International.

4. American Petroleum Institute. Engine Oil Licensing and Certification System. API 1509. Washington, DC: API.

5. European Automobile Manufacturers Association. ACEA Oil Sequences for Light Duty Engine Oils. Brussels: ACEA.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ШТАНГОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ПРИ ДОБЫЧЕ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

Б.Ю. Номозов,
доцент кафедры «Нефтегазового дело
и технология переработки нефти и газа»
Каршинский государственный технический университет

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности эксплуатации скважин, добывающих высоковязкую нефть, с применением штанговых скважинных насосных установок. Основное внимание уделено снижению эксплуатационных расходов и уменьшению энергопотребления в процессе работы оборудования. Авторами предложена усовершенствованная конструкция длинноходовой насосной установки, оснащённой плунжерным насосом с золотниковым клапанным механизмом. Использование данной конструкции способствует улучшению наполнения насоса, повышению стабильности его работы и увеличению общей производительности установки при эксплуатации скважин с высоковязкой нефтью.

Ключевые слова: Осложнённые условия, длинноходовая глубинно-насосная установка, штанговый насос, золотниковый клапан.

YUQORI QOVUSHQOQLIKDAGI NEFTNI QAZIB OLISHDA SHTANGALI NASOS QURILMASI ISHINI TAHLIL QILISH

Annotatsiya. Maqolada shtangali nasos qurilmalari yordamida yuqori qovushqoqlikdagi neftni qazib oluvchi quduqlarning ekspluatatsiya samaradorligini oshirish masalasi ko‘rib chiqiladi. Bunda uskunani ishlatish jarayonida ekspluatatsiya xarajatlari va energiya sarfini kamaytirishga alohida e’tibor qaratiladi. Mualliflar zolotnikli klapan mexanizmiga ega plunjerli nasos bilan jihozlangan, uzun yurishli nasos qurilmasining takomillashtirilgan konstruksiyasini taklif etadilar. Ushbu konstruksiya yuqori qovushqoqlikdagi neftni qazib olishda nasosning to‘lish darajasini oshiradi, ish barqarorligini yaxshilaydi va qurilmaning umumiy unumdorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Murakkab sharoitlar, uzun yurishli shtangali nasos qurilmasi, shtangali nasos, zolotnikli klapan.

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF ROD PUMP UNITS IN PRODUCING HIGH-VISCOSITY OIL

Abstract. The article discusses the issues of increasing the efficiency of operation of wells producing high-viscosity oil using sucker rod pumping units. The focus is on reducing operating costs and reducing power consumption during equipment operation. The authors proposed an improved design of a long-stroke pumping unit equipped with a plunger pump with a slide valve mechanism. The use of this design improves the filling of the pump, increases the stability of its operation and increases the overall productivity of the installation when operating wells with high-viscosity oil.

Keywords: Complicated conditions, long-stroke downhole pumping unit, sucker-rod pump, slide valve.

Одним из важных направлений развития нефтедобывающей отрасли является повышение эффективности разработки месторождений с высоковязкой нефтью. В современных условиях особую актуальность приобретает создание новых и совершенствование существующих технологических решений, направленных на снижение эксплуатационных и энергетических затрат, а также увеличение межремонтного периода работы оборудования за счёт уменьшения осложнений, возникающих при добыче высоковязкой продукции.

Существенную роль в обеспечении экономической эффективности разработки месторождений играет правильный выбор способа эксплуатации скважин. От принятого метода добычи во многом зависят производительность скважины, стабильность работы оборудования и общая рентабельность нефтедобычи. Выбор технологии эксплуатации определяется совокупностью геолого-технических факторов, включая горно-геологические условия, физико-химические свойства пластовых флюидов, состав добываемой продукции и ожидаемые дебиты скважин. При этом основным критерием выбора остаётся технико-экономическая эффективность применяемого оборудования.

На современном этапе значительная часть нефтяных месторождений находится на поздней стадии разработки, вследствие чего всё большее значение приобретает добыча высоковязких нефтей. Особенно характерна данная тенденция для длительно эксплуатируемых месторождений, где широко применяются штанговые скважинные насосные установки. Распространённость данного способа добычи объясняется его конструктивной простотой, высокой надёжностью и удобством технического обслуживания.

Штанговые насосные установки продолжают оставаться одним из наиболее востребованных видов оборудования в нефтедобыче и используются для подъёма пластовой жидкости с повышенной вязкостью. Однако эксплуатация таких установок в условиях высоковязкой нефти сопровождается рядом технологических осложнений. При увеличении вязкости продукции ухудшается наполнение насоса, снижается коэффициент полезного действия, возрастает вероятность нарушения работы клапанных узлов, а также появления эффектов зависания и залипания насосных штанг. Указанные факторы приводят к снижению производительности оборудования и увеличению затрат на эксплуатацию и ремонт.

Одним из эффективных направлений повышения производительности штанговых скважинных насосных установок является применение длинноходового режима работы глубинного насоса. Использование увеличенной длины хода позволяет снизить частоту качаний привода при сохранении требуемой производительности, что положительно влияет на долговечность скважинного оборудования и уменьшает интенсивность его износа.

Преимущество длинноходовых установок особенно заметно при анализе потерь рабочего хода плунжера, возникающих вследствие деформации колонны насосных штанг и насосно-компрессорных труб. Например, при одинаковых условиях эксплуатации и одинаковой производительности насосов потери хода плунжера могут составлять около 0,3 м. В установке с длиной хода 3 м такие потери достигают примерно 10% рабочего хода, тогда как при длине хода 20 м данный показатель снижается до 1,5%. Это свидетельствует о значительном повышении эффективности работы оборудования при использовании длинноходового режима.

Современные безбалансирные приводы позволяют реализовывать широкий диапазон длины хода — от нескольких метров до десятков метров, что создаёт возможности для подбора оптимального режима эксплуатации в зависимости от условий конкретной скважины.

Для определения наиболее эффективной длины хода был проведён эксперимент на опытной скважине. В колонну насосно-компрессорных труб диаметром 73 мм была спущена колонна цилиндров длиной 38 м и диаметром 44 мм, оснащённая всасывающим клапаном. Далее с использованием агрегата для свабирования в цилиндр был спущен плунжер с нагнетательным клапаном. Возвратно-поступательное движение плунжера осуществлялось при постоянной скорости перемещения 1 м/с, при этом длина хода изменялась в диапазоне от 5 до 35 м с интервалом 5 м. Для каждого режима выполнялось по пять двойных ходов, а объём извлечённой жидкости измерялся с помощью мерной ёмкости.

Результаты эксперимента показали, что при увеличении длины хода от 5 до 20 м коэффициент подачи насоса существенно возрастает. Однако дальнейшее увеличение длины хода не приводит к заметному улучшению показателей работы установки. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что наиболее рациональной длиной хода для рассматриваемых условий эксплуатации является значение около 20 м.

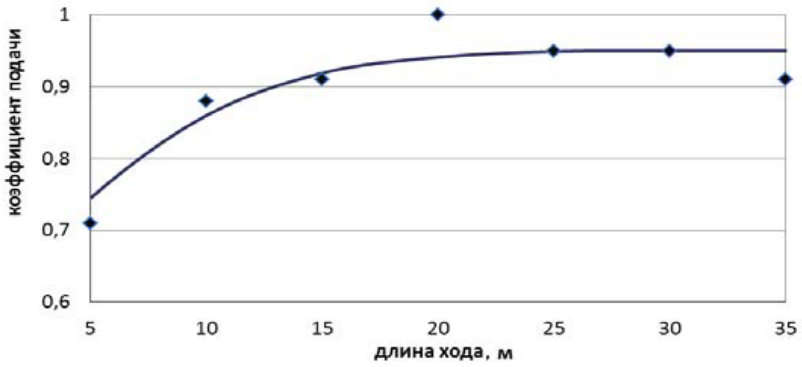


Рис. 1. Зависимость коэффициента подачи от длины хода

Одним из приоритетных направлений совершенствования скважинного оборудования для добычи высоковязкой нефти является повышение эффективности работы штанговых глубинных насосов. Достичь этого возможно за счёт увеличения площади проходных сечений клапанных узлов, а также применения клапанных механизмов с принудительным открытием и закрытием запорных элементов.

В большинстве серийно выпускаемых штанговых насосов используются шаровые клапаны, отличающиеся простотой конструкции, надёжностью и удобством эксплуатации. Несмотря на широкое распространение, применение таких клапанов при добыче высоковязкой нефти сопровождается рядом технологических ограничений. Одной из основных проблем является недостаточная пропускная способность клапанных узлов, обусловленная сравнительно малыми размерами проходных каналов плунжера и клапана. В условиях перекачивания вязкой жидкости это приводит к увеличению гидравлических сопротивлений, ухудшению наполнения насоса и снижению его производительности.

Кроме того, повышенное сопротивление движению жидкости способствует возникновению осложнений в работе насосного оборудования, включая зависание колонны насосных штанг во время хода плунжера вниз. Подобные явления отрицательно сказываются на стабильности эксплуатации скважины, увеличивают нагрузку на привод и способствуют росту энергозатрат.

Проведённые исследования позволили предложить ряд новых технологических решений для штанговых глубинных насосных установок, ориентированных на эксплуатацию скважин с высоковязкой нефтью. Использование усовершенствованных клапанных устройств обеспечивает снижение гидравлических потерь, улучшение наполнения насоса и повышение эффективности работы установки в целом. В результате достигается уменьшение потребления электроэнергии, повышение дебита скважин и увеличение эксплуатационной надёжности оборудования.

Список литературы

1. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. ООО “Недра-Бизнесцентр”, 2000. 653 с.

2. Ященко И.Г., Полищук Ю.М. Трудноизвлекаемые запасы нефти Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Нефтепромысловое дело. 2008. № 8. С. 11-18.

3. Галимуллин М.Л., Абдюкова Р.Я., Зиякаев З.Н. Анализ состояния клапанных парштанговых глубинных насосов, поступающих на капитальный ремонт. Проблемы нефтедобычи ВолгоУральского региона: Тез. докл. V межвузов. науч.-метод. конф. 2000. С.137.

SIRT FAOL MODDALAR VA STATISTIK TAHLIL USULLARINI QO‘LLAGAN HOLDA NEFTNI DEEMULGIRLASH VA CHUQUR SUVSIZLANTIRISH JARAYONLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Sattorov M.O.[1], Nadirov K.S.[2]
[1]Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston
[2]Janubiy Qozog‘iston ilmiy-tadqiqot universiteti, Shimkent, Qozog‘iston

Annotatsiya. Zamonaviy neft-gaz sanoatining eng dolzarb muammolaridan biri — qazib olinayotgan mahsulotlarning suv bilan ta’minlanish darajasining ortib borishi bo‘lib, bu «suv neftda» (S/N) tipidagi termodinamik barqaror emulsiyalarning hosil bo‘lishiga olib keladi. Ushbu tizimlarni samarali buzish uskunalarning korroziyasini, quvurlardagi bosimning pasayishini oldini olish va neftni qayta ishlash zavodlaridagi qimmatbaho katalizatorlarni tuzlar bilan zaharlanishdan himoya qilish uchun juda muhimdir. Ushbu ishda ionogen bo‘lmagan deemulgatorlar - propargil spirti (PS) va trietilenglikol (TG) ning samaradorligi cho‘kma usuli («Bottle Test») yordamida o‘rganiladi. Jarayonni tizimli ravishda optimallashtirish uchun javob yuzasi (RSM) metodologiyasi markaziy kompozitsion rejalashtirish (CCD) bilan birgalikda qo‘llanildi. Tadqiqot beshta o‘zgaruvchini qamrab oldi: reagent dozasi, toluol konsentratsiyasi, bosim farqi, harorat va tindirish vaqti. Kasr omilli tajriba yordamida omillarni skrining qilish doza, harorat va vaqtning koalassensiya kinetikasiga dominant ta’sirini aniqlash imkonini berdi. Statistik tahlil ishlab chiqilgan matematik modellarning yuqori aniqligini tasdiqladi (R^2>0,95). Maqsadga muvofiqlik funksiyasini qo‘llash suvsizlantirish chuqurligini 99,99% darajasida ta’minlaydigan optimal texnologik parametrlarni aniqlash imkonini berdi. Tadqiqot natijalari neft tayyorlash jarayonlarining maksimal operatsion samaradorligi va ekologik xavfsizligiga erishish uchun statistik modellashtirish va zamonaviy sirt faol moddalarni integratsiyalashning strategik ahamiyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: xom neft, emulsiya, propargil spirti, trietilenglikol, sedimantatsiya, taranglik, deemulgirlash

Аннотация. Одной из наиболее актуальных проблем современной нефтегазовой отрасли является рост обводнённости добываемой продукции, что приводит к образованию термодинамически устойчивых эмульсий типа «вода в нефти» (В/Н). Эффективное разрушение этих систем крайне важно для предотвращения коррозии оборудования и снижения потерь давления в трубопроводах, а также для защиты дорогостоящих катализаторов на нефтеперерабатывающих заводах от отравления солями. В настоящей работе с помощью метода отстоя («Bottle Test») изучена эффективность неионогенных деэмульгаторов: пропаргилового спирта (ПС) и триэтиленгликоля (ТЭГ). Для системной оптимизации процесса применена методология поверхности отклика (RSM) в сочетании с центральным композиционным планированием (CCD). В исследование вошли пять переменных: доза реагента, концентрация толуола, перепад давления, температура и время отстаивания. Скрининг факторов с помощью дробного факторного эксперимента позволил выявить доминирующее влияние дозы, температуры и времени на кинетику коалесценции. Статистический анализ подтвердил высокую точность разработанных математических моделей (R^2 > 0,95). Использование функции желательности позволило определить оптимальные технологические параметры, обеспечивающие глубину обезвоживания 99,99 %. Результаты исследования показывают стратегическую важность статистического моделирования и интеграции современных поверхностно-активных веществ для достижения максимальной эксплуатационной эффективности и экологической безопасности процессов подготовки нефти.

Ключевые слова: сырая нефть, эмульсия, пропаргиловый спирт, триэтиленгликоль, седиментация, поверхностное натяжение, деэмульгирование

Abstract. One of the most pressing problems of the modern oil and gas industry is the growing water cut of produced fluids, which leads to the formation of thermodynamically stable water-in-oil

(W/O) emulsions. Effective breaking of these systems is essential to prevent equipment corrosion and pressure losses in pipelines, and to protect expensive refinery catalysts from poisoning by salts. In this study, the efficiency of non-ionic demulsifiers, propargyl alcohol (PA) and triethylene glycol (TEG), was investigated using the bottle test method.

Response surface methodology (RSM) combined with a central composite design (CCD) was applied to optimize the process systematically. The study covered five variables: reagent dose, toluene concentration, pressure difference, temperature, and settling time. Factor screening using a fractional factorial experiment revealed the dominant influence of dose, temperature, and time on coalescence kinetics. Statistical analysis confirmed the high accuracy of the developed mathematical models ($R^2 > 0.95$). Applying the desirability function made it possible to determine optimal process parameters that ensure a dehydration depth of 99.99%. The results demonstrate the strategic importance of statistical modeling and the integration of modern surfactants for achieving maximum operational efficiency and environmental safety in crude oil treatment.

Keywords: crude oil, emulsion, propargyl alcohol, triethylene glycol, sedimentation, interfacial tension, demulsification

Kirish. Konlarni o‘zlashtirishning so‘nggi bosqichlarida yo‘l-yo‘lakay olinadigan suvni samarali ajratib olish rentabellikning asosiy omiliga aylanadi. Qazib olish jarayonida emulsiyalarning shakllanishi qatlam suvining neft konturiga tarqalishiga yordam beradigan kuchli siljish kuchlanishlari va bosim o‘zgarishlari bilan bog‘liq. Xom neft murakkab ko‘p komponentli aralashma bo‘lib, unga aromatik birikmalar, naftenlar, karbon kislotalar, fenollar va metallar kiradi. Biroq, S/N emulsiyalarini barqarorlashtirishda asosiy rol asfaltenlarga tegishli.

Asfaltenlar fazalararo chegarada adsorbsiyalanib, interfeysning reologik xususiyatlarini o‘zgartiradi va qattiq himoya plyonkasini hosil qiladi. Ushbu qovushqoq-elastik tuzilma suv tomchilarining yaqinlashishi va koalensensiyalanishiga to‘sqinlik qiladi, bu esa emulsiya qovushqoqligining keskin oshishiga, tezlashgan korroziyaga va riforming hamda gidrotozalash katalizatorlarining zaharlanishi kabi texnologik nosozliklarga olib keladi. Ushbu fazalararo qatlamni buzish nafaqat kimyoviy agentlarni tanlashni, balki deemulgator konsentratsiyasi va muhitning fizik-kimyoviy parametrlari o‘rtasidagi sinergiyani chuqur tushunishni talab etadi. Ushbu omillarni tizimli optimallashtirish ekspluatatsion xavflarni minimallashtirish va tovar neftni tozalashning talab etilgan chuqurligiga erishish uchun zarurdir.

Tadqiqot materiallari va usullari. Ionogen bo‘lmagan sirt faol moddalarning (SFM) ishlashini tasdiqlash uchun xomashyo tarkibining tasodifiy o‘zgarishlari ta’sirini istisno qiluvchi standartlashtirilgan eksperimental baza joriy etildi.

Tadqiqotning ob’ekti sifatida ma’lum miqdordagi asfaltenlarga ega bo‘lgan dizel yoqilg‘isi asosidagi model neft tizimi olingan bo‘lib, bu fazalararo plyonkalarning parchalanish mexanizmini batafsil o‘rganish imkonini bergan. Tizimning fizik-kimyoviy parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Sintetik neftning xususiyatlari

Tavsif	**Ahamiyat**
15 °C haroratdagi zichligi, g/sm^3	0,842
40 °C haroratdagi kinematik qovushqoqlik, sSt	3,381
API darajasidagi zichlik	36,4
Asfaltenlar konsentratsiyasi, % mass.	0,5

S/N emulsiyasi 25:75 (neft fazasiga nisbatan tuzli eritma) massa nisbatida tayyorlandi. Suvli fazaning minerallashuvi 3% NaClni tashkil etdi. Dispergirlashning qattiq sharoitlarini imitatsiya qilish uchun gomogenizator (15000-17500 ayl/min, 5 daqiqa) va keyinchalik ultratovushli ishlov berish (sonikatsiya, 5 daqiqa) qo‘llanildi. Olingan tizim 24 soat davomida to‘liq agregativ barqarorlikni saqlab qoldi.

Ionogen bo‘lmagan agentlar: propargil spirti (PS) va trietilenglikol (TG) tekshirildi. Ushbu birikmalarning o‘ziga xos xususiyati molekulaning qutbli qismida yakuniy zaryadning yo‘qligidir, bu

esa deemulsiyadan keyingi suvli fazani korroziyaga qarshi faollashtirmaydi - bu infratuzilmani himoya qilish uchun muhim jihat hisoblanadi. SFMlar past zaharliligi va kichik konsentratsiyalarda yuqori samaradorligi bilan tavsiflanadi. Asfaltli agregatlarning eruvchanligini oshirish uchun toluoldan foydalanildi.

An'anaviy «bir vaqtning o'zida bir omil» yondashuvi o'zgaruvchilarning o'zaro ta'siri ta'sirini hisobga olish imkoniyati yo'qligi sababli murakkab neft tizimlarini tahlil qilish uchun samarasiz deb topildi. Bu borada kompleks statistik yondashuv qo'llanildi.

– **Omillar skriningi:** 2^{k-1} kasr omilli reja yordamida beshta o'zgaruvchining ta'siri baholandi: doza (A), toluol miqdori (B), bosim (C), harorat (D) va vaqt (E).

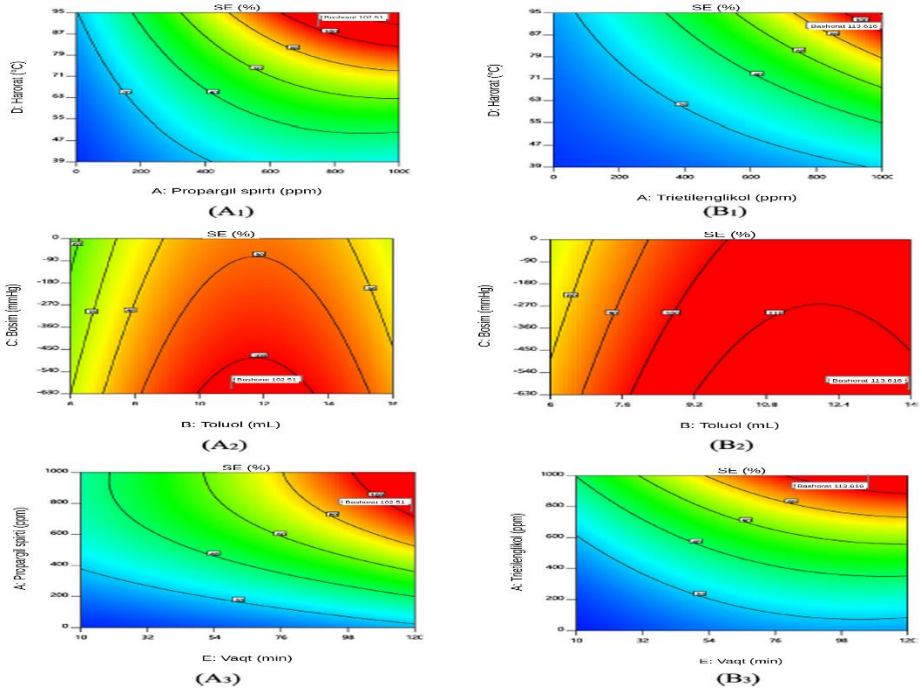
– **Modellashtirish (RSM/CCD):** Markaziy kompozitsion rejalashtirishni qo'llash javob yuzalarini qurish va «optimal nuqta»ni topish imkonini berdi. Chiziqli modellardan farqli o'laroq, CCD fazalararo uzatish jarayonlariga xos bo'lgan kvadratik bog'liqliklarni aniqlaydi.

– **Tasdiqlash:** Modellarning muvofiqligi dispersion tahlil (ANOVA) va R^2 determinatsiya koeffitsiyenti orqali tasdiqlandi.

Natijalar va muhokama. Tahlil shuni ko'rsatdiki, Bonferroni chegarasidan (4,6979) yuqori bo'lgan eng muhim omillar doza (A), harorat (D) va vaqt (E) hisoblanadi.

SFM konsentratsiyasi va issiqlik ta'siri o'rtasida kuchli sinergizm aniqlandi. Stoks qonuniga ko'ra, haroratning ko'tarilishi uzluksiz fazaning qovushqoqligini pasaytiradi, bu esa suv tomchilarining cho'kish tezligi va sedimentatsiya tezligini eksponensial ravishda oshiradi. Interfeysda SFM adsorbsiyasi fazalararo taranglikni kamaytirib, qattiq asfalt plyonkasini bo'shashtiradi. PS ning optimal dozasi ~750 ppm ni tashkil etdi; bu chegaradan oshib ketish fazalar inversiyasiga yoki tizimning qayta barqarorlashuviga olib kelishi mumkin.

Toluol asfalt qatlamini eritish uchun juda muhim; tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, 40-60% oralig'idagi konsentratsiyalar stabilizatorlarning to'liq solyubilizatsiyasini ta'minlab, interfeysning reologik ko'rsatkichlarini zaiflashtiradi. Bosim omili (C) ga kelsak: haroratga nisbatan kamroq nisbiy hissa qo'shishiga qaramay, ANOVA uning statistik ahamiyatini tasdiqlaydi (PS uchun p=0,0033 va TG uchun p=0,0075). Bosimning pasayishi fazalar chegarasida sirt-faol komponentlarning beqarorlashishiga olib keladi.



1-rasm. Deemulgirlash samaradorligi uchun sonli optimallashtirishning kontur grafiklari: (A) propargil spirti modeli; (B) trietilenglikol modeli

Eksperimental ma'lumotlar asosida deemulgirlash samaradorligini (y) tavsiflovchi kvadrat ildiz shaklidagi kvadrat modellar ishlab chiqildi:

1. **PA modeli:** $y = (5{,}155 + 1{,}883A + 0{,}413B + 0{,}395C + 1{,}639D + 1{,}396E + 1{,}019AD + 0{,}663AE + 0{,}589DE + 1{,}209A^2 + 1{,}386B^2)^{1/2}$

2. **TG modeli:** $y = (4{,}740 + 1{,}931A + 0{,}491B + 0{,}337C + 1{,}647D + 1{,}241E + 1{,}079AD + 0{,}507AE + 0{,}506DE + 1{,}250B^2 + 0{,}911E^2)^{1/2}$

O‘zaro aloqalar tahlili:

- **AD (Dozalash × Harorat):** Interfeysning buzilishiga belgilovchi ta’sir.
- **AE (Dozalash × Vaqt):** Adsorbsiyaning kinetik bog‘liqligini ko‘rsatadi.
- **DE (Harorat × Vaqt):** Ekspozitsiya vaqtini oshirish orqali o‘rtacha qizishni qoplash imkoniyatini ko‘rsatadi.

Reagentlar sarfi va energiya sarfi o‘rtasidagi texnologik muvozanatni izlash istalganlik funksiyasi orqali amalga oshirildi. Fazalarning maksimal ajralishini ta’minlovchi optimal parametrlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Jarayonning optimal sharoitlari

Parametr	Propargil spirti (PS)	Trietilenglikol (TG)
Dozalash, ppm	750	1000
Toluol konsentratsiyasi, ml	11.	14.
Bosim (vakuum), mm sim. ust.	-608	-607
Harorat, °C	90	94
Turg‘unlik vaqti, daqiqa	119	107

Tekshiruv tajribalari bashorat qilingan qiymatlar bilan mukammal muvofiqlikni ko‘rsatdi: suvsizlantirish samaradorligi 99,99% ni tashkil etdi. Javob sirtlarining vizualizatsiyasi aniq ifodalangan maksimum platosi mavjudligini tasdiqlaydi, bu esa tanlangan koordinatalarda jarayonning barqarorligini ko‘rsatadi.

Xulosa. Tadqiqot shuni tasdiqlaydiki, noionogen SFMlar (PS va TG) neftni chuqur tayyorlash uchun yuqori samarali agentlar hisoblanadi. RSM/CCD metodologiyasidan foydalanish nafaqat deyarli mutlaq suvsizlanishga (99,99%) erishish, balki har bir omilning fazalararo chegaralar reologiyasiga ta’sirini miqdoriy jihatdan tavsiflash imkonini berdi.

Empirik usullardan matematik asoslangan optimallashtirish modellariga o‘tish zamonaviy neftni qayta ishlashning zaruriy shartidir. Bu nafaqat operatsion xarajatlarni kamaytirish, balki texnologik uskunalarni korroziya ta’siridan va katalizatorlarning faolsizlanishidan himoya qilishni kafolatlash imkonini beradi, bu esa qazib olinadigan zaxiralar tuzilmasining murakkablashishi sharoitida neft-gaz sohasining barqaror rivojlanishini ta’minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.Atta, A.M., Fadda, A.A., Abdel-Rahman, A.A.-H., Ismail, H.S., Fouad, R.R., 2012. Application of new modified poly (ethylene oxide)-block-poly (propylene oxide)-block-poly (ethylene oxide) copolymers as demulsifier for petroleum crude oil emulsion. J. Dispersion Sci. Technol. 33 (6), 775–785.

2.Auflem, I.H., Kallevik, H., Westvik, A., Sjöblom, J., 2001. Influence of pressure and solvency
on the separation of water-in-crude-oil emulsions from the North Sea. J. Pet. Sci. Eng. 31 (1), 1–12.

3. Ochilov A.A., Ochilov X.G., Bozorov N.B. Mahalliy xomashyolar asosida suv-neft va neft shlam emulsiyalarini parchalash // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. 2021. №6. 96–101-b.

4. Абдирахимов И.Э. Деэмульгирование нефтеводяных эмульсий // Universum: технические науки. 2021. № 4(85). С. 72–75. DOI: 10.32743/UniTech.2021.85.4-3.72-75.

INVESTIGATION OF SELF-STARTING OF ELECTRIC MOTORS IN DISTRIBUTION NETWORKS CONSIDERING RELAY PROTECTION

Gafurova Mekhrnoz Odiljonova
PhD, Associete Professor,
Department of Electrical Engineering
Tashkent State Technical University
Kudrat Gayratovich Abidov
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Department of Electrical Engineering
Tashkent State Technical University

Annotatsiya: taqsimlovchi elektr tarmoqlarida o‘z-o‘zidan qayta ishga tushish jarayonlari ko‘rib chiqilgan. Ko‘rsatilganki, ko‘plab sxema va rejim holatlarida elektr dvigatellari rotorlarining erkin aylanish jarayonida to‘xtab qolish ehtimoli yuqori bo‘ladi. Bunda elektr dvigatellarining o‘z-o‘zidan qayta ishga tushishining eng og‘ir holati sifatida rotorning qo‘zg‘almas holatidan, elektr dvigateli chiqish qisqichlarida minimal qoldiq kuchlanish mavjud bo‘lgan sharoitda ishga tushishi qaraladi. Aniqlanganki, rele himoyasining ishga tushish parametrlarini tanlashda ushbu rejimni hisobiy rejim sifatida qabul qilish lozim. Agar taqsimlovchi elektr tarmog‘ida o‘z-o‘zidan qayta ishga tushish jarayonida ishtirok etuvchi yuqori kuchlanishli yirik elektr dvigatellari mavjud bo‘lsa, elektr dvigateli–mexanizm agregatlari hamda elektr tizimining aniq parametrlarini hisobga olgan holda o‘z-o‘zidan qayta ishga tushish hisob-kitoblarini amalga oshirish zarur.

Kalit so‘zlar: elektr dvigatellari, o‘z-o‘zidan ishga tushish, taqsimlash tarmoqlari, rele himoyasi, elektr ta’minoti tizimi, qisqa tutashuv, kuchlanish, tok, dvigatelning ishga tushish toki, rele qurilmalari.

Аннотация: рассмотрены процессы самозапуска в распределительных электрических сетях. Показано, что во многих схемно-режимных ситуациях высока вероятность остановки роторов электродвигателей в процессе выбега. Наиболее тяжелым вариантом самозапуска электродвигателей при этом можно считать пуск из неподвижного состояния ротора при минимальном остаточном напряжении на зажимах электродвигателей. Установлено, что этот режим следует принимать в качестве расчетного при выборе параметров срабатывания релейной защиты. При наличии в распределительной сети крупных электродвигателей высокого напряжения, участвующих в самозапуске, необходимо выполнять расчет самозапуска с учетом конкретных параметров агрегатов электродвигатель-механизм и электрической системы.

Ключевые слова: электродвигатели, самозапуск, распределительные сети, релейная защита, система электроснабжения, короткое замыкание, напряжение, ток, пусковой ток двигателя, релейные устройства.

Abstract: Self-starting processes in electrical distribution networks are considered. It is shown that, under many circuit and operating conditions, there is a high probability of electric motor rotor stoppage during the rundown process. The most severe self-starting condition of electric motors can be regarded as starting from a stationary rotor state at the minimum residual voltage at the motor terminals. It has been established that this operating condition should be adopted as the design condition when selecting relay protection operating parameters. If large high-voltage electric motors participating in self-starting are present in the distribution network, self-starting calculations must be performed taking into account the specific parameters of the motor-mechanism units and the electrical power system.

Keywords: electric motors, self-starting, distribution networks, relay protection, power supply system, short circuit, voltage, current, motor starting current, relay devices.

Introduction. Attention to the limiting capabilities of electrical power systems has diminished. People have become so accustomed to electrical energy that they intuitively tend to regard it as an almost unlimited natural resource. However, power supply systems have limitations that must be taken into account. The effort to provide an increasing number of technological processes with an uninterrupted power supply has resulted in large groups of electric-motor loads at the 0.4 kV voltage level being predominantly connected to the supply network through switching devices with a latched ON position.

Moreover, such a connection is now easily implemented using various circuit breakers. Dedicated disconnection of electric motors (EMs) during a decrease in the supply voltage (undervoltage protection) is provided only in certain cases, mainly for high-voltage 6-10 kV motors.

For this reason, an increasing number of EMs in electrical power systems remain connected to the supply network with the switch position latched during loss and subsequent restoration of power. Under these conditions, the load imposed on the electrical power system inevitably increases when the power supply is restored. Transient processes become more severe and are accompanied by excessively high currents.

The maximum currents and other parameters characterizing these processes in modern electrical power systems differ substantially from those recommended in regulatory and other documents of previous years for selecting the operating settings of relay protection and automation (RPA). Therefore, evaluating the limiting parameters of EM self-starting processes under present-day conditions is a relevant task, and its solution can improve the accuracy and reliability of RPA operation [1].

Main Part. Self-starting is understood as the restoration of normal EM operation without personnel intervention after a short-term interruption of power supply or a deep voltage dip. If the power-supply disturbance is rapidly cleared by RPA operation, a successful self-start does not constitute an emergency and practically no damage occurs. If self-starting is unsuccessful, the EM rotors stop, and the resulting damage may be significant, especially if a complex technological process is disrupted.

In all cases, the implementation of self-starting must be justified. It should be applied only to those mechanisms for which it is genuinely necessary and permitted. The main purpose of self-starting is to maintain the operability of the technological process during a short-term disturbance of power supply.

Successful EM self-starting makes it possible to keep technological equipment in operation during short circuits (SCs) in the network, during automatic transfer to a reserve supply (ATS), and during automatic reclosing (AR). It also accelerates the restoration of technological processes disturbed by deterioration in power quality. In some cases, it ensures the safe shutdown of equipment involved in complex technological processes.

The list of EMs driving critical mechanisms that must participate in self-starting is determined from the conditions required to ensure normal operation of technological equipment during power-supply disturbances, taking into account the capability of the power-supply system to provide successful self-starting. As a rule, this decision is made by the chief engineer of the electricity-consuming enterprise.

In some cases, when self-starting is required for technological reasons but the power-supply system is unable to support simultaneous self-starting, several self-starting stages are provided, i.e., several groups of motors are self-started sequentially.

It must also be taken into account that restoration of power after an emergency interruption often occurs under conditions of reduced total source capacity (for example, when one of two incoming feeders of a supply substation is disconnected due to an emergency and the entire load is automatically transferred to the other feeder). An unjustified increase in the total rating of EMs participating in self-starting under such conditions may result in unsuccessful self-starting and, consequently, further development of the emergency.

The self-starting process comprises two clearly defined stages.

The first stage is EM rundown, which is essentially deceleration following loss or sag of the supply voltage. The parameters of the rundown process are determined mainly by the mechanical characteristics of the motor-mechanism units.

The second stage is acceleration and restoration of normal operation. Acceleration takes place at a reduced supply voltage, the value of which depends on the network parameters, EM characteristics, and other connected electrical loads.

The nature of the self-starting process is determined by the following principal operating features:

• as a rule, several EMs (a group of motors) simultaneously participate in rundown and acceleration;

• at the instant power restoration begins, EM rotors may either continue rotating or be stationary; various combinations of motors with rotating and stationary rotors are possible;

• EM self-starting occurs under load.

During rundown, the equivalent electrical impedance of the EM decreases. The longer the voltage dip or the no-voltage interval lasts, the closer the equivalent impedance of the EM approaches its starting impedance, and the self-starting current approaches the starting current.

Methods. Induction motors are the principal and most numerous participants in self-starting processes. To a large extent, they determine the parameters of these processes.

The physical processes in an induction motor are similar to those occurring in a transformer. Therefore, by analogy with transformers, equivalent circuits are used to analyze the operating conditions of induction machines. While the validity of representing an induction motor by an equivalent circuit is evident for a stationary rotor, such a representation requires justification for a rotating rotor.

Thus, for a rotating rotor, in addition to the change in the electromotive force (EMF) of the rotor winding E2, the rotor-winding leakage reactance also changes as a function of slip (i.e., the rotor-current frequency) (Fig. 1):

$$x_2 = sx_{2k}.$$

Here x2k and x2 are the leakage reactances of the rotor winding for the stationary and rotating rotor, respectively. Taking this into account and using quantities referred to the stator winding, the following equation can be written for the rotor circuit:

$$s\dot{E}'_{2k} + j\dot{I}'_2 sx'_{2k} + j\dot{I}'_2 R'_2 = 0.$$

Dividing this equation by s and solving it with respect to the current, we obtain:$\dot{I}'_2$

$$\dot{I}'_2 = \frac{\dot{E}'_{2k}}{R'_2/s + jx'_{2k}}.$$

This is the equation of a circuit in which a complex impedance is connected to the EMF source$\dot{E}'_{2k}$

$$R'_2/s + jx'_{2k}.$$

As can be seen, only the active component of this impedance depends on slip. After referring the parameters to the stator circuit, the following equality is obtained:$\dot{E}_2$

$$\dot{E}'_{2k} = k_E \dot{E}'_{2k} = \left(w_1 k_{об1}/w_2 k_{об2}\right) 4,44 f_1 w_2 k_{об2} \dot{\Phi} =$$

$$= 4,44 k_{об1} f_1 w_1 \dot{\Phi} = \dot{E}_1 = \dot{E}.$$

Thus, with equal rotor and stator EMFs of the same frequency, their circuits can be represented by a single equivalent circuit (Fig. 2) [2].

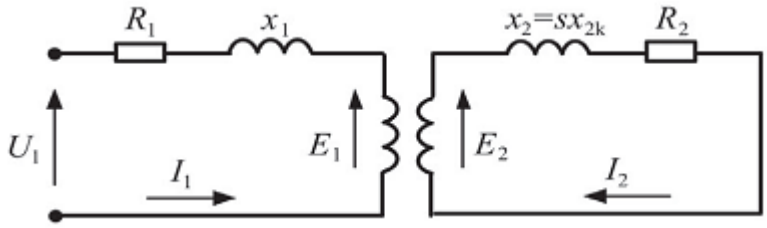


Fig. 1. Diagram of the physical transformer-type coupling between the stator and rotor circuits of an induction machine

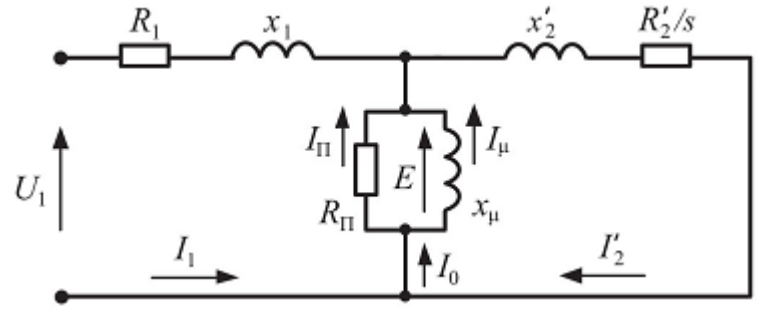


Fig. 2. T-shaped equivalent circuit of an induction machine

The following designations are used in the equivalent circuit:

R0 and x0 - equivalent resistance representing core losses and the magnetizing reactance;

R1 and x1 - active resistance and leakage reactance of the stator winding;

I0 - magnetizing current; Iμ and IR - reactive and active components of the magnetizing current;

U1 - phase supply voltage.

For practical calculations, it is more convenient to use an L-shaped equivalent circuit in which the magnetizing branch is transferred to the supply-source terminals (Fig. 3). For calculations in which a deviation of the circuit parameters within 5% is acceptable, these parameters may be taken equal to those of the original T-shaped equivalent circuit. If higher accuracy is required, the parameters must be determined using correction factors [2].

Energy conversion in induction motors is inevitably accompanied by electrical, magnetic, mechanical, and additional losses. The active power P1 supplied to a three-phase induction motor from the power network is partly consumed in covering the magnetic losses in the core and the electrical losses in the stator winding

$$P_1 = 3U_1 I_1 \cos\varphi .$$

The active power transferred from the stator to the rotor is determined in accordance with the equivalent circuit

$$P_э = 3\left(I_2^{'}\right)^2 R_2 / s .$$

This power is transferred to the rotor through the magnetic field, which is why it is referred to as electromagnetic power. Part of the electromagnetic energy is dissipated in the rotor winding as electrical losses, while the remainder is converted into total mechanical power.

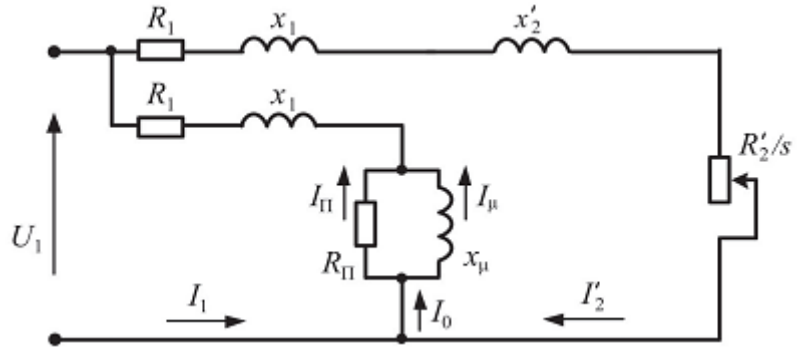


Fig. 3. L-shaped equivalent circuit of an induction motor

The useful mechanical power P2 at the motor shaft is lower than the total mechanical power by the amount of mechanical and additional losses. The ratio of useful mechanical shaft power to the consumed active electrical power is the efficiency of the induction motor

$$\eta = P_2 / P_1 .$$

The difference between these two powers is equal to the total losses:

$$P_{\text{П}} = P_1 - P_2 .$$

It should be emphasized that the motor nameplate indicates the rated values of useful shaft power (PN = P2), line supply voltage (UN), efficiency (ηN), and power factor (cosφN).

For example, if the nameplate indicates PN = 15 kW, UN = 380 V, cosφN = 0.8, and ηN = 0.75, then, under rated operating conditions, the motor draws the following active power from the supply network

$$P_1 = P_{\text{н}} / \eta_{\text{н}} = 15 / 0,75 = 20$$

The dependence of induction-motor torque on slip is of major practical importance for analyzing self-starting processes.

The electromagnetic torque M developed by an induction motor is related to the electromagnetic power by the following expression [2]:

$$M = P_{\text{э}} / \omega_1 = 3\left(I_2^{'}\right)^2 R_2 / s\omega_1 .$$

It should be noted that the torque of an induction motor is proportional to the active power dissipated in the active resistance of the rotor winding. Using the equivalent circuit, this relationship can be expressed in terms of the stator and rotor parameters:

$$M = \frac{3U_1^2 R_2^{'}}{\omega_1 s\left[\left(R_1 + R_2^{'}/s\right)^2 + \left(x_1 + x_2^{'}\right)^2\right]} .$$

First of all, it should be noted that EM torque depends on three groups of quantities: the first group consists of quantities determined by the motor design; the second group characterizes the power source (voltage level and frequency); and the third group is associated with the mechanical load (load torque, slip, or rotor rotational speed).R_1 , $\dot{R}_2'$, x_1 , x_2'

Figure 4 shows the natural mechanical characteristic of an induction motor at constant supply voltage and frequency.

The characteristic points corresponding to the starting torque Mst, maximum torque Mmax, and rated torque MN are of particular importance for evaluating the operating properties of an induction machine in motor mode (0 < S < 1).

During motor starting, while the rotor is stationary, the slip is equal to 1; therefore, the EMF and current of the rotor winding are at their maximum values. Accordingly, the stator-winding current exceeds the rated motor current several times. The motor develops a comparatively small torque, commonly referred to as the starting torque. The discrepancy between the starting current and the starting torque is associated with the predominance of the reactive component in the rotor-winding impedance during starting, whereas the torque, as noted above, is proportional to the active component of this impedance.

The motor starting torque is determined as follows:

$$M_{\Pi} = \frac{3U_1^2 R_2^{'}}{\omega_1 \left[\left(R_1 + R_2^{'} \right)^2 + \left(x_1 + x_2^{'} \right)^2 \right]}.$$

For the motor to accelerate under load, its starting torque must exceed the resisting torque of the driven mechanism. Under the action of the starting torque, the motor rotor begins to rotate, slip decreases, and torque increases.

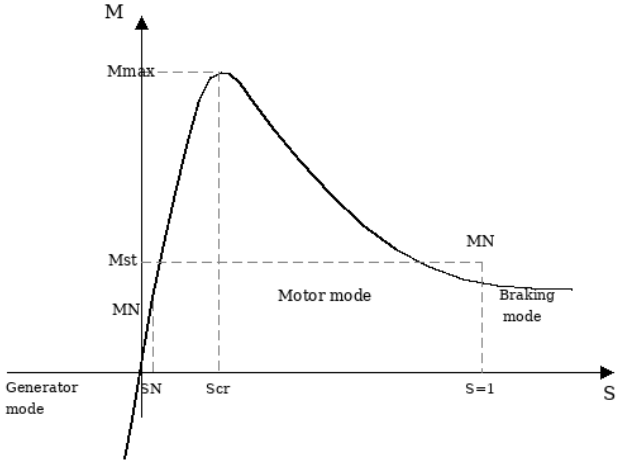


Fig. 4. Natural mechanical characteristic of an induction motor

At a certain value of slip Scr, referred to as the critical slip, the motor torque reaches its maximum value Mmax.

By differentiating the electromagnetic torque with respect to slip and setting the derivative equal to zero, an equation in terms of slip can be obtained. The solution of this equation gives the value of slip at which the torque reaches its maximum value:

$$s = \pm \frac{R_2^{'}}{\sqrt{R_2^{'} + \left(x_1 + x_2^{'} \right)^2}}.$$

Here, the plus sign corresponds to motor operation and the minus sign to generator operation. Using this slip value, the maximum motor torque can be determined:

$$M_M = \frac{3U_1^2}{2\omega_1 \left[R_1 + \sqrt{R_1^{'} + \left(x_1 + x_2^{'} \right)^2} \right]}.$$

For electric motors rated above 1 kW, the corresponding resistance condition is practically always satisfied, and the usual simplifying assumption may be adopted. The formulas for critical slip and maximum torque are then simplified [3-6]:$R_1 \ll (x_1 + x_2')R_1 = 0$

$$s \approx \pm \frac{R_2^{'}}{x_1 + x_2^{'}}; \qquad M_M \approx \frac{3U_1^2}{2\omega_1 \left(x_1 + x_2^{'} \right)}.$$

The ratio of the current torque value to the maximum torque gives the following simplified and widely used expression for the motor mechanical characteristic in per-unit form:

$$\frac{M}{M_{\text{M}}} = \frac{2}{s/s_{кр} + s_{кр}/s}.$$

This relationship makes it possible to construct the mechanical characteristic from catalog data. The rated motor torque corresponds to the rated slip, whose value usually lies within the range 0.01 to 0.1, with lower values corresponding to larger motors and higher values to smaller motors. The torque is determined as follows:

$$M_{\text{M}} = \frac{P_{2\text{H}}}{\omega_{\text{H}}} = \frac{60P_{2\text{H}}}{2pn_{\text{H}}} = 9{,}55\frac{P_{2\text{H}}}{n_{\text{H}}} \quad (\text{N}\cdot\text{m}),$$

where P2N is the rated useful mechanical power at the shaft, W;

ωN = 2πnN/60 is the rated angular speed of the rotor, s^{-1};

nN is the rated rotor speed, rpm.

When the motor operates at low slip values from 0 to Scr, which also includes the rated operating point, an increase in slip under the action of the braking torque causes an increase in motor torque. This ensures stable motor operation when the mechanical load changes [7-8].

References

1. Булычев А.В., Силанов Д.Н. Двухуровневая цифровая система релейной защиты с резервированием в распределительных сетях // Релейная защита и автоматизация. – 2020. - №4 (41). - С. 8-13.

2. Абидов К.Г., Гафурова М.О. Исследование переходных процессов в устройствах систем управления // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы систем электроснабжения». – ТГТУ–КГУ, 2024. – Б. 106–113.

3. Булычев А.В., Ванин В.К., Меркурьев Г.В. Методы и технические средства контроля параметров и защиты электродвигателей переменного тока. - СПБ.: РАО «ЕЭС России» ГВЦ Энергетики Северо-Западный филиал, 1996. - 96 с.

4. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных электродвигателей. - М.Л.: Госэнергоиздат, 1963. - 528 с.

5. Курбангалиев У.К. Самозапуск двигателей собственных нужд электростанций. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2001. - 64 с.

6. Булычев А.В., Ларионова Е.Г. Электромеханические процессы в электрических системах: примеры и задачи с решениями. - Чебоксары: ИПК РЗА, 2019. – 132 с.

7.Абидов К.Г. Энергоэффективные способы самозапуска электроприводов насосных станций / К.Г. Абидов //Вестник ТГТУ.–Ташкент. 2015. – Спец. выпуск. –С.90-94.

8. Абидов К.Г. Влияние длительности токовой паузы на процесс самозапуска электропривода /К.Г. Абидов//Проблемы энерго- и ресурсосбережения. –Ташкент. 2016. –№ 3-4. – С.96-100.

EDXRF CHARACTERIZATION OF BLACK POWDER DEPOSITS IN NATURAL GAS TRANSMISSION PIPELINES AND THEIR METROLOGICAL IMPLICATIONS FOR ORIFICE FLOW MEASUREMENT

O.B.Akhmedova[1], Sh.M.Isamadinov[2], A.Q.Qayumov, A.S.Azimov

[1] Tashkent State Technical University named after Islam Karimov University Street 2, Tashkent 100095, Uzbekistan

[2] Chief Engineer, Fergana Main Gas Pipeline Administration, JSC Uztransgaz, Fergana, Uzbekistan

Email: zodamedova@gmail.com

Abstract. Mixed deposits containing corrosion products, mineral particles, condensate, and heavy hydrocarbons can reduce the accuracy of natural gas flow measurement in gas distribution station metering systems. This study investigated the elemental composition of pipeline deposits

known as perafor or black powder and evaluated their impact on differential-pressure gas measurement. The deposit sample was analyzed by energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry (EDXRF) using the fundamental parameters method. The main detected elements were Fe (16.30 mass%), S (6.58 mass%), Si (1.30 mass%), Cl (1.22 mass%), and Ca (1.18 mass%). The results confirm that perafor is a heterogeneous mixture of corrosion products, carbonaceous materials, and mineral particles affecting measurement accuracy.

Keywords: natural gas transmission pipeline; black powder; pipeline deposits; EDXRF; orifice flow measurement; differential pressure; corrosion products; gas metering; dispersant.

Annotatsiya. Korroziya mahsulotlari, mineral zarralar, kondensat va og‘ir uglevodorodlardan iborat aralash cho‘kindilar gaz taqsimlash stansiyalaridagi hisoblash tizimlarida tabiiy gaz sarfini o‘lchash aniqligini pasaytirishi mumkin. Ushbu tadqiqotda "perafor" yoki "qora kukun" (black powder) nomi bilan ma’lum bo‘lgan quvur cho‘kindilarining elementar tarkibi o‘rganildi hamda ularning differensial bosim usulida gaz sarfini o‘lchashga ta’siri baholandi. Cho‘kindi namunasi fundamental parametrlar usuli qo‘llanilgan holda, energiya-dispersiv rentgen-fluoressensiya spektrometriyasi (EDXRF) yordamida tahlil qilindi. Aniqlangan asosiy elementlar quyidagilardan iborat bo‘ldi: Fe (16,30 massa %), S (6,58 massa %), Si (1,30 massa %), Cl (1,22 massa %) va Ca (1,18 massa %). Olingan natijalar shuni tasdiqlaydiki, perafor — bu o‘lchash aniqligiga ta’sir ko‘rsatuvchi korroziya mahsulotlari, uglerodli materiallar va mineral zarralarning geterogen aralashmasidir.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz uzatish quvuri; qora kukun; quvur cho‘kindilari; EDXRF; diafragma yordamida sarfni o‘lchash; differensial bosim; korroziya mahsulotlari; gaz sarfini hisoblash; dispersant.

Аннотация. Смешанные отложения, состоящие из продуктов коррозии, минеральных частиц, конденсата и тяжелых углеводородов, могут снижать точность измерения расхода природного газа в системах учета на газораспределительных станциях. В данном исследовании был изучен элементный состав трубопроводных отложений, известных как «перафор» (или «черный порошок»), и оценено их влияние на измерение расхода газа методом перепада давления. Анализ образца отложений проводился методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии (EDXRF) с использованием метода фундаментальных параметров. Основными обнаруженными элементами стали Fe (16,30 мас. %), S (6,58 мас. %), Si (1,30 мас. %), Cl (1,22 мас. %) и Ca (1,18 мас. %). Результаты подтверждают, что «перафор» представляет собой гетерогенную смесь продуктов коррозии, углеродистых материалов и минеральных частиц, влияющих на точность измерений.

Ключевые слова: магистральный газопровод; черный порошок; трубопроводные отложения; EDXRF; измерение расхода с помощью сужающего устройства; перепад давления; продукты коррозии; учет газа; диспергатор.

Introduction. Main natural-gas transmission pipelines are used in the Republic of Uzbekistan to transport natural gas and deliver it to socially important consumers, including households and public-sector institutions, as well as wholesale consumers, compressed-natural-gas filling stations, and strategically important facilities such as thermal power plants and mineral-fertilizer production enterprises. Main gas pipelines receive natural gas from compressor stations and deliver it to consumers through gas distribution stations (GDSs). A gas distribution station is a technological facility designed to receive natural gas from a main pipeline, reduce its pressure, meter and purify the gas, and distribute it to consumers.

During natural-gas transmission, contaminants and deposits accumulate on the orifice bore and on its upstream and downstream edges. In operating practice, this material is locally referred to as “perafor”. Perafor mainly consists of sand, dust, corrosion products, metal particles, and heavy hydrocarbons mixed with condensate.



Figure 1. Perafor contamination and deposits accumulated on the orifice plate and inside the adjacent pipeline section.

Several practical assumptions may be proposed regarding the formation of perafor:

1. Insufficient purification of the natural gas.
2. The presence of corrosion in the natural-gas pipeline.
3. The presence of moisture in the natural gas.
4. Inefficient operation of the natural-gas filters or failure to clean them at the required intervals.

This condition may adversely affect natural-gas accounting because the effective diameter of the orifice bore decreases, the differential pressure ΔP may be artificially increased, and the electronic flow computer may overestimate the gas flow rate. The deposits may also contribute to malfunction of process equipment, including ball valves, various control and safety valves, and pressure regulators operating within the GDS, and may reduce the thermal or operational efficiency of gas-consuming equipment installed at consumer facilities.

Such operational problems not only threaten the reliable performance of the measuring instruments, but also interrupt gas delivery because the flow inside the pipeline must be stopped while the orifice plate is cleaned, and pressure control in the isolated line becomes more difficult. According to field observations, approximately 30–60 min is required to clean a contaminated orifice plate and return the metering line to service. During this period, gas-delivery interruption and a reduction in pressure in the isolated line may occur.

Factors contributing to perafor formation include localized pitting corrosion and under-deposit corrosion in pipelines. Moisture, internal corrosion, and ineffective filtration may be emphasized as the principal causes. Under these conditions, the key conclusion is that the problem is not pure “gas corrosion”, but a combination of moisture, condensate, solid particles, low-point deposits, and low-point corrosion. In gas-transmission pipelines, properly dried gas alone generally does not cause severe internal corrosion. Corrosion develops mainly when water condenses and forms an electrolyte with CO_2 or other aggressive components. Materials prepared for the Gas Research Institute/Internal Corrosion Direct Assessment (GRI/ICDA) approach for gas-transmission systems likewise indicate that internal corrosion commonly develops following an upstream gas-treatment upset that permits free water or another corrosive liquid to enter the pipeline. Guidance from the Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) also indicates that sales-quality dry gas does not normally corrode the internal surface and that the problem begins when water condenses. Thermodynamic hydrate inhibitors such as methanol or monoethylene glycol can help prevent hydrate formation by reducing moisture; however, they do not eliminate sand, rust, metal particles, or heavy-hydrocarbon deposits and, in some cases, may become an additional factor affecting formation of an aqueous phase at pipeline low points.

The concentration of hydrogen sulfide in the transported gas is very low, at the ppm level. However, because carbon dioxide is present, corrosion of the metal may occur through the action of CO_2 in the presence of moisture. The principal simplified reactions are:

$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ *(carbonic acid)*

$H_2CO_3 + Fe \rightarrow FeCO_3 + H_2$

When the carbon-dioxide content of the transported gas exceeds approximately 0.5 %, the tendency toward corrosion may increase. Carbon-dioxide solubility increases particularly at elevated pressure, while corrosion can become active at moderate and low temperatures. Localized pitting corrosion may develop in the pipeline, accompanied by an increase in iron-carbonate ($FeCO_3$) deposits.

In the elemental report, the principal components were C* at 71.60 mass %, Fe at 16.30 mass %, S at 6.58 mass %, Si at 1.30 mass %, Cl at 1.22 mass %, and Ca at 1.18 mass %. The high iron content indicates the presence of iron-containing corrosion products originating from the pipe, orifice plate, or other metallic equipment. Silicon, calcium, aluminium, and magnesium may indicate mineral dust, sand, or process-derived solid particles.

The appreciable sulfur and chlorine contents indicate the presence of sulfur-containing and chlorine-containing constituents in the deposit. However, EDXRF does not determine the valence state of an element or identify a specific chemical compound. Consequently, sulfur cannot be assigned exclusively to SO_3, iron exclusively to Fe_2O_3, or chlorine to a specific chloride on the basis of the EDXRF result alone.

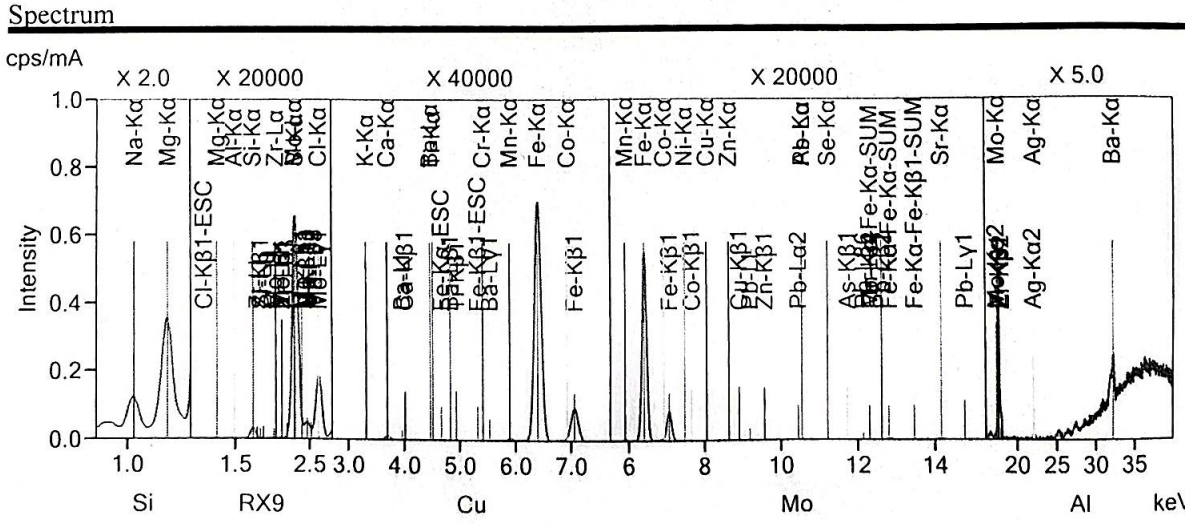


Figure 2. EDXRF spectrum of the perafor powder sample obtained with the NEX CG II instrument using the fundamental-parameters method.

Table 3. Elemental composition of the perafor sample (general FP calculation)

No.	Component	Result (mass %)	Stat. error	LLD	LLQ
1	C	71.60	—	—	—
2	Fe	16.30	0.0087	0.0003	0.0009
3	S	6.58	0.0032	0.0004	0.0012
4	Si	1.30	0.0030	0.0025	0.0074
5	Cl	1.22	0.0010	0.0003	0.0008
6	Ca	1.18	0.0040	0.0022	0.0067
7	Na	0.793	0.0527	0.0686	0.206
8	Zr	0.218	0.0009	0.0002	0.0005
9	Mg	0.205	0.0075	0.0078	0.0233
10	Al	0.196	0.0025	0.0054	0.0162
11	Mn	0.186	0.0009	0.0009	0.0026

No.	Component	Result (mass %)	Stat. error	LLD	LLQ
12	K	0.0775	0.0019	0.0039	0.0116
13	Co	0.0274	0.0010	0.0029	0.0088
14	Sr	0.0206	<0.0001	<0.0001	0.0001
15	Cu	0.0198	0.0002	0.0002	0.0007
16	Ba	0.0180	0.0005	0.0011	0.0033
17	Ti	0.0097	0.0006	0.0015	0.0045
18	Eu	(0.0080)	0.0019	0.0058	0.0174
19	Hf	0.0079	0.0004	0.0011	0.0033
20	Ni	0.0065	0.0002	0.0003	0.0010
21	Cr	0.0062	0.0003	0.0007	0.0021
22	Zn	0.0052	0.0001	0.0001	0.0004
23	Br	0.0048	<0.0001	<0.0001	0.0002
24	As	0.0035	<0.0001	<0.0001	0.0002
25	Rb	0.0020	<0.0001	0.0002	0.0005
26	Te	0.0017	0.0001	0.0003	0.0009
27	Sn	0.0012	<0.0001	0.0002	0.0005
28	Nb	0.0009	<0.0001	0.0001	0.0004
29	Ag	0.0008	<0.0001	<0.0001	0.0002
30	Pb	(0.0007)	0.0001	0.0003	0.0010
31	Ga	(0.0003)	<0.0001	0.0001	0.0004

Among the principal directly detected elements, Fe, S, Si, Cl, and Ca were present at 16.30, 6.58, 1.30, 1.22, and 1.18 mass %, respectively. The high iron content indicates that corrosion products detached from the orifice plate, pipeline, and other metallic components constitute a substantial fraction of the perafor. Si, Ca, Al, and Mg indicate the participation of sand, dust, and mineral particles. Chlorine indicates chlorine-containing constituents that, in an environment containing moisture or condensate, may increase the risk of localized and under-deposit corrosion. Sulfur at 6.58 mass % indicates the participation of sulfur-containing deposits or process contaminants, although their precise chemical form cannot be determined from XRF results alone.

Perafor should therefore not be considered solely as “soot” or “rust”, but as a mixed deposit comprising a carbonaceous binder, iron-containing corrosion products, sulfur-containing constituents, and mineral particles. Such a deposit can accumulate on the orifice bore and upstream edge, reduce the effective cross-sectional area, increase ΔP, and create a risk of overestimation of the gas flow rate.

Determination of the perafor composition indicates that it is advisable to reduce processes such as agglomeration of perafor particles, adhesion caused by condensate and heavy hydrocarbons, attachment to the orifice-plate and pipeline surfaces, and formation of a dense layer in filters by means of a dispersant.

When purified natural gas is transmitted into a main gas pipeline, adding a dispersant formulation not as a general additive to the entire gas stream, but at sections where moisture and condensate occur, at low points, in post-compressor cooling zones, upstream of GDS filters and metering assemblies, and in lines where perafor regularly accumulates may provide a solution to the problems described above.

References

[1] Akhmedova, O. B.; Akhmedova, Sh. U. Creation of effective absorbent composition for absorption gas purification. Universum: Technical Sciences 2024, 11(128). https://doi.org/10.32743/UniTech.2024.128.11

[2] Atamov, A. A. Protection of main pipelines against corrosion. Ikro Journal 2025, 15(01), 754–758. [In Uzbek].

[3] Axmedova, O. B.; Boltayev, S. S. Effect of a local demulsifier on oil desalination and dehydration; use of a low-temperature separator in gas preparation. In Proceedings of the V International Conference-Symposium on Chemical Technology and Nanotechnology Research in High-Molecular Compounds, Organic Substances and Composite Materials: Problems and Solutions, Tashkent, Uzbekistan, November 2021.

[4] Tamalmani, K.; Husin, H. Review on corrosion inhibitors for oil and gas corrosion issues. Applied Sciences 2020, 10, 3389. https://www.mdpi.com/2076-3417/10/10/3389

[5] Akhmedova, O.; Hojiyeva, R.; Hayitov, R.; Qayumov, A.; Maxmudov, N.; Asadova, R.; Murtazaev, A.; Narimov, R.; Khikmatova, D.; Abdalimov, A. Production of low-sulfur fuel distillates from waste tyres via pyrolysis and their application in petroleum refining. Journal of Ecological Engineering 2026, 27(8), 106–122. https://doi.org/10.12911/22998993/220257.

[6] Beckhoff, B.; Kanngießer, B.; Langhoff, N.; Wedell, R.; Wolff, H., Eds. Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2006. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36722-2

[7] Turabdjanov, S. M.; Fozilov, H. S.; Axmedova, O. B.; Fozilov, S. F. Mathematical modelling and optimisation of the reactor for the esterification of safflower oil with n-butyl alcohol. Technical Science and Innovation 2026, 1, 37–41, Article 9. https://doi.org/10.59048/2181-1180.1817

[8] He, J.; Wang, D.; Guo, D.; Xie, F.; Qin, Y. Generation causes of black powder in the east line of the gas supply pipeline from the Liaohe oilfield: Analysis and discussion. Engineering Failure Analysis 2022, 139, 106506. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106506

[9] Reader-Harris, M. J.; Barton, N.; Hodges, D. The effect of contaminated orifice plates on the discharge coefficient. Flow Measurement and Instrumentation 2012, 25, 2–7. https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2011.11.003

[10] Yotapan, N.; Sriplai, N.; Ruengsangtongkul, S.; Sombatmankhong, K. Imidazoline as a volatile corrosion inhibitor for mitigation of top- and bottom-of-the-line CO_2 corrosion in carbon steel pipelines. Langmuir 2024, 40(23), 11888–11902. https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.3c03827

[11] Shamsa, A.; Barmatov, E.; Hughes, T. L.; Hua, Y.; Neville, A.; Barker, R. Hydrolysis of imidazoline-based corrosion inhibitor and effects on inhibition performance of X65 steel in CO_2-saturated brine. Journal of Petroleum Science and Engineering 2022, 208, 109235. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.109235

[12] Wong, J. E.; Park, N. G. Effect of corrosion-inhibitor active components on the growth of iron-carbonate scale under CO_2 conditions. In CORROSION 2008, New Orleans, LA, USA, 16–20 March 2008; AMPP/NACE.

[13] Tsui, K.; Wong, J. E.; Park, N. G. Effect of corrosion-inhibitor active components on the formation of iron carbonate on carbon steel. In CORROSION 2010; NACE International, 2010.

[14] Akhmedova, O. B.; Nurullaeva, Z. V.; Komilov, M. Z.; Asadova, D. F.; Razhabov, R. N.; Fozilov, S. F. Basic directions of application of low-molecular polyethylene from local secondary raw materials. Universum: Technical Sciences 2019, 11(68). https://doi.org/10.32743/UniTech.2019.68.11-3

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И ПРИЧИН ОБВОДНЕНИЯ СКВАЖИН НА ЗАВЕРШАЮЩЕМ ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Б.Ю. Номозов,
доцент кафедры «Нефтегазового дело и технология переработки нефти и газа»
Каршинский государственный технический университет
Ж.Б. Юлдашев,
старший преподаватель кафедры «Нефтегазового дело и технология переработки нефти и газа»
Каршинский государственный технический университет

Аннотация. *Рассмотрены основные проблемы эксплуатации обводняющийся газовых скважин на завершающем этапе разработки месторождений на примере месторождения Шуртан. Определены ключевые причины снижения дебитов ниже критического уровня, приводящие к накоплению жидкости на забое и самозадавливанию скважин. Проведён анализ факторов, влияющих на ухудшение технологических показателей добычи газа. На основе изучения современных методов удаления жидкости из ствола скважин и результатов их практического применения на месторождении Шуртан предложены критерии отбора скважин для внедрения соответствующих технологий. Разработан алгоритм выбора скважин-кандидатов для применения технологии концентрического лифта с целью повышения эффективности эксплуатации и продления периода стабильной добычи газа.*

Ключевые слова: *эксплуатация скважин, стадия падающей добычи, самозадавливание скважин, обводнение скважин.*

ANALYSIS OF THE DYNAMICS AND CAUSES OF WELL WATERING AT THE FINAL STAGE OF GAS FIELD OPERATION

Abstract. The main problems of operation of watered gas wells at the final stage of field development were considered using the example of the Shurtan field. The key reasons for the decline in production rates below the critical level, leading to the accumulation of liquid at the bottom and self-suppression of wells, have been identified. Analysis of factors influencing the deterioration of gas production performance was carried out. Based on the study of modern methods of fluid removal from the well bore and the results of their practical application in the Shurtan field, criteria for selecting wells for the introduction of appropriate technologies were proposed. An algorithm was developed to select candidate wells for the use of concentric lift technology in order to increase operational efficiency and extend the period of stable gas production.

Keywords: *well operation, stage of falling production, well self-suppression, well watering.*

GAZ KONINI O‘ZLASHTIRISHNING YAKUNIY BOSQICHIDA QUDUQLARNING SUVGA TO‘LISH DINAMIKASI VA SABABLARINI TAHLIL QILISH

Annotatsiya. Sho‘rtan koni misolida konni o‘zlashtirishning yakuniy bosqichida suvga to‘lgan gaz quduqlarini ekspluatatsiya qilish bilan bog‘liq asosiy muammolar ko‘rib chiqildi. Ishlab chiqarish hajmining kritik darajadan pastga tushishiga, quduq tubida suyuqlik to‘planishiga va quduqning o‘z-o‘zidan to‘xtab qolishiga (o‘z-o‘zini bo‘g‘ishiga) olib keluvchi asosiy sabablar aniqlandi. Gaz qazib olish samaradorligining pasayishiga ta’sir etuvchi omillar tahlil qilindi. Quduq tubidan suyuqlikni chiqarib tashlashning zamonaviy usullari va ularning Sho‘rtan konidagi amaliy qo‘llanilishi natijalarini o‘rganish asosida, tegishli texnologiyalarni joriy etish uchun quduqlarni tanlash mezonlari taklif etildi. Ekspluatatsiya samaradorligini oshirish va barqaror gaz qazib olish davrini uzaytirish maqsadida konsentrik ko‘tarish (concentric lift) texnologiyasini qo‘llash uchun nomzod quduqlarni tanlash algoritmi ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: quduqni ekspluatatsiya qilish, ishlab chiqarish hajmi pasayishi bosqichi, quduqning o‘z-o‘zidan to‘xtab qolishi, quduqning suvga to‘lishi.

Проблема удаления жидкости с забоя газовых скважин в настоящее время приобретает особую актуальность, поскольку значительное количество месторождений переходит в завершающую стадию разработки. При снижении скорости движения газового потока ниже критического уровня происходит накопление жидкости в стволе скважины, что существенно осложняет процесс добычи газа и приводит к резкому уменьшению производительности скважин вплоть до их полной остановки вследствие самозадавливания.

С уменьшением дебита возрастает число скважин, работа которых осложняется скоплением жидкости и механических примесей на забое, а также образованием песчаных и псевдоожиженных пробок. В связи с этим вопросы эффективной эксплуатации низконапорных и низкодебитных газовых скважин приобретают всё большее практическое значение. Одним из перспективных направлений повышения коэффициента извлечения газа является внедрение современных технологий, обеспечивающих удаление жидкости и стабилизацию работы скважин.

Основными причинами накопления жидкости являются конденсация влаги в стволе скважины и поступление подошвенных пластовых вод, в том числе через негерметичные участки цементного кольца за обсадной колонной. Результаты промысловых исследований показывают, что обводнение призабойной зоны как пластовыми, так и конденсационными водами приводит к разрушению цементирующего материала породы, выносу пластового песка и формированию высокопроницаемых каналов фильтрации. Вследствие этого на забое постепенно образуются песчаные пробки, находящиеся в псевдоожиженном состоянии. Со временем песчано-жидкостная масса перекрывает продуктивный интервал, вызывая заметное снижение дебита скважины.

Эксплуатация газовых скважин в подобных условиях сопровождается повышенным содержанием механических примесей в добываемой продукции, что отрицательно влияет на состояние наземного и подземного оборудования. Ускоренному износу подвергаются штуцеры, задвижки, насосно-компрессорные трубы и другие элементы промысловой инфраструктуры. Многократное проведение ремонтных работ по удалению песчаных пробок способствует образованию каверн в призабойной зоне, что усиливает разрушение пласта и приводит к интенсивному выносу песка в ствол скважины. В результате отдельные газовые скважины преждевременно выводятся из действующего фонда.

Для Шуртанского газоконденсатного месторождения проблема самозадавливания скважин оказывает значительное влияние на общий уровень добычи газа. Количество таких скважин изменяется в течение года и зависит от сезонных колебаний объёмов отбора газа, а также эффективности проводимых геолого-технических мероприятий. Анализ эксплуатационных данных показывает, что существенное влияние на вероятность самозадавливания оказывает диаметр насосно-компрессорных труб. Наибольшая доля осложнённых скважин приходится на объекты, оборудованные НКТ диаметром 114, 89 и 73 мм, которые составляют более 80% общего числа самозадавливающихся скважин.

На основании проведённого анализа технологических режимов эксплуатации и результатов газодинамических исследований скважин месторождения Шуртан были определены основные причины снижения дебитов ниже критического уровня, приводящие к самозадавливанию газовых скважин.

Выявленные факторы условно разделены на три основные категории. К первой группе относятся геолого-технологические ограничения, связанные с выносом пластового песка и необходимостью ограничения депрессии на пласт во избежание разрушения коллектора. Вторая группа факторов обусловлена интенсивным притоком подошвенных вод, оказывающих существенное влияние на процессы обводнения и снижение эффективности добычи газа. Третья группа связана с недостаточной скоростью движения газового потока в насосно-компрессорных трубах, что характерно для низкодебитных скважин с ухудшенными продуктивными характеристиками.

Обеспечение устойчивой работы обводняющихся скважин и восстановление эксплуатации самозадавливающихся объектов осуществляется с применением различных

физических и физико-химических методов, направленных на удаление жидкости, скапливающейся в стволе скважины. Наиболее распространённым и технологически простым способом остаётся периодическая продувка скважин с выпуском газа в атмосферу. На месторождении Шуртан данный метод применяется достаточно широко: значительная часть действующего фонда скважин подвергается продувкам с различной периодичностью — от нескольких раз в неделю до одного раза в месяц.

Однако использование продувок сопровождается рядом серьёзных недостатков. Помимо увеличения технологических потерь газа и негативного воздействия на окружающую среду, резкое изменение депрессии в процессе продувки способствует разрушению слабосцементированных пород призабойной зоны. Это, в свою очередь, приводит к активизации выноса песка и формированию песчаных пробок на забое скважины.

Ещё одним традиционным методом удаления жидкости является применение поверхностно-активных веществ (ПАВ), обеспечивающих образование пены и вынос жидкости потоком газа. Несмотря на эффективность данного способа, его широкое использование может сопровождаться образованием устойчивых пенных систем, создающих дополнительные осложнения при эксплуатации промыслового оборудования. Кроме того, избыточное пенообразование ухудшает процессы подготовки газа и увеличивает нагрузку на оборудование дожимных компрессорных станций.

На основе проведённого анализа причин самозадавливания скважин, а также оценки эффективности современных технологий удаления жидкости из газовых скважин Шуртанского месторождения были разработаны основные критерии отбора скважин для внедрения соответствующих технологических решений.

Для скважин, обладающих высокими фильтрационно-продуктивными характеристиками, но ограниченных по дебиту вследствие геолого-технических факторов либо интенсивного поступления пластовых вод, рекомендуется выполнение мероприятий по водоизоляции и укреплению призабойной зоны пласта. Такие работы позволяют снизить объём водопритока, уменьшить разрушение коллектора и повысить устойчивость эксплуатации скважин.

Особое внимание следует уделять технологиям, обеспечивающим удаление жидкости не только из колонны насосно-компрессорных труб, но и непосредственно с забоя скважины. Наиболее эффективным решением в данном направлении является применение концентрических лифтовых колонн, позволяющих повысить скорость газового потока и обеспечить более стабильный вынос жидкости.

Для скважин, оборудованных парными газосборными шлейфами и не осложнённых интенсивным обводнением или выносом песка, целесообразно применение технологии закачки сухого газа в затрубное пространство. При реализации данного метода необходимо обеспечить такие температурные условия закачиваемого газа, при которых исключается вероятность гидратообразования в стволе скважины.

В низкодебитных скважинах с недостаточной скоростью газового потока рекомендуется замена существующих насосно-компрессорных труб на трубы меньшего диаметра. Наиболее рациональным вариантом считается использование гибких колонн НКТ, спускаемых внутрь действующей лифтовой колонны. Это позволяет уменьшить проходное сечение, увеличить скорость движения газа и улучшить условия выноса жидкости. При этом монтаж гибкой колонны желательно осуществлять без предварительного глушения скважины, что предотвращает загрязнение призабойной зоны жидкостью глушения и снижает риск ухудшения проницаемости коллектора.

В случаях, когда внедрение перечисленных технологий экономически нецелесообразно, рекомендуется использование поверхностно-активных веществ в сочетании с периодическими продувками скважин. Такой подход позволяет временно стабилизировать работу скважины и снизить интенсивность накопления жидкости.

Существенное влияние на повышение эффективности эксплуатации может оказать внедрение современных систем телеметрии и телемеханики. Использование данных систем

обеспечивает непрерывный контроль технологических параметров работы скважин и позволяет оперативно реагировать на появление осложнений, связанных с накоплением жидкости, выносом механических примесей, образованием гидратных и ледяных пробок.

Для решения проблем самозадавливания на Шуртанском газоконденсатном месторождении был выполнен комплексный анализ режимов эксплуатации скважин, состояния газосборной системы, технического состояния забоя и геолого-промысловых условий разработки. По результатам проведённого исследования были сформированы рекомендации по дальнейшей эксплуатации проблемного фонда скважин. Для части скважин предложена замена НКТ на трубы меньшего диаметра, ряд скважин рекомендуется перевести на эксплуатацию с закачкой сухого газа в затрубное пространство, на отдельных объектах необходимо внедрение концентрических лифтовых колонн, а также выполнение комплекса работ по водоизоляции и укреплению призабойной зоны пласта.

Следует отметить, что реализация предложенных геолого-технических мероприятий требует значительных капитальных затрат и приводит к увеличению себестоимости добычи газа. Однако применение данных технологий является необходимым условием для поддержания стабильной эксплуатации скважин и повышения коэффициента извлечения газа на поздней стадии разработки месторождения.

Список использованной литературы:

1. Еримилов О.М., Лапердин А.Н., Иванов С.И. Добыча газа и газоконденсата в осложненных условиях эксплуатации месторождений. – Новосибирск: СО РАН, 2007. – 289 с.

2. Шулятиков И.В., Сидорова С.А., Медко В.В., Пристанский А.Г. Технологические процессы и оборудование для эксплуатации газовых скважин в условиях, осложненных наличием жидкости и разрушением призабойной зоны пласта//Обз. инф. Сер.: Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2005. – 103 с.

3. Гасумов Р.А., Тенишев Ю.С., Липчанская Т.А., Шихалиев И.Ю., Белолапотков Г.Г., Мазанов С.В. Удаление жидкости из газовых и газоконденсатных скважин в процессе их эксплуатации и ремонта: теория и опыт М.: ОАО «Газпром», 2007. – 86 с.

NEFT-GAZ KONLARI OQAVA SUVLARINI TASHISH TIZIMLARINING GIDRAVLIK REJIMLARINI DEVOR YAQINIDAGI MASSA ALMASHINUVINING ILMIY-TEXNIK ASOSLARI

Xalilov Jamshid Akmal o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti,Email: jamshidxalilov885@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz konlaridagi oqava suvlarni tashish tizimlarini gidravlik rejimlarini massa almashinuvini orqali aniqlash ustida ish olib borilgan.

Kalit so‘zlar. Neft,gaz, oqava suvlar, gidravlik rejim.

Аннотация. В данной статье рассматривается определение гидравлических режимов систем транспортировки сточных вод на нефтегазовых месторождениях с использованием массопереноса.

Ключевые слова: нефть, газ, сточные воды, гидравлический режим.

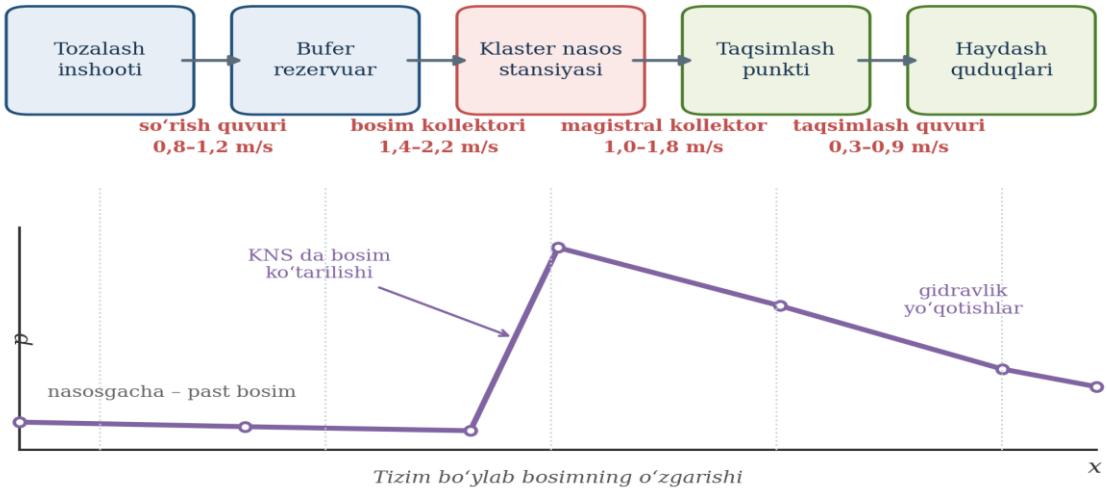
Abstract. This article focuses on determining the hydraulic regimes of wastewater transport systems in oil and gas fields through mass transfer analysis.

Keywords: Oil, gas, wastewater, hydraulic regime.

Neft konlarini ishlatishning ikkilamchi usullari orasida qatlam bosimini ushlab turish (QBUT) tizimi eng keng tarqalgan va eng ko‘p resurs talab qiladigan bug‘in hisoblanadi. Uning vazifasi qazib olingan suyuqlik hajmini qoplab, qatlamdagi bosimni loyihaviy darajada saqlashdan iborat.

Zamonaviy neft konlarida haydaladigan suvning yillik hajmi qazib olinadigan suyuqlik hajmining 1,1-1,4 barobarini tashkil etadi [1, 16, 100]. O‘zbekiston Respublikasining Qashqadaryo viloyatidagi yirik konlarda, jumladan Ko‘kdumaloq neft-gaz-kondensat konida, bu tizim orqali sutkasiga o‘n minglab kub metr suv haydalmoqda; suvning asosiy manbai esa quduq mahsuloti bilan birga chiqadigan va tozalash inshootlarida tayyorlanadigan formatsion suvdir [1].

Gidravlika nuqtai nazaridan QBUT tizimi bir necha ketma-ket ulangan, turli geometriya va turli oqim rejimiga ega bo‘lgan bosimli quvur uchastkalaridan tashkil topgan murakkab gidravlik zanjirdir [2]. Bu zanjirning prinsipial tuzilmasi va uning bo‘ylab tezlik hamda bosimning o‘zgarishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Qatlam bosimini ushlab turish tizimining prinsipial gidravlik sxemasi va tizim bo‘ylab bosimning o‘zgarishi

Sxemadan ko‘rinib turibdiki, tizim bo‘ylab oqim tezligi bir tekis emas: so‘rish quvurida u 0,8-1,2 m/s, klaster nasos stansiyasidan (KNS) keyingi bosim kollektorida 1,4-2,2 m/s, magistral kollektorda 1,0-1,8 m/s, taqsimlash quvurlari va quduq oldi uchastkalarida esa atigi 0,3-0,9 m/s ni tashkil etadi. Tezlikning bunday keng diapazonda o‘zgarishi tasodifiy emas - u quvur diametrlarining unifikatsiyasi, sarfning quduqlar bo‘yicha taqsimlanishi va nasos uskunalarining tiporaziga bog‘liq [1, 14]. Aynan shu tezlik gradiyenti keyinchalik ko‘rsatiladigan yemirilish mexanizmlarining zanjir bo‘ylab o‘zgarishini belgilaydi. Tizim elementlarining gidravlik tavsifi va ularning xarakterli parametrlari 1.1-jadvalda umumlashtirilgan. Jadvaldagi ma’lumotlar O‘zbekiston neft konlarining loyiha hujjatlari hamda [1, 98, 100] manbalardagi umumlashtirilgan ko‘rsatkichlar asosida shakllantirilgan.

1-jadval

Qatlam bosimini ushlab turish tizimi elementlarining gidravlik tavsifi

Element	Ichki diametr d, m	Sarf Q, m³/soat	Tezlik v, m/s	Reynolds soni Re·10⁻⁵
So‘rish quvuri	0,309-0,414	400-900	0,8-1,2	2,5-5,0
Bosim kollektori	0,259-0,309	400-900	1,4-2,2	3,6-6,8
Magistral kollektor	0,309-0,614	250-900	1,0-1,8	3,1-11,0
Taqsimlash quvuri	0,150-0,259	30-160	0,4-0,9	0,6-2,3
Quduq oldi uchastkasi	0,100-0,150	10-60	0,3-0,7	0,3-1,0
Nasos-kompressor quvuri	0,062-0,076	8-40	0,6-1,5	0,4-1,1

Izoh. Reynolds soni 25 °C dagi formatsion suv uchun kinematik qovushqoqlik ν = 1,02·10⁻⁶ m²/s bo‘yicha hisoblangan [2].

Jadval ma’lumotlaridan muhim xulosa kelib chiqadi: tizimning barcha elementlarida oqim turbulent rejimda kechadi, chunki Reynolds soni eng kichik qiymatda ham $3 \cdot 10^4$ dan katta. Bu holat keyingi tahlilni soddalashtiradi - laminar va o‘tish rejimlarini ko‘rib chiqish zarurati yo‘qoladi, biroq ayni paytda uni murakkablashtiradi ham, chunki turbulent oqimda devor yaqinidagi jarayonlar oqimning yadrosidagi jarayonlardan tubdan farq qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Xalilov J.A.,Nurqulov F.N., Avazov M.Sh. Obtaining and testing results of PF-1 brand corrosion inhibitor obtained based on the processing of chlorinated organic waste used in the oil and gas industry // European Journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN (E): 2938-3617 Volume 2, Issue 5, May – 2024. 1-8 bet. (https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/578)
2. Xalilov J.A. Preparation and testing results of a liquid hydrocarbon soluble corrosion inhibitor // European Science Methodical Journal ISSN (E): 2938-3641 Volume 2, Issue 9, September- 2024. 9-16 bet. (https://europeanscience.org/index.php/3/article/view/870/842.
3. Xalilov J.A. Extraction of corrosion inhibitors soluble in petroleum products and their analysis // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 9(126). URL: (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18195)
4. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Xamraqulova G.O. Energetika sanoatida paydo bo‘ladigan korroziya va ularni oldini olish chora tadbirlari va tadqiqot usullari // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 147-151 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.
5. Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I. Современные методы получения присадок, получающих качество автотоплива // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 28-31 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.

Xalilov J.A., Bozorov O.N., Metall konstruksiyalarni qoplama hosil qilish orqali korroziyadan himoyalash va ularni tadqiq qilish // Yong‘in-portlash xavsizligi ISSN 2181-9327 № 4(17), 2024. 182-184 bet. (https://t.me/ilmiy_jurnal_FVV.

MoO_3/Mo NANOTUZULMALARINI OLISH VA ULARNING ELEKTRON TUZILISHI VA OPTIK XOSSALARINI O'RGANISH

Allayarova Gulmira Xolmuratovna[1], Zarifov shuhrat sobirjon o‘g‘li[2], Umirzakov Boltaxodja[3], Yorqulov Ruslan[4]

[1](PhD) Dotsent, Qarshi davlat universiteti

[2]assistent, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Email: zarifovshuhrat@gmail.com

[3]professor, Toshkent davlat texnika universiteti

[4]professor, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya (Abstrakt): Bu ishda ikkilamchi elektronlar spektroskopiyasi hamda fotoelektronlar spektroskopiyasi kompleks usullaridan foydalanib, Mo ga O2+ ionlarini bombardimon qilish usuli orqali Mo ni yuzida hosil qilingan MoO3 nanotuzilmalarining elektron tuzulishi va fizik – optik xususiyatlari o‘rganilgan. Hosil bo‘lgan MoO3 nanotuzilmasining taqiqlangan zona kengligi Eg = 3,4 eV yuzasining notekisligi esa 1,5 nm. Toza Mo ga O2+ ionlarini implantatsiya qilinganda valent elektronlarning valent zonalarda joylashish zichliklar i o‘zgarib borishini ko‘rsatdi. Olingan spektrlardan ko‘rinadiki valent elektronlar valent zonalarda joylashganda turli zichliklar bilan joylashar ekan va bu hosil bo‘lgan spektrlar maksimum va minimumlarida yanada yaqqolroq namoyon bo‘ldi.

Kalit so‘zlar: *ion implantatsiya, termik oksidlash, ikkilamchi elektronlar spektroskopiyasi, nanotuzilmalar.*

Аннотация (Абстракт): В данной работе с использованием комплексных методов вторичной электронной спектроскопии и фотоэлектронной спектроскопии исследована электронная структура и физико-оптические свойства нанопленок MoO3, образующихся на поверхности Mo методом бомбардировки Mo ионами O2+. Ширина запришенной зоны эти нанопленка MoO3 состовляло Eg = 3,4 эВ, 1,5 нм. При имплантации ионов O2+ в чистый Mo были изучены плотности делокализации и изменения валентных электронов в валентных зонах. Из полученных спектров видно, что валентные электроны рассеиваются в валентных зонах с разной плотностью, а пики и минимумы полученных спектров более своеобразны.

Ключевые слова: *ионная имплантация, термическое окисление, спектроскопия вторичных электронов, наноструктуры.*

Annotation: In this work, using the complex methods of secondary electron spectroscopy and photoelectron spectroscopy, the electronic structure and physical-optical properties of MoO3 nanofilms formed on the surface of Mo by the method of bombarding Mo with O_2^+ ions were studied. It was seen that the bandgap width of the formed MoO3 nanofilm is Eg = 3.4 eV, the roughness of the surface is 1.5 nm. It was shown that when O_2^+ ions are implanted in pure Mo, the density of valence electrons in the valence bands changes. From the obtained spectra, it can be seen that the valence electrons are located in the valence zones with different densities, and this was more clearly manifested in the maxima and minima of the resulting spectra.

Key words: *ion implantation, thermal oxidation, secondary electron spectroscopy, nanostructures.*

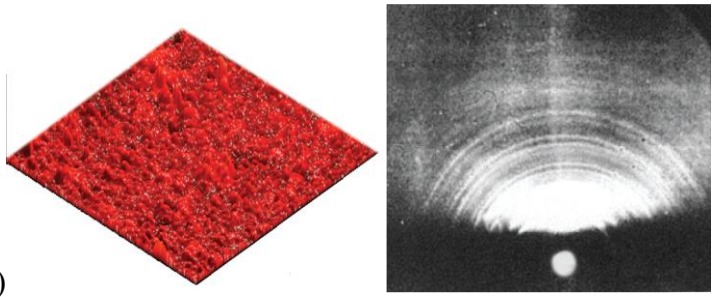
Kirish.

Molibden va molibden oksidi nanotuzilmalari turli sohalarda keng qo‘llaniladi. Masalan mikro – elektronika optoelektronika va elektronika sohalarida, turli hil displeyevlar olishda, sensorlarda va organik ko‘yosh elementlarida MDP va PDP tuzilmalar olishda bundan tashqari integral sxemalar olishda tranzistorlarda keng qo‘llaniladi[1-4]. Hozirgi vaqtgacha adabiyotlardan ma’lumki shisha ustida termik oksidlash usullari orqali va magnitron changlatish usullari orqali hamda MoO3 tayyor kukunlari orqali ularning foton-elektron ta’sirida uning optik va emissiya va elektrofizik xususiyatlari o‘rganib kelingan. Biroq Mo yuzida termik oksidlash va ion implantatsiya usullari orqali hosil qilingan MoO3 nanoplenkalarining qalinligini tarkibini va yuza morfologiyasi fizik xususiyatlari haqida to‘liq ma’lumotlar mavjud emas[5-10]. Biz bu ishda Mo ni O_2^+ ionlari bilan ion implantatsiya qilish usuli orqali hosil bo‘lgan MoO3 nanoplenkalarining tarkibi, zona energetik prametrlari va valent elektronlarning valent zonalarda joylashish zichligini o‘rgandik. Ushbu ishda termik oksidlash usuli va ion implantatsiya usullari bir biriga solishtirib o‘rganildi.

Materiallar va usullar

Nishon sifatida monokristall tuzulishdagi Mo(111) namunasi olingan. Shaybasimon qilib qirqilgan namunaning diametri ~ 10 mm va qalinligi ~ 0,3 mm ga teng. Namuna yaxshilab shlifovka qilingach uni almaz pastasi yordamida yaxshilab tozalanib olindi. Yaxshilab tozalangan namunani sirtini spirt bilan tozalab artib, yuqori vakuumli 2 ta kameradan iborat bo‘lgan qo‘rilmaga joylashtirildi. Qo‘rilmaning 1- kamerasida termik oksidlash va ion implantatsiya jarayonlari amalga oshirildi, 2- kamerasida esa bir qancha metodlar asosida; hosil bo‘lgan nanoplenkalarining tarkibi, elektron tuzulishini Oje elektronlar spektroskopiyasi va optik xususiyatlari va energetik parametrlarini (UFES) Ultrabinafsha nurlar spektroskopiyasi yordamida, sirt morfologiyasi va kristall tuzulishini (AKM) atom kuchlanishli mikroskop va sekin elektronlar defraksiyasi usuli yordami o‘rganildi[11-16].Termik oksidlantirishdan oldin namunani 10^{-2} Pa T= 2000 K da uzoq vaqt 25-30 soat qizdirib tozalab olindi. Keyin esa T= 2200 K ga impulsli qizdirib olindi. Maxsus gaz balonni yordamida namunani yuzasiga $\varphi < 15^0$ ostida gaz molekulalari yuborildi. Gaz molekulalari yuborilganda namuna bir vaktda T= 850 K ga qizdirib turildi. O2 molekulalari kelib namunani yuzasiga utirdi va optimal T= 850 K qalinligi 60 Å bo‘lgan MoO3 nanoplenkasi hosil qilindi. Hosil bo‘lgan nanoplenkaning tarkibi birjinsli bo‘lmadi va bo‘ndan tashqari nanotuzilma orolcha o‘sdi. Shuning uchun 2- usul ion implantatsiya usulida MoO3 nanotuzilmalarini hosil qilib olindi. Bu usulda termik oksidlash kabi namunani oldin T= 2000 K da 10^{-2} Pa uzoq vaqt 25-30 soat qizdirib tozalab olindi. Keyin esa T= 2200 K ga impulsli qizdirib olindi. Keyingi bosqich O_2 molekulalarini elektron

bombardimon qilish orqali kislorod molekulalari O_2^+ ionlariga aylantirilib namunaningyuzasiga nisbatan $\varphi <$ 10- 15^0 ostida O_2^+ ionlarini energiyalarini E= 1, 3, 5 кэВ va turli dozalarda D = (4-8) · 10 17 sm^{-2} namunaning yuzasiga yuborildi. Ion implantatsiya jarayonida ham namuna bir vaqtda optimal harorat T= 850 K ga qizdirib turildi[17-21]. Ion implantatsiya jarayonida ionlarning E = 1keV bo‘lganda O_2^+ ionlari namunaning yuzasiga yaqinrok sohalariga keradi va hosil bo‘lgan MoO3 nanotuzilmaning qalinligi 30 Å ni tashkil etdi. Ionlarning energiyasi E = 3keV bo‘lganda O_2^+ ionlari namunaning yuza osti qatlamlariga kerib bordi va hosil bo‘lgan nanotuzilma qalinligi 60 Å ni, E = 5keV bo‘lganda esa 90 Å qalinlikdagi nanotuzilmalar hosil qilib olindi. Hosil qilingan MoO3 nanotuzilmasining tarkibi birjinsli va tuzilmalar orasida o‘tish qatlamlari deyarli hosil bo‘lmadi. Demak xosil bo‘lgan MoO3 nanotuzilmasining yuza morfologiyasi 1- rasmda keltirilgan[17].



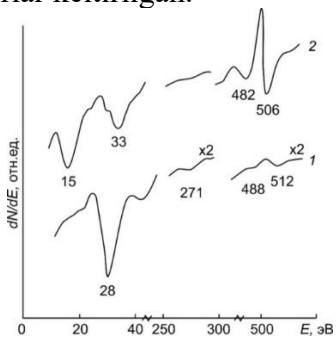
a) b)

1.Rasm. Ion implantatsiyasi natijasida olingan qalinligi 60 Å MoO_3 nanoplyonkasi yuzasi: a – tasvir atom kuchi mikroskopi yordamida olingan ; b – elektron diffraktsiya naqsh (tez elektron diffraktsiya)[17].

Rasmdan ko‘rinadiki Atom kuchlanishli mikroskop (AKM) yordamida olingan tasvir MoO3 nanotuzilmasining yuza notikesligini va chukkilardan iborat ekanligi (1,5 nm) va sekin elektronlar defraksiyasida (SED) olingan tasvir hosil bo‘lgan nanotuzilma polikristall to‘zulishda ekanligini qo‘rsatdi.

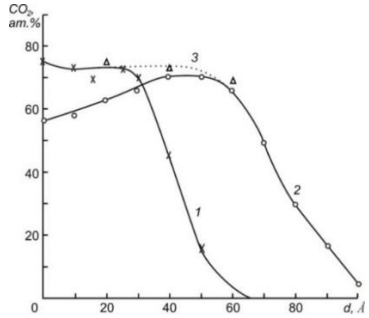
Natijalar va muhokamalar.

Quyidagi 2- rasmda toza Mo va ion implantatsiya usulida hosil qilingan MoO3 nanotuzilmalari uchun olingan Oje spektrlar keltirilgan.

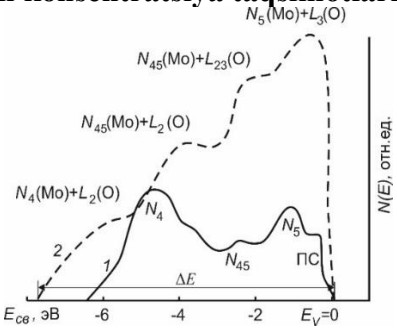


2-Rasm. a) Toza Mo (111): uchun b) O_2+ ionlarini energiyasi 1 keV va dozasini 4 × 10^{17} sm^{-2} implantatsiya qilib haroratni 850 K qizdirib turilganda hosil bo‘lgan MoO3 nanotuzilmasi uchun Oje spektrlari[21]

Chizmadan kurinadiki toza Mo da olingan Oje spektrlar chuqqilarining siljishlari Mo va O2+ ionlari bilan o‘zaro bog‘ hosil qila boshladi deyishimiz mumkin. Termik oksidlash usulini ion implantatsiya usuliga solishtirib o‘rganilganda ion implantatsiya usulida ionlarning energiyasini boshqarish imkonini va bu orqali nanotuzilmalarning qalinligini va ko‘p qatlamli tizimlar hosil qilish imkonini berdi. Qo‘yidagi 3- rasmda termik oksidlash usuli va ion implantatsiya usullarida olingan nanotuzilmalarni tarkibidagi O2+ uchun konsentratsiya taqsimotlari keltirilgan. Rasmdan kurinadiki (2-igri chiziq)termik oksidlash usulida 60 Å qalinlikda olingan naotuzilmaning o‘tish qatlami ham 60 Å ni tashkil etdi. Ion implantatsiya usulida hosil qilingan nanotuzilmada esa (1- igri chiziq) o‘tish qatlamlari o‘tish qatlamlari juda kam hosil bo‘ldi va stixiometrik tarkibi butun xajm va yuza bo‘yicha buyicha deyarli bir hil bo‘ldi. Keyingi 4- rasmda esa toza Mo va MoO3 nanotuzilmalari uchun fotoelektron spektrlari keltirilgan.



3 – Rasm. Kislorod ionlarini turli energiyalarda E_0, keV: 1 – 1; 2 – 3; 3 – 5-3 va 1; ionlar dozasini tuyinish dozasida $D=2\cdot10^{17}sm^{-2}$ 60 Å qalinlikda MoO3 hosil bo‘lishida O_2^+ ionlarining atom konsentratsiya taqsimotlari keltirilgan[17].



4- Rasm. Toza Mo uchun fotonlarni energiyasini 1 –10.8 ; 2 – MoO_3 nanotuzilmasi uchun fotonni energiyasi 15.6 eV da valent zona uchun spektrlari[21].

Rasmdan ko‘rinadiki toza Mo ga (1- igri chiziq) fotonlarni energiyasi 10,8 eV qilib yuborilganda valent elektronlarning valent zonalardagi taqsimot spektrlari keltirilgan. Toza Mo ga O_2^+ ionlarini implantatsiya qilinganda valent elektronlarning valent zonalarda joylashish zichliklar i o‘zgarib borishini ko‘rsatdi. Olingan spektrlardan ko‘rinadiki valent elektronlar valent zonalarda joylashganda turli zichliklar bilan joylashar ekan va bu hosil bo‘lgan spektrlar maksimum va minimumlarida yanada yaqqolroq namoyon bo‘ldi.

Xulosa.

Shunda qilib bu ishda birinchi marta termik oksidlash va ion implantatsiya usullari yordamida hosil qilingan qalinligi 30-100 Å bo‘lgan nanotuzilmalarning tarkibi va yuza nokesligi, zona energetik parametrlari o‘rganilib quyidagi xulosalarga kelindi. Termik oksidlash usulida hosilgan qilingan MoO_3 nanotuzilmasini hosil bo‘lishida o‘tish qatlamlar ko‘proq hosil bo‘ldi va bo‘nga sabab ularning tarkiblari birjignsli bo‘lmaganligidadir. Ion implantatsiya usulida olingan MoO_3 nanotuzilmalari esa elementar va kimyoviy tarkiblari 30-100 Å bo‘lgan qalinliklar orlig‘ida deyarli bir jinsli nanotuzilma hosil bo‘ldi. Bir jinsli bo‘lgan nanotuzilmaning zona energetik parametrlari va valent elektronlarning valent zonada joylashish taqsimotlari o‘rganilganda 4 ta maksimumdan iborat spektrlar hosil bo‘ldi. Bundan kelib chiqib biz valent zonada joylashgan valent elektronlarni turli zichliklar bo‘yicha joylashishi mumkin degan xulosaga keldik.

Adabiyotlar ro’yhati

1. *Коршунов А.В.* // Размерные и структурные эффекты в процессах окисления металлов: монография.Томск, 2013. 360 с.
2. *Миннеханов А.А., Вахрина Е.В. Константинова Е.А.,Кашкаров П.К.* // Письма в ЖЭТФ. 2018. Т. 107. Вып. 4. С. 270.
3. *Surovoi E.P., Surovaia V.E., Bugerko L.N.* // J. Phys.Chem. A. 2013. V. 87. № 5. P. 826.
4. *Ковивчак В.С., Панова Т.В.* // Поверхность. Рентген., синхротр. и нейтрон. исслед. 2016. № 12. С. 41.
5. *Гаврилов С.А., Белов А.Н.* Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники.М.: Высшее образование, 2009. 272 с.

6. *Буназаров Д.Б., Касымов А.Х., Нормурадов М.Т., Пугачева Т.С.* // Радиотехника и электроника. 1976.№ 7. С. 21.
7. *Суровой Э.П., Суровая В.Э., Бугерко Л.Н.* // Журн.физ. химии. 2013. Т. 87. № 5. С. 842.
8. *Chary K.V.R., Reddy K.R., Gurram K. et al.* // J. Catal.200. V. 226. № 2. P. 283.
9. *Scanlon D.O., Watson G.W., Payne D.J. et al.* // J. Phys.Chem. C. 2010. V. 114. P. 4636. https://doi.org/10.1021/jp9093172
10. *Kang M., Oh E., Kim I. et al.* // Current Appl. Phys. 2012. V. 12. P. 489. doi . 2011. 08. 007 https://doi.org/10.1016/ j.cap
11. *Bohne N.Y., Shevchenko F., Prokert J.* // Nucl. Instrum.Methods Phys. Res. B. 2005. V. 24. Iss. 1–2. P. 157.
12. *Bernd R., Claus H., Bernd R.* // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B. 2000. V. 160. Iss. 3. P. 363.
13. *Alov N.V.* // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B.2007. V. 256. Iss. 1. P. 337.
14. *Ivna K., Piltaverlavana J., Badovinac R.* // Appl. Surf.Sci. 2017. V. 425. P. 416.
15. *Алов Н.В., Леонов М.П.* // Физика и химия обработки материалов. 1986. Т. 6. № 6. С. 94.
16. *Умирзаков Б.Е., Ташмухамедова Д.А., Гулямова С.Т.,Аллаярова Г.Х.* // ЖТФ. 2020. Т. 90. Вып. 5. С. 831.
17. *Isakhanov Z.A., Mukhtarov Z.E., Umirzakov B.E., Ruzibaeva M.K.* // Tech. Phys. 2011. V.56. Iss. 4. P. 546.
18. *Donaev S.B., Djurabekova F., Tashmukhamedova D.A.,Umirzakov B.E.* // Phys. Stat. Sol. C.2015. V. 12. Iss. 1–2. P. 89.
19. *Эргашов Ё.С., Ташмухамедова Д.А., Раббимов Э.* //Поверхность. Рентген., синхротр. и нейтрон. исслед. 2015. № 4. С. 38.
20. *Алиев А.А., Шалимов З.Т.* // Поверхность. Рентген.,синхротр. и нейтрон. исслед. 2003. № 8. С. 105.
21. *Умирзаков Б.Е., Исаханов З.А., Рузибаева М.К., Ёркулов Р.М.* // ЖТФ. 2019. Т. 89. № 6. С. 935.

TECHNOLOGY OF COATING THE GEARBOX BODY WITH ADC12 ALUMINUM ALLOY

Makhbuba Abdurakhimova, Malokhat Tukhtasheva,
Bobur Saparov, Rakhimov Murodullo
Tashkent institute of chemical technology

Abstract. In this thesis, the technology of coating the gearbox housing using ADC12 aluminum alloy in order to improve the operational properties of the surface is considered. The gearbox housing is exposed to mechanical loads, friction, vibration and temperature effects during operation. Therefore, it is important to increase the strength, wear resistance and thermal stability of the housing surface. The study analyzed the technological sequence of the stages of initial surface preparation, melting of the ADC12 alloy, coating formation and cooling. The quality of the coating can be assessed by such indicators as its thickness, degree of adhesion to the surface, porosity and microstructural state. The Al–Si-based composition of the ADC12 alloy is considered a promising material for increasing the hardness and wear resistance of the coating layer.

Key words: reducer housing, ADC12, aluminum alloy, surface coating, technological process, hardness, wear resistance, microstructure.

Аннотация. В данной статье рассмотрена технология нанесения покрытия на поверхность корпуса редуктора с использованием алюминиевого сплава ADC12 с целью повышения его эксплуатационных свойств. В процессе эксплуатации корпус редуктора подвергается воздействию механических нагрузок, трения, вибрации и температурных воздействий. Поэтому повышение прочности, износостойкости и термической стабильности поверхности корпуса имеет важное значение. В исследовании проанализирована технологическая последовательность этапов предварительной подготовки поверхности,

плавления сплава ADC12, формирования покрытия и охлаждения. Качество покрытия может оцениваться по таким показателям, как его толщина, степень адгезии к поверхности, пористость и микроструктурное состояние. Состав сплава ADC12 на основе системы Al–Si рассматривается как перспективный материал для повышения твёрдости и износостойкости покрытия.

Ключевые слова: корпус редуктора, ADC12, алюминиевый сплав, поверхностное покрытие, технологический процесс, твёрдость, износостойкость, микроструктура.

Annotatsiya. Ushbu maqolada reduktor korpusining ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash maqsadida uning sirtini ADC12 alyuminiy qotishmasi bilan qoplash texnologiyasi ko‘rib chiqilgan. Reduktor korpusi ekspluatatsiya jarayonida mexanik yuklamalar, ishqalanish, tebranish hamda harorat ta’sirlariga duch keladi. Shu sababli korpus sirtining mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi va termik barqarorligini oshirish muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotda sirtni dastlabki tayyorlash, ADC12 qotishmasini eritish, qoplama hosil qilish va sovitish bosqichlarining texnologik ketma-ketligi tahlil qilingan. Qoplama sifatini uning qalinligi, sirt bilan adgeziya darajasi, g‘ovakligi va mikrostrukturaviy holati kabi ko‘rsatkichlar orqali baholash mumkin. ADC12 qotishmasining Al–Si asosidagi tarkibi qoplama qatlamining qattiqligi va yeyilishga chidamliligini oshirish uchun istiqbolli material sifatida qaraladi.

Kalit so‘zlar: reduktor korpusi, ADC12, alyuminiy qotishmasi, sirt qoplamasi, texnologik jarayon, qattiqlik, yeyilishga chidamlilik, mikrostruktura.

Introduction

Machine and of mechanisms Long- term and reliable operation largely depends on the structural and operational characteristics of their housing parts. The gearbox housing serves to accommodate bearings, gears and other mechanical elements and protect them from the effects of the external environment. During operation, mechanical stresses, vibrations and temperature changes occur on the surfaces of the housing .

The surface modern coating Modification using technologies allows you to improve the functional properties of the surface layer of the part while maintaining the properties of the main material. In this regard, the use of ADC12 aluminum alloy is one of the promising areas for improving the mechanical and tribological properties of the surface of the reducer housing .

Research methodology

Reducer The process of coating the body with ADC12 alloy consists of several main steps:

1. Surface preparation. The surface of the body to be coated is smoothed by mechanical processing. The surface is cleaned of oil, dust, oxide layer and other contaminants. Good surface preparation serves to improve adhesion between the coating and the base material.

2. Preparation of ADC12 alloy. ADC12 alloy is melted according to a specified technological regime. During the melting process, a stable temperature and uniformity of the alloy composition are ensured.

3. Coating. The prepared ADC12 solution is applied to the pre-prepared surface of the gearbox housing. At this stage, the coating thickness and uniform distribution over the surface are controlled.

4. Cooling. After the coating is formed , the part is cooled under controlled conditions. The cooling rate can affect the microstructure, internal stresses, and mechanical properties of the coating.

5. Final mechanical treatment. If necessary, the coated surface is mechanically treated to ensure the required geometric dimensions and surface roughness.

Coating quality assessment

ADC12 coating efficiency It is recommended to study the following indicators to determine :

Indicator	Evaluation method
Coating thickness	Micrometer/metallographic analysis
Surface hardness	Vickers or Rockwell method
Microstructure	Optical microscope/SEM
Adhesion	Resistance of the surface layer to separation
Eating	Tribological testing

Surface roughness	Profilometer
Phase composition	XRD analysis

Coating thickness and The correct selection of technological parameters determines not only the mechanical strength of the coating, but also the quality of its adhesion to the surface of the gearbox housing. In particular, the condition of the boundary layer between the coating and the base material is important for the operational reliability of the part.

Conclusion

Reducer The technology of coating the body with ADC12 aluminum alloy is one of the promising methods that allows improving the functional properties of the surface of the part. The main stages of the technological process are surface preparation, melting of the ADC12 alloy, coating formation, cooling and final mechanical treatment.

Coating to the quality coating Parameters such as thickness , melt temperature, initial surface condition, coating formation rate, and cooling conditions affect it . By optimizing these parameters, it is possible to increase the hardness, wear resistance, and operational stability of the gear housing surface. In further studies, it is desirable to experimentally determine the microstructure, hardness, and tribological properties of the ADC12 coating and determine the optimal technological regimes using mathematical and statistical methods.

Used literature

1. Jorstad J., Apelian D. *Aluminum Castings: Engineering Guide* . North American Die Casting Association.
2. ASM International. *ASM Handbook, Volume 15: Casting* . ASM International.

RAQAMLI EGIZAK VA STATISTIK JARAYON NAZORATINI BIRLASHTIRISH ASOSIDA SANOAT MAHSULOTI SIFATINI BARQARORLASHTIRISH

Rajabaliyev Boburbek Alisher o‘g‘li
“O‘ZNEFTEGAZ BURG‘ULASH ISHLARI” MChJ, Texnologik jarayonlarni boshqarishning avtomatik tizimi bo‘limi yetakchi mexanigi
bobur.rb09@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada sanoat mahsuloti sifatini barqarorlashtirish uchun raqamli egizak va statistik jarayon nazoratini yagona yopiq boshqaruv konturida birlashtirish usuli taklif etiladi. Jismoniy jarayondan olinadigan datchik ma’lumotlari raqamli egizakda hisobiy holat bilan solishtiriladi, statistik nazorat esa jarayonning tasodifiy tebranishi bilan maxsus sababli og‘ishni ajratishga xizmat qiladi. Og‘ish aniqlanganda raqamli egizak ehtimoliy boshqaruv ta’sirlarini avval virtual muhitda tekshiradi va xavfsiz variantni boshqaruv tizimiga uzatadi. Maqolada o‘rtacha qiymat nazorat kartasi, egizak xatosi va birlashtirilgan xavf ko‘rsatkichi uchun formulalar keltirilgan. Hisobiy ssenariy raqamli egizakdan foydalanish nazorat signalini sabab tahlili va oldindan tekshirish bilan boyitishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: raqamli egizak, statistik jarayon nazorati, sifatni boshqarish, nazorat kartasi, jarayon og‘ishi, yopiq kontur

Abstract. The paper proposes a method for stabilizing industrial product quality by integrating a digital twin and statistical process control within a single closed-loop control architecture. Sensor data from the physical process are compared with the calculated state of the digital twin, while statistical control distinguishes random variation from special-cause deviation. When a deviation is detected, the digital twin tests candidate control actions in the virtual environment before a safe option is transferred to the control system. Equations are presented for a mean control chart, twin residual and an integrated risk indicator. A computational scenario demonstrates that the digital twin enriches a statistical alarm with cause analysis and virtual verification before intervention.

Keywords: digital twin, statistical process control, quality management, control chart, process deviation, closed loop

Аннотация. В статье предложен метод стабилизации качества промышленной продукции путем объединения цифрового двойника и статистического управления процессом в едином замкнутом контуре. Данные датчиков физического процесса сопоставляются с расчетным состоянием цифрового двойника, а статистический контроль используется для отделения случайной вариации от отклонений, вызванных специальными причинами. При выявлении отклонения цифровой двойник предварительно проверяет возможные управляющие воздействия в виртуальной среде и передает безопасный вариант в систему управления. Приведены формулы карты средних, ошибки цифрового двойника и объединенного показателя риска. Расчетный сценарий показывает, что цифровой двойник дополняет статистический сигнал анализом причин и предварительной проверкой вмешательства.

Ключевые слова: цифровой двойник, статистическое управление процессом, управление качеством, контрольная карта, отклонение процесса, замкнутый контур

Kirish.

Statistik jarayon nazorati ishlab chiqarishdagi tasodifiy tebranish va maxsus sababli og‘ishlarni ajratishning sinovdan o‘tgan usulidir. Biroq nazorat kartasi og‘ish mavjudligini ko‘rsatganidan keyin uning sababini aniqlash va qaysi boshqaruv ta’siri foydali bo‘lishini baholash uchun qo‘shimcha model kerak bo‘ladi. Raqamli egizak jismoniy obyekt yoki jarayonning ma’lumotlar bilan muntazam yangilanadigan hisobiy nusxasi sifatida ushbu bo‘shliqni to‘ldirishi mumkin.

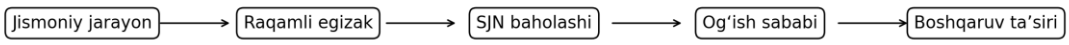
Ilmiy ishlarda raqamli egizak mahsulot va ishlov berish sifatini kuzatish, izchillikni ta’minlash, sabablarni aniqlash va dinamik boshqarish uchun qo‘llanayotgani ko‘rsatilgan [1–5]. Liu va hammualliflar raqamli egizakni ishlov berish sifati bo‘yicha kuzatuvchanlik va dinamik boshqaruv bilan bog‘lagan [1]. 2024–2026 yillardagi ishlar gibrid egizak, real vaqt sifati va vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi tizimlarda sifatni oldindan baholash yo‘nalishlarini kengaytirdi [2–5]. Ushbu maqolaning maqsadi – raqamli egizakni statistik jarayon nazorati bilan birlashtiruvchi sodda va amaliy arxitektura taklif etish.

Materiallar va usullar

Taklif etilgan yopiq kontur 3-rasmda keltirilgan. Fizik jarayondan keladigan y_t sifatga bog‘liq parametr raqamli egizakning $\hat{y}_t$ hisobiy qiymati bilan solishtiriladi. Egizak qoldiq xatosi $e_t = y_t - \hat{y}_t$ ko‘rinishida aniqlanadi. e_t ning uzoq vaqt ortishi modelning eskirgani yoki jarayonda yangi ta’sir paydo bo‘lganini bildirishi mumkin.

Statistik nazorat uchun guruh o‘rtacha qiymatlari $\bar{x}$ qo‘llanadi. Jarayon barqaror holatdagi markaz μ va standart og‘ish σ bilan tavsiflanganda nazorat chegaralari $UCL = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, $LCL = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ko‘rinishida olinadi.

Statistik signal va raqamli egizak xatosini birlashtirish uchun me’yorlangan xavf ko‘rsatkichi taklif etildi: $R_t = w_1\left|\frac{\bar{x}_t - \mu}{3\sigma/\sqrt{n}}\right| + w_2\left|\frac{e_t}{e_{lim}}\right|$, bu yerda $w_1 + w_2 = 1$, e_{lim} – egizak xatosining ruxsat etilgan chegarasi. R_t ortganda tizim bir nechta boshqaruv variantini raqamli egizakda sinab ko‘radi va texnologik cheklovlarni buzmaydigan variantni tanlaydi.



3-rasm. Taklif etilgan intellektual sifat nazorati tuzilmasi

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Hisobiy ssenariyda jarayonning markaziy sifat ko‘rsatkichi 50 birlik, guruh hajmi $n = 5$, barqaror holatdagi standart og‘ish 2 birlik deb olindi. Bunday holda nazorat chegaralari taxminan 47,32 va 52,68 ga teng. Ketma-ket uchta kuzatuv uchun statistik va egizak ko‘rsatkichlari 1-jadvalda berilgan.

1-jadval Hisobiy ssenariy natijalari

Kuzatuv	Guruh o‘rtachasi	Xatolik	Tizim talqini
1	50,7	0,3	Barqaror
2	52,4	1,1	Chegaraga yaqin, kuzatuv kuchaytiriladi
3	53,1	1,8	Maxsus sabab ehtimoli, virtual sinov talab etiladi

Uchinchi kuzatuvda guruh o‘rtachasi yuqori nazorat chegarasidan oshgan va egizak qoldiq xatosi ham kattalashgan. Oddiy statistik tizim bu holatda faqat signal beradi. Birlashtirilgan usul esa parametrlar orasidagi bog‘lanishni raqamli egizakda tekshirib, masalan, jarayon tezligini kamaytirish, sovitish jadalligini oshirish yoki set qiymatini o‘zgartirish kabi variantlarning oqibatini avval hisobiy muhitda solishtirish imkonini beradi.

Bu arxitekturaning muhim sharti – raqamli egizakning o‘zi nazorat qilinishi. Agar e_t ruxsat etilgan chegaradan muntazam oshsa, virtual model real jarayonni yetarli aniqlikda aks ettirmayapti. Bunday holatda boshqaruv qarorini avtomatik uzatish emas, modelni qayta aniqlash va tekshirish ustuvor bo‘lishi kerak. Shu tamoyil intellektual boshqaruv tizimida xavfsizlikni oshiradi.

Xulosa

Raqamli egizak va statistik jarayon nazoratini birlashtirish mahsulot sifatini boshqarishda signal, sabab tahlili va boshqaruv ta’sirini oldindan tekshirish bosqichlarini yagona konturga bog‘laydi. Statistik nazorat jarayonning qachon odatiy holatdan chiqqanini aniqlasa, raqamli egizak nima sabab bo‘lishi va qaysi tuzatish xavfsizroq ekanini baholashga xizmat qiladi.

Taklif etilgan R_t xavf ko‘rsatkichi statistik og‘ish va model qoldiq xatosini bitta mezonda jamlaydi. Kelgusida og‘irlik koeffitsiyentlarini real ishlab chiqarish ma’lumotlari bo‘yicha aniqlash, ko‘p parametrli nazorat kartalarini joriy etish va boshqaruv ta’sirlarini sanoat xavfsizligi cheklovlari bilan birga optimallashtirish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Liu J., Cao X., Zhou H. et al. A digital twin-driven approach towards traceability and dynamic control for processing quality // Advanced Engineering Informatics. 2021. Vol. 50. 101395. DOI: 10.1016/j.aei.2021.101395.

[2] A hybrid digital twin approach for proactive quality control in manufacturing // Procedia Computer Science. 2024. Vol. 232. P. 3083–3091. DOI: 10.1016/j.procs.2024.02.124.

[3] Tripathi A., Kaushal I., Revolti A., Benedetti L., Dallasega P. Digital Twin Driven Quality Control in Smart Mobile Factories: A Framework in Precast Manufacturing // Procedia CIRP. 2025. Vol. 134. P. 801–806. DOI: 10.1016/j.procir.2025.02.194.

[4] Fu X., Li S., Song H., Lu Y. Digital Twin-driven multi-scale characterization of machining quality: current status, challenges, and future perspectives // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 2025. Vol. 93. 102902. DOI: 10.1016/j.rcim.2024.102902.

[5] Xiang F., Cheng C., Chen B. et al. Digital twin-driven key events and product quality prediction for time-varying manufacturing system // Journal of Manufacturing Systems. 2026. Vol. 86. P. 417–434. DOI: 10.1016/j.jmsy.2026.03.015.

[6] Montgomery D.C. Introduction to Statistical Quality Control. 8th ed. Wiley, 2019.

SANOAT MAHSULOTLARIDA SIRT NUQSONLARINI KO‘RISH TIZIMI VA CHUQUR O‘RGANISH ASOSIDA AVTOMATIK ANIQLASHNING INTELLEKTUAL USULI

Rajabaliyev Boburbek Alisher o‘g‘li
“O‘ZNEFTEGAZ BURG‘ULASH ISHLARI” MChJ, Texnologik jarayonlarni boshqarishning avtomatik tizimi bo‘limi yetakchi mexanigi
bobur.rb09@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada sanoat mahsulotlari sirtidagi tirnalish, ezilish, dog‘, yoriq va shakl buzilishlarini avtomatik aniqlash uchun ko‘rish tizimi hamda chuqur o‘rganishga asoslangan

intellektual nazorat usuli taklif etiladi. Yondashuv tasvirni barqaror yoritish sharoitida olish, geometrik va yorug‘lik bo‘yicha me’yorlash, konvolyutsion neyron tarmog‘i yordamida belgilarni ajratish va nuqson ehtimolini hisoblash bosqichlarini birlashtiradi. Baholash uchun aniqlik, to‘liqlik va F1 ko‘rsatkichi qo‘llanadi. Adabiyot ma’lumotlari va MVTec AD ochiq to‘plamining tuzilishiga tayangan hisobiy ssenariy shuni ko‘rsatadiki, qaror chegarasini ishlab chiqarishdagi nuqson narxiga mos tanlash yolg‘on rad etish va nuqsonni o‘tkazib yuborish o‘rtasida boshqariladigan muvozanat yaratadi. Taklif etilgan tuzilma turli mahsulot guruhlariga moslashtirilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: sifat nazorati, ko‘rish tizimi, chuqur o‘rganish, konvolyutsion neyron tarmog‘i, sirt nuqsoni, avtomatik saralash

Abstract. The paper proposes an intelligent inspection method for automatic detection of scratches, dents, stains, cracks and shape deviations on industrial product surfaces using machine vision and deep learning. The approach combines controlled image acquisition, geometric and illumination normalization, feature extraction by a convolutional neural network and defect-probability estimation. Precision, recall and the F1 score are used for evaluation. A computational scenario based on literature data and the structure of the MVTec AD benchmark shows that selecting the decision threshold according to the production cost of missed defects and false rejects provides a controllable balance between the two error types. The proposed architecture can be adapted to different product groups.

Keywords: quality control, machine vision, deep learning, convolutional neural network, surface defect, automatic sorting

Аннотация. В статье предложен интеллектуальный метод автоматического выявления царапин, вмятин, пятен, трещин и геометрических отклонений на поверхности промышленной продукции с применением машинного зрения и глубокого обучения. Подход объединяет получение изображения при стабильном освещении, геометрическую и световую нормализацию, выделение признаков с помощью сверточной нейронной сети и расчет вероятности дефекта. Для оценки используются точность, полнота и показатель F1. Расчетный сценарий, основанный на данных литературы и структуре открытого набора MVTec AD, показывает, что выбор порога решения с учетом стоимости пропуска дефекта и ложного брака позволяет управлять компромиссом между двумя видами ошибок. Предложенная архитектура может адаптироваться к различным группам продукции.

Ключевые слова: контроль качества, машинное зрение, глубокое обучение, сверточная нейронная сеть, дефект поверхности, автоматическая сортировка

Kirish

Sanoat mahsulotining sifati ko‘p hollarda tayyor buyum sirtidagi mayda nuqsonlarni o‘z vaqtida topish bilan belgilanadi. Qo‘lda nazorat qilishda operator charchashi, yoritishning o‘zgarishi va subyektiv baho sabab barqarorlik pasayadi. Zamonaviy tadqiqotlarda avtomatlashtirilgan ko‘rish tizimlari ayniqsa metall, to‘qimachilik, elektronika va polimer buyumlaridagi sirt nuqsonlarini aniqlashda muhim yo‘nalish sifatida qayd etilgan [1–3].

Bergmann va hammualliflar MVTec AD to‘plamida 15 turdagi obyekt va tekstura bo‘yicha 5354 ta yuqori aniqlikdagi tasvir hamda 70 dan ortiq nuqson turini taqdim etgan [4]. Ushbu to‘plam nazoratsiz anomal holatlarni aniqlash usullarini taqqoslash uchun keng qo‘llanadi. So‘nggi tizimli sharhlar sanoat sharoitida asosiy muammolar kichik nuqsonlar, sinflar nomutanosibligi, tezlik va aniqlik muvozanati hamda ishlab chiqarish sharoitining o‘zgaruvchanligi ekanini ko‘rsatadi [1–3]. Shu sababli faqat tasniflash aniqligini oshirish emas, balki qaror chegarasini texnologik xavfga mos boshqarish ham dolzarbdir.

Materiallar va usullar

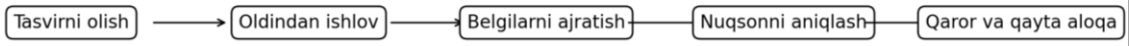
Tadqiqotda besh bosqichli nazorat tuzilmasi qabul qilindi: tasvirni olish; tasvirni me’yorlash; belgilarni ajratish; nuqson ehtimolini hisoblash; ijro qarorini shakllantirish. 1-rasmda mazkur ketma-ketlik ko‘rsatilgan. Tasvirlar uchun yorug‘likning bir xil bo‘lishi va kamera–mahsulot masofasining barqarorligi asosiy shart sifatida qabul qilindi.

Ikki sinfli baholashda nuqsonli mahsulotni to‘g‘ri aniqlash ulushi TP, nuqsonsiz mahsulotni noto‘g‘ri nuqsonli deb belgilash FP, nuqsonli mahsulotni o‘tkazib yuborish FN bilan ifodalandi. Asosiy ko‘rsatkichlar quyidagicha hisoblanadi:

$$P = \frac{TP}{TP + FP}, \qquad R = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F_1 = 2\frac{P \cdot R}{P + R}$$

Qaror chegarasi τ ni tanlash uchun oddiy ishlab chiqarish xarajati mezoni taklif etildi: $J(\tau) = C_{FN}FN(\tau) + C_{FP}FP(\tau)$, bu yerda C_{FN} – nuqsonli mahsulotni o‘tkazib yuborish qiymati, C_{FP} – yaroqli mahsulotni noto‘g‘ri rad etish qiymati. Bunday mezon nazorat tizimini faqat statistik ko‘rsatkich bo‘yicha emas, texnologik oqibat bo‘yicha ham sozlash imkonini beradi.



1-rasm. Taklif etilgan intellektual sifat nazorati tuzilmasi

Natijalar va muhokama.

Adabiyotlarda keltirilgan tipik sanoat vazifalari va ochiq to‘plamlarning sinf tuzilishiga tayangan holda 1000 dona mahsulotdan iborat hisobiy ssenariy tuzildi. Unda nuqsonlar ulushi 8% deb qabul qilindi; bu qiymat aniq bir korxona statistikasi emas, usulni ko‘rsatish uchun tanlangan model ssenariydir. Uch xil qaror chegarasida xatolar soni 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Hisobiy ssenariy natijalari

Qaror chegarasi, τ	O‘tkazib yuborilgan nuqson, FN	Noto‘g‘ri rad, FP	Izoh
0,35	3	54	Nuqsonni o‘tkazib yuborish kam, ortiqcha rad ko‘p
0,50	7	25	Muvozanatli holat
0,65	15	11	Ortiqcha rad kam, nuqsonni o‘tkazish ortadi

Agar $C_{FN} = 8C_{FP}$ deb olinsa, ya’ni nuqsonli mahsulotni mijozga o‘tkazish yaroqli mahsulotni qayta tekshirishga yuborishdan sakkiz marta qimmat deb baholansa, model ssenariyda $\tau = 0{,}50$ atrofidagi rejim eng kichik shartli xarajatni beradi. Bu natija sanoat nazoratida qaror chegarasini faqat F1 ko‘rsatkichi bilan emas, risk qiymati bilan ham tanlash zarurligini ko‘rsatadi.

Ko‘rish tizimi uchun muhim amaliy talab – modelni davriy qayta tekshirishdir. Kamera almashtirilishi, yoritgichning eskirishi, yangi xomashyo partiyasi yoki sirt fakturasining o‘zgarishi tasvir taqsimotini siljitishi mumkin. Shuning uchun ishlab chiqarish tizimida nazorat namunalarini saqlash va yangi sharoitda P, R, F_1 ko‘rsatkichlarini qayta hisoblash zarur.

Xulosa

Taklif etilgan usul sanoat mahsulotlari sirtidagi nuqsonlarni ko‘rish tizimi va chuqur o‘rganish asosida avtomatik aniqlashni ishlab chiqarish xavfi bilan bog‘langan qaror mezoni orqali tashkil etadi. Asosiy ilmiy-amaliy natija – nuqson ehtimoli chegarasini C_{FN} va C_{FP} xarajatlari orqali tanlash tamoyilidir. Bu yondashuv nazoratning sezgirligini mahsulot turi va nuqson oqibatiga moslashtiradi.

Kelgusida usulni real ishlab chiqarish liniyasida sinash, kamera va yoritish o‘zgarishiga chidamlilikni baholash, kam uchraydigan nuqsonlar uchun namunalarni ko‘paytirish hamda izohlanadigan qaror mexanizmlarini joriy etish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Ma Y., Yin J., Huang F., Li Q. Surface defect inspection of industrial products with object detection deep networks: a systematic review // Artificial Intelligence Review. 2024. Vol. 57. Art. 333. DOI: 10.1007/s10462-024-10956-3.

[2] Ameri R., Hsu C.-C., Band S.S. A systematic review of deep learning approaches for surface defect detection in industrial applications // Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2024. Vol. 130. 107717. DOI: 10.1016/j.engappai.2023.107717.

[3] Defect Detection Methods for Industrial Products Using Deep Learning Techniques: A Review // Algorithms. 2023. Vol. 16, No. 2. Art. 95. DOI: 10.3390/a16020095.

[4] Bergmann P., Fauser M., Sattlegger D., Steger C. MVTec AD – A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection // CVPR. 2019. P. 9592–9600.

[5] Czimmermann T. et al. Visual-Based Defect Detection and Classification Approaches for Industrial Applications – A Survey // Sensors. 2020. Vol. 20. 1459. DOI: 10.3390/s20051459.

[6] Recent advances in surface defect inspection of industrial products using deep learning techniques // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2021. DOI: 10.1007/s00170-021-06592-8.

ISHLAB CHIQARISH JARAYONIDA MAHSULOT SIFATINI KO‘P PARAMETRLI MA’LUMOTLAR ASOSIDA OLDINDAN BAHOLASH VA BOSHQARISH

Rajabaliyev Boburbek Alisher o‘g‘li
“O‘ZNEFTEGAZ BURG‘ULASH ISHLARI” MChJ, Texnologik jarayonlarni boshqarishning avtomatik tizimi bo‘limi yetakchi mexanigi
bobur.rb09@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada texnologik jarayondan uzluksiz olinadigan harorat, bosim, tebranish, quvvat sarfi, tezlik va boshqa parametrlar asosida mahsulot sifatini ishlab chiqarish tugashidan oldin baholash usuli ishlab chiqilgan. Yondashuv ma’lumotlarni vaqt bo‘yicha moslashtirish, me’yorlash, muhim belgilarni tanlash va sifat ehtimolini hisoblash bosqichlarini qamrab oladi. Sifat modeli natijasi boshqaruv tizimiga qaytarilib, jarayon parametrlarini ruxsat etilgan oraliqda tuzatish uchun ishlatiladi. Adabiyotlar tahlili predictive quality yo‘nalishida datchik va texnologik parametrlar asosida sifatni baholash keng qo‘llanayotganini ko‘rsatadi. Maqolada ushbu yondashuv o‘zbekcha terminologiyada ko‘p parametrli oldindan sifat nazorati sifatida shakllantirilgan va hisobiy misolda model xatosi hamda aralashuv chegarasi o‘rtasidagi bog‘lanish ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: mahsulot sifati, oldindan baholash, datchik ma’lumotlari, mashinali o‘rganish, texnologik parametr, boshqaruv tizimi

Abstract. The paper develops a method for predicting product quality before the completion of production using continuously measured process variables such as temperature, pressure, vibration, power consumption and speed. The approach includes time alignment of data, normalization, selection of informative features and estimation of a quality probability. The model output is fed back to the control system and used to adjust process parameters within allowable limits. Literature analysis confirms the growing use of sensor and process data for predictive quality in manufacturing. The paper formulates a multi-parameter predictive quality control scheme and demonstrates, through a computational example, the relationship between model error and the intervention threshold.

Keywords: product quality, predictive assessment, sensor data, machine learning, process parameter, control system

Аннотация. В статье разработан метод прогнозирования качества продукции до завершения производственного цикла по непрерывно измеряемым параметрам процесса: температуре, давлению, вибрации, потребляемой мощности, скорости и другим величинам. Подход включает временное согласование данных, нормирование, выбор информативных признаков и оценку вероятности соответствия продукции требованиям. Результат модели возвращается в систему управления и используется для корректировки технологических параметров в допустимых пределах. Анализ литературы подтверждает расширение

применения данных датчиков и технологических параметров для прогнозирования качества. На расчетном примере показана связь между ошибкой модели и порогом управляющего вмешательства.

Ключевые слова: качество продукции, прогнозная оценка, данные датчиков, машинное обучение, технологический параметр, система управления

Kirish. An’anaviy sifat nazoratida tayyor mahsulot ishlab chiqarilgandan keyin o‘lchanadi. Agar nuqson texnologik jarayonning dastlabki bosqichlarida shakllangan bo‘lsa, bunday nazorat faqat oqibatni qayd etadi. Raqamlashtirilgan ishlab chiqarishda esa uskunalardan olinadigan datchik ma’lumotlari va boshqaruv tizimi parametrlarini sifat ko‘rsatkichi bilan bog‘lash imkoniyati mavjud. Tercan va Meisen 2012–2021 yillardagi 81 ta ilmiy ishni tahlil qilib, sifatni oldindan baholashning turli ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llanayotganini ko‘rsatgan [1].

Amaliy tadqiqotlarda mashina holati va datchik signallari mahsulotning yaroqli yoki nuqsonli bo‘lishini oldindan aniqlash uchun ishlatiladi [2–4]. Shu bilan birga ko‘p manbali ma’lumotlarni vaqt bo‘yicha to‘g‘ri birlashtirish, ma’lumot sifati, sinflar nomutanosibligi va modelning ishlab chiqarish sharoiti o‘zgarganda eskirishi asosiy cheklovlardan bo‘lib qolmoqda [1,4]. Tadqiqotning maqsadi — ko‘p parametrli ma’lumotlardan sifat ehtimolini hisoblab, uni texnologik boshqaruv qaroriga aylantiruvchi ixcham tuzilma taklif etish.

Materiallar va usullar

Taklif etilgan tuzilma 2-rasmda ko‘rsatilgan. Datchiklardan kelayotgan $x_1, x_2, \dots, x_m$ parametrlar vaqt bo‘yicha bitta mahsulot yoki bitta texnologik sikl bilan bog‘lanadi. Har bir belgi o‘rtacha qiymat va standart og‘ish bo‘yicha me’yorlanadi: $z_j = \frac{x_j - \mu_j}{\sigma_j}$.

Mahsulotning talablarga mos kelmaslik ehtimoli p_d sifat modeli orqali olinadi. Hisobiy misol uchun logistik shakldagi umumiy model qabul qilindi: $p_d = \frac{1}{1+\exp\left[-\left(b_0+\sum_{j=1}^{m} b_j z_j\right)\right]}$. Ushbu tenglama aniq korxona koeffitsiyentlarini ifodalamaydi; u boshqaruv mantiqini ko‘rsatish uchun ishlatilgan.

Boshqaruv qarori ikki chegara bilan tashkil etiladi: $p_d < \tau_1$ bo‘lsa jarayon normal davom etadi; $\tau_1 \le p_d < \tau_2$ bo‘lsa operator yoki avtomatik tizim ogohlantiruvchi tuzatish kiritadi; $p_d \ge \tau_2$ bo‘lsa mahsulot qo‘shimcha tekshiruvga yuboriladi yoki jarayon xavfsiz rejimga o‘tkaziladi. Bu uch holatli mantiq bitta qat’iy chegaraga qaraganda ortiqcha aralashuvni kamaytiradi.



2-rasm. Taklif etilgan intellektual sifat nazorati tuzilmasi

Natijalar va muhokama

Adabiyot ma’lumotlaridagi tipik datchik parametrlariga tayangan model ssenariyda beshta omil — harorat, bosim, tebranish, quvvat sarfi va jarayon tezligi — sifatga ta’sir qiluvchi kirish sifatida olindi. Ko‘rsatkichlar real korxona o‘lchovi emas, usulni namoyish etuvchi me’yorlangan qiymatlardir.

1-jadval

Hisobiy ssenariy natijalari

Holat	p_d	Tizim qarori	Texnologik amal
A	0,12	Normal	Parametrlar saqlanadi
B	0,43	Ogohlantirish	Set qiymati ruxsat etilgan oraliqda tuzatiladi
C	0,76	Yuqori xavf	Qo‘shimcha nazorat va sabab tahlili

Uch bosqichli qaror tizimi sifat modelini bevosita ijro mexanizmi bilan bog‘laydi. Bunda modelning vazifasi uskunani o‘zi boshqarish emas, balki sifatga xavf paydo bo‘lishidan oldin boshqaruv tizimiga miqdoriy signal berishdir. Bu yondashuv nazoratni reaktiv holatdan oldindan choralar ko‘rishga o‘tkazadi.

Ko‘p parametrli modelni amaliyotda joriy etishda ma’lumotlar kelib tushish tezligi va vaqt belgilarini sinxronlashtirish alohida ahamiyatga ega. Masalan, tebranish signali sekundiga yuzlab qiymat bersa, laboratoriya sifati bir siklga bitta qiymat bo‘lishi mumkin. Shu sababli datchik signallaridan o‘rtacha, eng katta, dispersiya va chastota belgilarini ajratib, keyin sifat yozuvi bilan birlashtirish maqsadga muvofiq. Ilmiy adabiyotlarda ko‘p manbali ma’lumotni birlashtirish ishlab chiqarish liniyasi darajasidagi sifat modeli uchun asosiy vazifalardan biri sifatida ko‘rsatilgan [4].

Xulosa

Ko‘p parametrli ma’lumotlar asosida sifatni oldindan baholash tayyor mahsulotni faqat yakunda tekshirishdan ko‘ra erta ogohlantirish imkonini beradi. Taklif etilgan tuzilmaning asosiy elementi — me’yorlangan datchik parametrlaridan hisoblangan nuqson ehtimolini uch holatli boshqaruv qaroriga aylantirishdir.

Amaliy joriy etishda model koeffitsiyentlari aniq korxona ma’lumotlarida o‘qitilishi, model xatosi vaqt bo‘yicha kuzatilishi va texnologik rejim o‘zgarganda qayta o‘qitish talabi belgilanishi kerak. Shu shartlarda usul sifatni nazorat qilish va texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlarini yagona axborot konturida birlashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Tercan H., Meisen T. Machine learning and deep learning based predictive quality in manufacturing: a systematic review // Journal of Intelligent Manufacturing. 2022. Vol. 33. P. 1879–1905. DOI: 10.1007/s10845-022-01963-8.

[2] Predictive analytics in quality assurance for assembly processes: lessons learned from a case study at an industry 4.0 demonstration cell // Procedia CIRP. 2021. Vol. 104. P. 641–646. DOI: 10.1016/j.procir.2021.11.108.

[3] Improve Quality Control with Predictive Analytics: Using Machine Learning and IO-Link Sensors for Early Detection of Defects in Modern Production // Procedia CIRP. 2026. Vol. 138. P. 1162–1167. DOI: 10.1016/j.procir.2026.01.200.

[4] Multi-source data modelling and graph neural networks for predictive quality // Procedia CIRP. 2023. Vol. 120. P. 39–44. DOI: 10.1016/j.procir.2023.08.008.

[5] Qin S.J. Survey on data-driven industrial process monitoring and diagnosis // Annual Reviews in Control. 2012. Vol. 36, No. 2. P. 220–234. DOI: 10.1016/j.arcontrol.2012.09.004.

[6] ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. International Organization for Standardization, 2015.

MOLIBDEN ASOSLI ANTIKORROZION QOPLAMALARNING NEFT VA GAZ SANOATIDA QO ‘LLANILISHI

Qurbonova Firuza Solexovna[1], Ochilov Abduraxim Abdurasulovich[2]

Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Tezisda molibdatning ingibitor sifatida qoplamalarga qo’shilishi mumkin bo’lgan tejamkor ishlab chiqarilishi haqida tavsiyalar beriladi. Olingan pigment zarralari inert va qoplama komponentlari bilan mos keladi, molibdat yoki boshqa oksidlar bilan molibden oksidi aralashmasidan iborat.

Kalit so‘zlar: Molibdat, molibdenli ferment, molibden tuzlari, bakterial katalizator, pigment, sinergetik ta’sir.

Аннотация: В данной научной работе представлены рекомендации по экономически эффективному производству молибдата в качестве ингибитора, который может добавляться в

покрытия. Полученные частицы пигмента инертны и совместимы с компонентами покрытия, представляющими собой смесь молибдата или оксида молибдена с другими оксидами.

Ключевые слова: Молибдат, молибденовый фермент, соли молибдена, бактериальный катализатор, пигмент, синергетическое воздействие.

Abstract: The abstract presents recommendations for the cost-effective production of molybdate for use as an inhibitor in coatings. The resulting pigment particles are inert and compatible with coating components, consisting of a mixture of molybdenum oxide with molybdates or other oxides.

Key words: Molybdate, molybdenum-containing enzyme, molybdenum salts, bacterial catalyst, pigment, synergistic effect.

Kirish

Molibdatlar molibden kislotalarning tuzlaridir. Ularning monomolibdatlar (molibden kislota N_2MoO_4 tuzlari), mezomolibdatlar (mezomolibden kislota N_4MoO_5 tuzlari), ortomolibdatlar (ortomolibden kislota N_6MoO_6 tuzlari), polimolibdatlar va getero-polimolibdatlar kabi turlari bor.

Ko‘pgina molibden birikmalari suvda past eruvchanlikka ega. Molibdenli minerallarni kislorod va suv ostida isitish molibdat ionini beradi. MoO_4^{2-}, eruvchan tuzlarni hosil qiladi. Sanoatda pigment va katalizator sifatida molibden birikmalari (elementning jahon ishlab chiqarishining taxminan 14%) ishlatiladi.

Molibdenli fermentlar biologik azot fiksatsiyasi jarayonida atmosfera molekulyar azotidagi kimyoviy bog‘lanishni buzish uchun eng keng tarqalgan bakterial katalizatorlardir. Hozirda bakteriyalar, o‘simliklar va hayvonlarda kamida 50 xil molibden fermenti ma’lum, ammo azotni fiksatsiyalashda faqat bakterial va sianobakterial fermentlar ishtirok etadi. Aksariyat nitrogenazalarda temir-molibden kofaktori Femoko mavjud bo‘lib, unda Mo(III) yoki Mo(IV) mavjud.

Korroziyani oldini olishda himoya qoplamalari keng qo’llaniladi. Ba’zi molibden tuzlari temir qotishmalarining korroziyasini oldini olish xususiyati tufayli maxsus himoya qoplamalarida qo‘llaniladi. Bunday tuzlarning boshqa keng qo‘llaniladigan qo‘shimchalardan afzalligi ularning rangsizligidir. Bu ularni bir qator ochiq rangli qoplama kompozitsiyalarida keng qo‘llash imkonini beradi. Bundan tashqari, bu tuzlarning zaharli emasligi ularni har qanday sanoatda keng qo’llash imkoniyatini beradi. Afzalliklarga qaramay, molibdatlardan qoplamalarda korroziya ingibitorlari sifatida foydalanish ularning boshqa keng qo’llaniladigan ingibitorlari, masalan rux xromati, qo’rg’oshin xromati va qo’rg’oshin fosfit va boshqalar bilan solishtirganda nisbatan yuqori narxi tufayli cheklangan.

Pigmentli ingibitorlar — polimerizatsiya jarayonini nazorat qiluvchi va keraksiz polimerlar hosil bo'lishini oldini oluvchi moddalar hisoblanadi. *Pigmentlar* — bo‘yoq moddalardir. Ular suvda, organik erituvchilarda va parda hosil qiluvchi moddalarda erimaydi. Pigmentlar lok-bo‘yoq materiallar, plastik, rezina, kosmetik preparatlar va boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Ingibitor namunasi molibden oksidi bo‘lgan ikkita suvli suspenziyani plomba va metal oksidi bilan aralashtirish orqali tayyorlanadi. 70 C° haroratda molibden oksidi va plomba zarralaridan tashkil topgan suspenziyaga asta-sekin metal oksidi saqlagan suspenziya qo‘shiladi. Bu qorishma doimiy ravishda kuchli aralashtiriladi. Reaksiya vaqtida va u tugaganidan keyin 1 soat davomida harorat ~70 C° saqlanadi. Shundan so‘ng suspenziya filtrlanadi.

1-jadval

Molibden tarkibli ingibitor pigment

Stexiometrik nisbat	**Tarkibi, qismlari (massa bo’yicha)**				
	ZnO	CaO	SrO	MoO_3	To’ldiruvchi (talk)
1:1	36,1	-	-	63,9	400
2:1	53,1	-	-	46,9	400
4:1	69,1	-	-	30,7	400

1:1	-	28,0	-	72,0	400
2:1	-	43,8	-	56,2	400
4:1	-	60,9	-	39,1	400
1:1	-	-	41,9	58,1	400
2:1	-	-	59,0	41,0	400
4:1	-	-	74,2	25,8	400

Filtrlangan qattiq zarralar 110 C° da oldindan quritiladi. Keyin quritilgan material kerakli o‘lchamdagi zarrachalarni olish uchun maydalanadi. Shundan so‘ng mahsulot 8 soat davomida 550 C° haroratda pishiriladi. Shu tarzda tayyorlangan mahsulot alkidli bo‘yoqqa kiritiladi.

Maqolada sinergetik ta‘sirga ega bo‘lgan molibdatlarga ma’lum fosfatlarning qo‘shilishi tufayli yaxshilangan molibden saqlagan pigmentdan foydalanish tasvirlangan. Molibdat va fosfatning eng muqobil nisbati 7:3. Ushbu komponentlar mexanik aralashma shaklida yoki ularning qisman o‘zaro ta’siridan keyin ishlatilishi mumkin. Eng muqobil zarracha hajmi 25 mikrometr.

Nazorat qilinadigan korroziya ingibitorlarini o‘z tarkibida saqlagan akrilateks qoplamalarining namunalari tayyorlandi. Po‘lat namunalariga qo‘llaniladigan qoplamalar tuz purkash sharoitida tezlashtirilgan sinovdan o‘tkazildi. A namuna ingibitor sifatida faqat molibdat tuzlari saqlagan qoplamaga ega, B namuna esa ingibitor sifatida faqat fosfat tuzlarini o‘z ichiga oladi. B namuna uchun ingibitor mos ravishda 7:3 nisbatda molibdat va fosfat tuzlarining aralashmasidir. Qoplamalarning sifati 10 balli shkala bilan baholanadi, unga ko‘ra 10 bal korroziya jarayoni yo‘qligiga to‘g‘ri keladi. 0 balli namunalarni esa to‘liq yo‘q qilishga to‘g‘ri keladi.

Karbamid, melanin va lignin asosidagi pigmentlar

Qora metallarni himoya qilish uchun korroziyaga qarshi bo‘yoqlarda ingibitorlar sifatida turli noorganik birikmalar qo‘llaniladi. Ushbu ingibitorlarning aksariyati qo‘rg‘oshin va xrom kabi toksik og‘ir metallarni saqlaydi. Atrof-muhit va sanitariya muammolari bo‘yoqlarda toksik birikmalardan foydalanishni cheklaydi.

Taklif etilayotgan pigment toksik bo‘lmagan va atrof-muhitga zararli ta’sir ko‘rsatmaydigan korroziyaga qarshi bo‘yoq qo‘shimchasini tavsiflaydi. Ushbu qo‘shimcha lignin sinfiga mansub qo‘shimchalarni (masalan lignin yoki lignin sulfonik kislota) karbamid yoki uning hosilalari ammiak yoki ammoniy tuzlari bilan aralashtirib, qizdirilganda komponentlar aralashmasini kondensatsiyalash so‘ngra reaksiya massasini qayta ishlash orqali amalga oshiriladi.

Ushbu kukun reaktorda 360 qism karbamid bilan aralashtiriladi; aralashma elektr isitgich yordamida isitiladi. Reaktor pastki qismida joylashgan kuchli aralashtirigich bilan jihozlangan. Reaksiya quyidagicha amalga oshiriladi. Kukun 115 dan 125 C° gacha bo‘lgan haroratda 13 soat davomida aralashtirish bilan isitiladi, so‘ngra reaktorga 180 qism (og‘irlik bo‘yicha) karbamid qo‘shiladi va aralashma 5 soat davomida 125 C° haroratda saqlanadi. Vanihoyat boshqa 180 qism karbamid qo‘shiladi, so‘ngra doimiy aralashtirish bilan bir xil haroratda 7 soat davomida ushlab turiladi.

Reaksiya aralashmasining qovushshqoqligi bu vaqt ichida bir necha marta o‘zgaradi: dastlabki mahsulot past qovushqoqlikka ega, jarayonning o‘rtasida joylashgan eritma oson oqadi va reaksiya oxirida u qovushqoq bo‘ladi. Aralashmaning harorati 90 C° ga tushiriladi va unga 90 qism (og‘irlik bo‘yicha) fosfor oksixlorid sekinlik bilan qo‘shiladi. Keyin reaksiya harorati asta-sekin ko‘tarila boshlaydi va aralashma 130-140 C° da 7 soat, 160 C° da 5 soat vanihoyat 145 C° da 30 soat davomida saqlanadi. Natijada granulyar tuzilishga ega bo‘lgan qora mahsulotning 500 qismi (og‘irlik bo‘yicha) olinadi. Olingan mahsulot kukun holiga kelgunicha maydalanadi va 10 hajm suv bilan aralashtiriladi. Keyin bu qorishma 1 soat davomida aralashtiriladi, bir kechaga qoldiriladi, filtrlanadi, quritiladi va maydalanadi. Natijada 390 qism (og‘rilik bo‘yicha) juda nozik qora kukun hosil bo‘ladi.

2-jadval

Olingan kompozitlar tarkibi

Kompozitsiyaning komponentlari	**Komponent tarkibi, (og’irlik bo’yicha) , % tarkibida**						
	1	2	3	4	5	6	7

Pigment (patentning retsepti bo'yicha)	13,42	8,96	-	-	8,96	-	-
$xZnO \cdot ZnMnO_4$	-	4,48	13,44	-	-	4,48	-
$K_2CrO_4 \cdot 3ZnCrO \cdot Zn(OH)_2 \cdot H_2O$	-	-	-	13,44	-	-	-
Epokote DX-255*[1]	28,54	28,51	28,57	28,57	29,94	31,36	33,03
Epicure 4255*[2]	25,41	25,41	25,35	25,35	26,68	27,95	29,42
Tween 20*[3]	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	-
Limon kislotasi (50 % li)	-	-	0,08	0,08	-	-	-
Etilenglikolning etilli efiri	32,55	32,56	32,49	32,49	34,34	36,12	37,55

*[1] Epoksid smola.

*[2] Qattiqlashtiruvchi (qattiqlikni oshiruvchi modda)

*[3] Sorbitol tomonidan ishlab chiqarilgan polioksietilen monolaurate

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, molibden va uning birikmalari asosidagi ingibitorlar va qattiq qoplama neft va gaz sanoatida atrof-muhit uchun zararsiz, neft va gaz sanoatida qurilmalarga xizmat ko'rsatadigan ishchi va xodimlarning salomatligiga zararsiz va o'z navbatida iqtisodiy tomondan ham tejamkor bo'lishi jihatdan istiqbolga ega. Molibdat qoplamalarning tarkibiga ko'ra turli xillari mavjud. Ularni sinovdan o'tkazib neft va gaz sanoati uchun muqobil bo'lgan turlarini tanlab, sanoatga tadbiq etishga tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Xalilov Jamshid Akmal o'g'li. Xlororganik chiqindilarni qayta ishlash asosida neft mahsulotlarida eriydigan korroziya ingibitorlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish. Toshkent: Dissertatsiya, 2024-yil. 2 bet.

2. Maxammadiyev Oybek Ramazon o'g'li. Mahalli xomashyolar asosida metall korroziyasining oldini oluvchi korroziya ingibitorlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish. Toshkent: Dissertatsiya. 2023-yil. 3 bet.

3. Davronov Sanjarbek Sultonboy o'g'li, Obidov Shoyunus Botir o'g'li. Mineral tuzlar to'planishiga qarshi samarali ingibitor sintezi va uning neft va gaz sohalarida qo'llanilishi. Toshkent. Maqola. 2026-yil. 2 b.

4. Овчинников.К.А, Ермолина.Л.В. Способы смягчения коррозии в нефтегазовой отрасли и оптимизация затрат на основе импортозамещения. Россия. Статья. 2020-год. 1 страница.

УГЛЕВОДОРОД УЮМЛАРИНИ ҚИДИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИНИ БАҲОЛАШ ВА ГЕОЛОГИЯ-ҚИДИРУВ ИШЛАРИНИНГ ЯНГИ ЙЎНАЛИШЛАРИ

Хайитов Одилжон Гафурвич[1], Абзалов Акмал Пархатович[2], Бекманов Нигмат Утегенович[3]

[1]Ислом Каримов номидаги, Тошкент давлат техника университети, Тошкент, Ўзбекистон.

[2]Ислом Каримов номидаги, Тошкент давлат техника университети, Тошкент, Ўзбекистон.

[3]Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети.Нукус, Ўзбекистон

e-mail: akmal.abzalov@inbox.ru

Аннотация. В статье представлены результаты корреляции песчаных пластов в отложениях юрского возраста, освещены перспективы поиска и разведки месторождений углеводородов, проанализированы условия их формирования и распространения, а также дана характеристика залежей на исследуемой территории с применением комплекса современных геологических, технологических и математических методов. Описание месторождений углеводородов региона Устюрт выполнено в соответствии с принятой методикой.

Ключевые слова:Залежь, период, отложение, геологический, технологический

Abstract. In this article, the results of the correlation of sandy layers in the Jurassic deposits are highlighted, the prospects for the search and exploration of hydrocarbon deposits are highlighted, the conditions of their formation and distribution, as well as the deposits within the studied area are analyzed, and hydrocarbon deposits are described based on various geological, technological and mathematical methods used to date. Hydrocarbon deposits in Ustyurt region are described based on the adopted methodology

Keywords: Accumulation, period, deposit, geological, technological

Аннотация. Ушбу мақолада углеводород уюмларини излаш ва қидириш истиқболларини баҳолаш, юра даври ётқизиқларидаги қумли қатламларни коррелясия қилиш натижалари ёритилган, уларнинг шаклланиш ва тарқалиш шароитлари ҳамда ўрганилаётган ҳудуд доирасидаги ётқизиқлар таҳлил қилинган, шунингдек ҳозирги кунга қадар қўлланилаётган турли геологик, технологик ва математик усуллар асосида углеводород конларига тавсиф берилган. Қабул қилинган методика асосида Устюрт ўлкасидаги углеводород конлари тавсифланган.

Калит сўзлар: Калит сўзлари: Уюм, давр, ётқизиқ, геология, технология

Углеводород уюмларини излаш ва қидириш истиқболларини баҳолаш, юра даври ётқизиқларидаги қумли қатламларни корреляция қилиш натижалари ёритилган, уларнинг шаклланиш ва тарқалиш шароитлари ҳамда ўрганилаётган ҳудуд доирасидаги ётқизиқлар таҳлил қилинган, шунингдек ҳозирги кунга қадар қўлланилаётган турли геологик, технологик ва математик усуллар асосида углеводород конларига тавсиф берилган. Қабул қилинган методика асосида Устюрт ўлкасидаги углеводород конлари тавсифланган.

Ҳозирги кунда геология соҳасида фойдали қазилмалар ва углеводород конларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ масалаларни ҳал этишда турлича тавсифлаш таклиф этилган бўлиб, уларда мезон сифатида қуйидагилар қабул қилинган: геологик тузилишнинг мураккаблиги, углеводородларнинг фазавий ҳолати, коллектор тури ва уларнинг физик-геологик хусусиятлари, тузоқ тури, захиралар, қатламлар сони, геологик генезис ва бошқалар.

Устюрт ўлкасидаги углеводород конлари қуйидаги гуруҳларга мансуб: тузилиши жиҳатидан мураккаб ва ўта мураккаб; бир фазали ва икки фазали; захиралари кам ва ўртача бўлган ҳамда кўп қатламли конлар.

Устюрт ўлкасидаги углеводород конлари учун фазавий ҳолат, уюмнинг тузилиши, коллектор ва тутқиш турлари, захираси, уюмлар сони ҳамда геологик келиб чиқишини ёритувчи геолого-физик кўрсаткичлар мажмуаси асосида тавсиф таклиф этилган.

Қуйи ва ўрта юра даври ётқизиқлари нефть-газ тўпланиши учун энг қулай шароитларга эга экани аниқланди.

Ишлаб чиқилган уч ўлчамли структуравий-геологик модель Ассакеаудан ботиқлигининг мураккаб блокли-узилишли тузилишга эга эканини ва турли хил локал тузилмалар билан мураккаблашганини кўрсатади. Узилишлар нафақат углеводородларнинг миграция йўллари, балки ётқизиқлар шаклланишида экранловчи омил сифатида ҳам хизмат қилиши мумкинлиги асослаб берилди. Структуравий ва литологик-экранлашган тутқишларнинг шаклланиши учун истиқболли зоналар сифатида Коссор, Батирбай, Кумой, Шахпахти ва Ассакеаудан майдонлари ажратилди.

Ўлканинг асосий нефть-газли объектлари ўрта ва қуйи юра даври ётқизиқлари ҳисобланиб, улар катта қалинликга, углеводородларни тўплаш учун қулай коллекторларга ва ишончли қопловчи қатламларга эга. Юқори юра даври ётқизиқларида эса асосан структуравий тутқишлар ривожланган.

Қуйи юра даври ётқизиқларининг қалинлик хариталари таҳлили натижасида Шарқий Эргази майдонида битта қидирув қудуғини бурғилаш мақсадга мувофиқлиги асосланди. Ушбу

майдон Шахпахти кони билан Батирбай майдони орасида жойлашган бўлиб, йирик тектоник узилишлар билан бузилмаган нисбатан барқарор тектоник зонага тўғри келади.

Ушбу ҳудудда қатламларнинг регионал кузатилиши, барқарор қалинлиги ва тоғ жинсларининг литологик таркиби қуйи юра коллекторларининг юқори сифатда шаклланганини кўрсатади. Қуйи юра даври ётқизиқларининг қалинлиги 350 м гача етиши уларда углеводородларнинг шаклланиши ва тўпланиши учун энг қулай шароитларни яратади. Қидирув қудуғининг жойлашуви стратиграфик, структуравий ва нефть-газ-геологик мезонлар асосида танланган. Тузилма юра даври ётқизиқларининг энг тўлиқ қалинлиги, нисбатан кам бузилган тектоник узилишлар ва углеводородлар аккумуляцияси учун қулай шароитлар билан тавсифланади. Ушбу омиллар Шарқий Эргази майдонининг юқори потенциал маҳсулдорлик эҳтимолини асослайди.

Тадқиқотлар натижасига кўра, Ассакеаудан ботиқлигининг кам ўрганилган ҳудудларида, хусусан Шахпахти, Джел ва Эргази майдонларига туташ тузилмаларда қўшимча 2Д ва 3Д сейсмик тадқиқотлар ўтказиш, шунингдек антиклинал кўтарилмаларнинг гумбаз қисмларида қидирув-бурғилаш ишларини олиб бориш тавсия этилди. Ушбу йўналишларда амалга ошириладиган геологик-қидирув ишлари ўлканинг нефть-газга истиқболлилигини аниқлаш ва углеводород захираларини ошириш имконини беради.

Устюрт ўлкасидаги углеводород конлари учун фазавий ҳолат, уюмнинг тузилиши, коллектор ва тутқиш турлари, захираси, уюмлар сони ҳамда геологик келиб чиқишини ёритувчи геолого-физик кўрсаткичлар мажмуаси асосида тавсиф таклиф этилган.

Ушбу тавсиф қуйидаги ҳолатларда қўллаш учун тавсия этилади: аналог объектларни танлашни асослашда; узоқ вақтдан бери ўзлаштирилаётган конлар тажрибасидан фойдаланиш жараёнида; янги, ўхшаш объектларни лойиҳалаштиришда; геолого-техник тадбирларнинг самарадорлигини баҳолаш ва янги технологияларни жорий этишда; геологик ва технологик масалаларни ҳал этишда.

Устюрт ўлкасида янги углеводород конларини аниқлаш ва хомашё базасини кенгайтиришнинг истиқболли йўналишларидан бири нисбатан кам ўрганилган ҳудудларни, хусусан, Шахпахти поғонаси ва Ассакеаудан ботиқлигини чуқур ўрганиш ҳисобланади.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ўрганилаётган ҳудуддаги маҳсулдор қатламлар асосан углеводородларнинг вертикал ва горизонтал миграцияси билан боғлиқ. Бу ҳолат Шахпахти конида ўрта ва юқори юра ётқизиқларининг маҳсулдорлиги, шунингдек Джел конида қуйи, ўрта ва юқори юра ётқизиқларида маҳсулдор қатламларнинг мавжудлиги билан тасдиқланади.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида Ассакеаудан ботиқлигидаги юра даври ётқизиқларининг геологик тузилиши ва шаклланиш шароитлари ўрганилди, нефть-газга истиқболлилик башорат қилинди. Геолого-геофизик ва бурғилаш маълумотларини таҳлил қилиш асосида қуйи, ўрта ва юқори юра даври ётқизиқларининг қатламлари корреляция қилиниб, истиқболли ва потенциал маҳсулдор қумли ётқизиқлар ажратилди.

Ўрганилаётган ҳудуд бўйлаб юра даври ётқизиқларининг тузилиши, литологик хусусиятлари ва қалинлиги ўзгаришлар ўрганилди. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, юра даври ётқизиқлари қумли коллекторлар ва уларни ажратиб турувчи гилли-аргиллитли қатламлардан ташкил топган бўлиб, уларнинг қалинлиги тектоник шароитларга боғлиқ ҳолда кескин ўзгариб туради.

Устюрт ўлкасининг газ ва газоконденсат конларига тавсиф

№	Кон	Горизонт	Нефть ва газ конлари тавсифи					Уюмлар сони	Геологик келиб чиқиши
			Фазавий ҳолати	Уюмнинг тузилиши	Коллектор тури	УВ тутқиш тури	заҳираси		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
	Ассакеаудан ботиқлиги								
1	Шахпахти	J_3+J_2	Г	қатламли	ғовакли	гумбазсимон	йирик	кўп қатламли (11 та қатлам)	структуравий
2	Джел	$J_3+J_2+J_1$	ГК	—//—	—//—	—//—	кичик	кўп қатламли (14 та қатлам)	—//—
	Куаныш-Коскалин вали								
3	Акчалак	$J_3+J_2+J_1$ ($К_н+К_ч+А_к+А_л+У_р$)	ГК	қатламли	ғовакли	гумбазсимон	кичик	кўп қатламли (6 та қатлам)	структуравий
4	Карачалак	Pz	ГК	массивли	—//—	—//—	—//—	қатлам гумбазли (1 та қатлам)	—//—
5	Кокчалак	Pz +$К_{н-4}$+ $К_{н-3}$+ $К_{н-2}$ +НКн+А-7+А-5	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	кўп қатламли (7 та қатлам)	—//—
6	Куаныш	J_1 ($К_н$)	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	икки қатламли	—//—
7	Ғар. Барсакелмас	$J_3+J_2+J_1$ ($К_н+К_ч+А_к+А_л$)	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	кўп қатламли (5 та қатлам)	—//—
8	Кушкаир	J_1 ($К_н$)	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	бир қатламли	—//—
9	Сайхун	J_2+J_1 ($Pz+К_н+К_ч+А_к+А_л$)	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	кўп қатламли (4 та қатлам)	—//—
10	Тиллали	J_2 ($А_к$)	ГК	—//—	—//—	—//—	Ўрта	кўп қатламли (7 та қатлам)	—//—
11	Бескала	J_2+J_1 ($А_4+Кн_{3+4}$)	ГК	—//—	—//—	—//—	кичик	икки қатламли	—//—

жадвалнинг давоми

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Судочий ботиқлиги									

12	Шагирлик	$J_2^5+ J_2^4+ J_2^3+ J_2^2+ J_2^4$	ГК	қатламли	ғовакли	гумбазсимон	кичик	кўп қатламли (5 та қатлам)	структуравий
13	Шарқий Бердақ	J_2+J_1	ГК	Қатламли	ғовакли	гумбазсимон	йирик	кўп қатламли	структуравий
14	Бердақ– Шимолий Бердақ	J_2+J_1	ГК	—//—	—//—	—//—	йирик	Кўп қатламли (12 та қатлам)	—//—
15	Шеге	J_2	ГК	—//—	—//—	—//—	кичик	Бир қатламли	—//—
16	Арслон	J_2+J_1	ГК	—//—	—//—	—//—	ўрта	Кўп қатламли (11 та қатлам)	—//—
17	Ином	J_2+J_1	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	Кўп қатламли (7 та қатлам)	—//—
18	Сургил	J_2+J_1	ГК	—//—	—//—	—//—	йирик	Кўп қатламли (22 та қатлам)	—//—
19	Урга	J_3	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	Кўп қатламли (12 та қатлам)	—//—
20	Дали	J_3+J_2	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	Кўп қатламли (4 та қатлам)	—//—
21	Аралик	J_1	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	Бир қатламли	—//—
22	Қызыл-Шолы	J_2	ГК	—//—	—//—	—//—	—//—	Кўп қатламли (4 та қатлам)	—//—
23	Қуйи Шарқий Бердах	J_1	ГК	—//—	—//—	гумбазсимон	—//—	Кўп қатламли	—//—
24	Қуйи Сургил	J_1	ГК	—//—	—//—	гумбазсимон	ўрта	Кўп қатламли (7 та қатлам)	—//—
25	арбий Қуйи Сургил	J_1	ГК	—//—	—//—	гумбазсимон	кичик	Кўп қатламли	—//—
Косбулак эгилмаси									
26	Ғарбий Арал	J_3+J_2	НГК	Қатламли	—//—	—//—	—//—	Кўп қатламли (4 та қатлам)	—//—

Изоҳ: J_1 – қуйи юра даври ётқизиқлари; J_2 + J_3 – мос равишда ўрта юра ва юқори юра даври ётқизиқлари; Pz – палеозой даври ётқизиқлари; $К_н$ – Қуаниш горизонти; $К_ч$ – Кукчалак горизонти; $А_к$ – Акчалак горизонти; $А_л$ – Аламбай горизонти; $У_р$ – Ургин горизонти; фазавий ҳолатига кўра: Г – газ, ГК – газ-конденсатли; ГКН – газ-конденсат, нефть чегараси билан; кичик – <10 млрд м³, ўрта – 10–30 млрд м³, йирик – 30–500 млрд м³.

Юқоридагилардан келиб қуйидагича хулоса қилишг мумкин: Устюрт минтақасидаги углеводород конлари учун уларнинг фазавий ҳолати, заҳира тузилиши, коллектор ва тутқиш тури, углеводород заҳираси, уюмлар сони ва геологик келиб чиқишини тавсифловчи геологик-физик кўрсаткичлар мажмуаси асосида янги тасниф ишлаб чиқилди, бу эса аналог объектларни асосли танлаш имконини беради; Шахпахти поғонаси, Ассакеаудан ботиқлиги ҳамда Марказий Ассакеаудан ҳудудидаги нисбатан кам ўрганилган чўкинди қатламлар доирасида углеводородларнинг хомашё базасини кенгайтириш истиқболлари асослаб берилди ва изланишларни давом эттириш учун тавсия этилди; Ассакеаудан ботиқлиги мураккаб блокли-узилмали тузилишга эга бўлиб, турли типдаги локал структуралар билан мураккаблашганлиги аниқланди, улар орасида Шахпахта конидан шарқда Шарқий Эргази нефтгазга истиқболли структура аниқланди ва чуқур излов бурғилашга тавсия этилди

Адабиётлар рўйхати

1. Бекманов Н.У. Направления дальнейших поисков залежей углеводородов в Ассакеауданском прогибе Республики Каракалпакстан // Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. Vol. 2. – 2022.– №23. –Issue 8. ISSN: 2181–1784 (Scientific Journal Impact Factor. 6,131). – P.181–193.

2. Бекманов Н.У., Хайитов О.Г., Туребаев Б.М., Еримбетов К.Т. О поисках залежей углеводородов на территории Ассакеауданского прогиба // Scientific-methodical journal of “scientific progress”. ISSN: 2181–1601 февраль. –Узбекистон, 2022. –С. 1098–1104.

3. Классификация запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов. К протоколу заседания Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых № 268 от «13» ноября 2015. – 24 с.

4. Хайитов О.Г. О классификации месторождений углеводородов юго-восточной части Бухаро-Хивинского региона // Материалы Республиканской научно-технической конференции «Инновационные разработки в сфере науки, образования и производства – основа инвестиционной привлекательности нефтегазовой отрасли». –Т., 2020. –С. 584–588.

5. Хайитов О. Г., Бекманов Н.У., Оринбаев Б.А., Давлатбоев Ж.Т. О классификации нефтегазовых месторождений Устюртского региона // Journal of Advanced Research and Stability –Т., 2023. –№3. –С.104–111.

6. Bekmanov N.U., Hayitov O.G’., Orinbaev B.A., Davlatboev J.T. Новая классификация месторождений углеводородов Устюртского региона // Geologiya fanlari universiteti xabarlari. – Т., 2023. –№6. – С. 11–18.

7. Khayitov, O. G. Evolution Of Petroleum Stratum Efficiency By – Multi-Factor Regression Analysis // The American Journal of Engineering and Technology. Vol. 02I. 2020 – N2(08). 79-84 DOI.10.37547/tajet. –P.79–84.

8. Khayitov O.G’., Umirzoqov A.A. Classification of Hydrocarbon Deposits in the South-Eastern Part of The Bukhara-Khiva Region // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER). Vol. 4. Issue 10. October, 2020. –P. 40–43.

9. Kurbanbaev R., Bakhiev K., Asanov U., Kurbanbaev U., Bekmanov N.U. Relief formations of Ustyurt // Science and education in Karakalpakstan–2022. – Nukus, 2022. – №4/1 (28). – С. 211–216.

10. N.Bekmanov, O.Khayitov, Z.Ravshanov, Z.Ergasheva. Investigation of geological and geophysical conditions of the Assakeaudan region // Инновационные решения актуальных проблем химической и горнодобывающей промышленности”. –Нукус, 2024. – С.108–112.

BIR JINSLI BO‘LMAGAN KARBONAT KOLLEKTORLARIDA DAMKOHLER SONI ASOSIDA KISLOTALI ISHLOV REJIMINI TANLASH

Samatov Sherzod Shavkatovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Annotatsiya. Karbonat kollektorlarning quduq atrofi zonasida mineral tarkib va o‘tkazuvchanlikning notekis taqsimlanishi kislota-jins reaksiyasi hamda massa almashinuvining fazoviy nisbatini o‘zgartiradi. Ishning maqsadi Damkohler soni orqali reaksiya va ko‘chish jarayonlari muvozanatini baholab, bir jinsli bo‘lmagan zonalar uchun ishlov rejimini tanlash mezonini taklif etishdir. Tadqiqot adveksiya–diffuziya–reaksiya tenglamasi, Arrenius kinetikasi va zonali parametrik hisoblashga asoslandi. Hisobiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, juda kichik Damkohler sonida kislota chuqur kirsa-da, eritish intensivligi yetarli bo‘lmaydi; juda katta qiymatda esa kislota quduq yaqinida tez sarflanadi. Oraliq rejim chuvalchangsimon kanalchalar hosil bo‘lishi uchun energetik jihatdan maqbul hududni belgilaydi. Natija dala o‘lchovi emas, balki adabiyotlarda tasdiqlangan fizik qonuniyatlarga asoslangan hisobiy mezondir.

Kalit so‘zlar: karbonat kollektor, quduq atrofi zonasi, tuz kislotali ishlov berish, Damkohler soni, bir jinsli bo‘lmagan muhit, chuvalchangsimon kanalchalar, reaksiya kinetikasi.

Аннотация. В работе предложен расчётный критерий выбора режима кислотной обработки неоднородной призабойной зоны карбонатного коллектора на основе числа Дамкёлера. Использованы уравнение адвекции–диффузии–реакции, кинетика Аррениуса и зональный параметрический анализ. Показано, что малые значения числа Дамкёлера соответствуют недостаточной интенсивности растворения, а чрезмерно большие – быстрому расходованию кислоты вблизи скважины. Промежуточный режим рассматривается как рациональная область формирования проводящих каналов. Представленные результаты являются расчётными и не выдаются за промысловые измерения.

Ключевые слова: карбонатный коллектор, призабойная зона, кислотная обработка, число Дамкёлера, неоднородность, червеобразные каналы, кинетика реакции.

Abstract. The paper proposes a calculation criterion for selecting carbonate matrix-acidizing regimes in a heterogeneous near-wellbore zone using the Damkohler number. An advection–diffusion–reaction equation, Arrhenius kinetics and zonal parametric calculations are employed. Low Damkohler numbers correspond to insufficient dissolution intensity, whereas excessively high values lead to rapid acid spending near the wellbore. An intermediate regime defines a rational domain for conductive-channel development. The reported results are model-based rather than field measurements.

Keywords: carbonate reservoir, near-wellbore zone, acid treatment, Damkohler number, heterogeneity, wormholes, reaction kinetics.

Kirish

Karbonat kollektorlarida tuz kislotali ishlov berishning asosiy vazifasi qatlam matritsasini nazoratli eritish orqali quduq bilan kollektor o‘rtasida yuqori o‘tkazuvchan yo‘llarni yaratishdir. Biroq mineral tarkib, g‘ovaklik, o‘tkazuvchanlik va tabiiy yoriqlarning fazoviy o‘zgaruvchanligi sababli bir xil sarf va konsentratsiya turli zonalarda mutlaqo boshqa natija beradi. Fredd va Fogler transport hamda reaksiya nisbati chuvalchangsimon kanalchalar morfologiyasini belgilashini ko‘rsatgan [1, 2]. Keyingi sharhlarda ham oqim tezligi, harorat, kislota konsentratsiyasi, namuna geometriyasi va geterogenlik asosiy omillar sifatida qayd etiladi [3–5].

Oldingi ishimizda kislotali ishlovning fizik-kimyoviy va gidrodinamik omillari umumiy tarzda tahlil qilingan [6]. Mazkur maqolaning yangiligi esa quduq atrofi zonasini uch shartli geologik zonaga ajratib, har bir zona uchun reaksiya–ko‘chish nisbatini Damkohler soni bilan ifodalash va ishlov rejimini zonalararo moslashtirish mezonini ishlab chiqishdan iborat.

Materiallar va usullar

Model bir fazali suyuqlik oqimi, izotermik lokal blok va karbonat mineralining kislota bilan sirt reaksiyasi farazlariga tayangan. Bu farazlar real konni to‘liq almashtirmaydi; ular geologik heterogenlik ta’sirini alohida ko‘rish uchun soddalashtirilgan hisobiy tajriba vazifasini bajaradi. Kislota konsentratsiyasi C, g‘ovak muhitdagi tezlik u va samarali diffuziya koeffitsiyenti D_e orqali massa balansi quyidagicha yozildi:

$$\frac{\partial(\phi C)}{\partial t} + \nabla \cdot (uC) = \nabla \cdot (\phi D_e \nabla C) - a_v k_r C$$

Bu yerda ϕ – g‘ovaklik, a_v – reaksiyaga kirishuvchi solishtirma sirt, k_r – sirt reaksiyasi tezligi koeffitsiyenti. Harorat ta’siri Arrenius munosabati bilan berildi:

$$k_r = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

Mahalliy Damkohler soni reaksiya vaqt masshtabining advektiv ko‘chish vaqt masshtabiga nisbati sifatida qabul qilindi:

$$Da = \frac{a_v k_r L}{u}$$

1-jadval

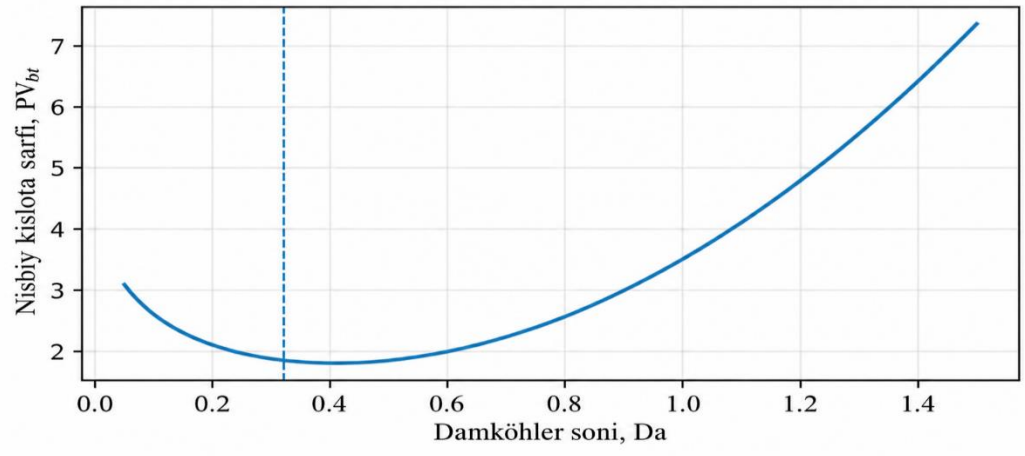
Zonali hisoblash uchun o‘lchamsiz geologik parametrlar

Zona	Geologik belgi	$\boldsymbol{k}$ nisbiy	$\boldsymbol{a_v}$ nisbiy	Kutiladigan $\boldsymbol{Da}$ xulqi
I	Yuqori o‘tkazuvchan, yoriqlangan	1.00	0.75	kichik–o‘rta
II	O‘rta o‘tkazuvchan, matritsali	0.55	1.00	o‘rta
III	Zich, reaktiv sirt katta	0.20	1.25	o‘rta–katta

Jadvaldagi qiymatlar dala ma’lumoti sifatida emas, sezgirlik tahlili uchun normallangan parametrlar sifatida ishlatilgan. Shu sababli natijalar “qaysi kon uchun aniq sarf kerak?” degan savolga emas, “qaysi fizik rejimdan qochish kerak?” degan savolga javob beradi.

Natijalar

1-rasmda ko‘rsatilgan egri chiziq adabiyotlarda qayd etilgan “optimal oraliq” g‘oyasini soddalashtirilgan o‘lchamsiz shaklda ifodalaydi. Eng kichik sarf atrofidagi nuqta universallashgan qat’iy konstanta emas: Fredd va Fogler tajribalarida optimal Da taxminan 0,29 atrofida kuzatilgan bo‘lsa-da [1], real kollektor uchun bu qiymat mineralogiya, harorat, to‘yinganlik va oqim geometriyasiga bog‘liq [3–5]. Shuning uchun modelda maqsad aniq bitta sonni ko‘chirish emas, zonalar bo‘yicha Da ning keskin farqlanishini kamaytirishdir.



1-rasm. Damkohler soniga bog‘liq hisobiy kislota sarfi tendensiyasi

Hisobiy tahlilga ko‘ra I-zonada tezlikning katta bo‘lishi Da ni pasaytiradi va kislota “o‘tib ketishi” xavfini oshiradi. III-zonada esa katta reaktiv sirt va kichik tezlik kislotaning erta sarflanishiga olib keladi. Shuning uchun bir xil sarfli ishlovdan ko‘ra oqimni taqsimlash, bosqichli haydash yoki

reaksiyani sekinlashtiruvchi kislota tizimi bilan zonalar orasidagi samarali vaqt masshtablarini yaqinlashtirish maqsadga muvofiq.

Muhokama

Taklif etilgan yondashuvning amaliy afzalligi – geologik modeldan olinadigan k, ϕ, mineralogik tarkib va yoriqlilik parametrlarini bevosita ishlov dizaynidagi o‘lchamsiz mezonga aylantirishidir. Bunda “ko‘proq kislota – yaxshiroq natija” tamoyili rad etiladi: ortiqcha reaktivlik quduq yaqinida yuzaki eritish zonasini kuchaytirishi mumkin, juda sekin reaksiya esa chuqur kirishga qaramay yetarli o‘tkazuvchan kanal yaratmasligi mumkin [1–5].

Cheklovlar: model ko‘p fazali oqimni, issiqlik almashinuvini, mexanik deformatsiyani va kislota qo‘shimchalarining murakkab reologiyasini to‘liq qamramaydi. Shu bois dala loyihasiga o‘tishda yadro namunalari bo‘yicha oqim tajribasi va quduqning haqiqiy geologik kesimi bilan kalibrlash zarur.

Xulosa

Bir jinsli bo‘lmagan karbonat kollektorida kislotali ishlov rejimini tanlash uchun Damkohler sonini zonali mezon sifatida qo‘llash mumkin. Kichik Da transport ustunligini, katta Da esa reaksiya ustunligini bildiradi; ikkalasining haddan tashqari holati kislota sarfini samarasizlashtiradi. Geologik zonalar orasida Da tafovutini kamaytirishga qaratilgan bosqichli yoki yo‘naltiruvchi ishlov chuvalchangsimon kanalchalarni barqarorroq rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin. Natijalar hisobiy bo‘lib, dala sinovi oldidan laboratoriya va kon ma’lumotlari bilan kalibrlanishi shart.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Fredd, C.N., Fogler, H.S. Influence of transport and reaction on wormhole formation in porous media. AIChE Journal, 1998, 44(9), 1933–1949. https://doi.org/10.1002/aic.690440902

[2] Fredd, C.N., Fogler, H.S. Optimum conditions for wormhole formation in carbonate porous media: influence of transport and reaction. SPE Journal, 1999, 4(3), 196–205. https://doi.org/10.2118/56995-PA

[3] Chacon, O.G., Pournik, M. Matrix Acidizing in Carbonate Formations. Processes, 2022, 10(1), 174. https://doi.org/10.3390/pr10010174

[4] Alameedy, U., Fatah, A., Abbas, A.K., Al-Yaseri, A. Matrix acidizing in carbonate rocks and the impact on geomechanical properties: A review. Fuel, 2023, 349, 128586. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128586

[5] Chen, X., Deng, Z.-X., Liu, P.-L., Du, J., Zhang, T.-Y., Xiong, Y., Tang, H.-M., Li, W., Xiong, Z.-L. A review of matrix acidizing for carbonate reservoirs. Petroleum Science, 2026, corrected proof. https://doi.org/10.1016/j.petsci.2026.06.016

[6] Ermatov, N.X., Samatov, Sh.Sh., Hayitov, L.K. Karbonat kollektorlarida kislotali ishlov berish samaradorligini oshirish. JizPI Xabarnomasi, 2025, №3, 267–274.

[7] Dong, K., Zhu, D., Hill, A.D. Theoretical and experimental study on optimal injection rates in carbonate acidizing. SPE Journal, 2017, 22, 892–901. https://doi.org/10.2118/178961-PA

[8] Neyra, J.R., dos Santos Lucas, C.R., da Silva, D.N.N., de Camargo Júnior, S.T., Schwalbert, M.P., Aum, P.T.P. Assessing the impact of oil saturation on wormhole morphology in carbonate acidizing. Fuel, 2024, 358, 130097. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.130097

SKIN-FAKTOR KAMAYISHI BO‘YICHA KISLOTALI ISHLOVNING EKVIVALENT TA’SIR RADIUSINI TESKARI BAHOLASH

Samatov Sherzod Shavkatovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi, Qarshi 180100, O‘zbekiston,

E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Annotatsiya. Kislotali ishlovdan keyingi natijani baholashda ko‘pincha debit yoki skin-faktor o‘zgarishi ma’lum bo‘ladi, ammo kislotaning qatlamga samarali kirib borish radiusi bevosita aniqlanmaydi. Maqolada radial oqim tenglamasidan foydalanib, kuzatilgan skin-faktor kamayishi bo‘yicha quduq atrofi zonasining ekvivalent yaxshilangan radiusini teskari aniqlash usuli taklif etildi.

Model o‘tkazuvchanlik kontrasti va quduq radiusining noaniqligiga sezgirlik tahlili bilan to‘ldirildi. Natijalar teskari masala yagona yechimga ega emasligini, shu sababli radiusni bitta “aniq” son emas, fizik asoslangan oraliq sifatida berish kerakligini ko‘rsatadi. Yondashuv kislotali ishlovdan keyingi diagnostikani geologik model bilan bog‘lashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: skin-faktor, karbonat kollektor, kislotali ishlov, quduq atrofi zonasi, radial oqim, teskari masala, ta’sir radiusi.

Аннотация. Предложен способ обратной оценки эквивалентного радиуса улучшенной призабойной зоны по снижению скин-фактора после кислотной обработки. Использовано радиальное уравнение фильтрации с учётом контраста проницаемостей. Анализ чувствительности показывает, что один и тот же эффект по скин-фактору может соответствовать различным сочетаниям радиуса и проницаемости обработанной зоны. Поэтому результат следует представлять интервалом, а не единственным точным значением.

Ключевые слова: скин-фактор, карбонатный коллектор, кислотная обработка, призабойная зона, радиальный поток, обратная задача, радиус воздействия.

Abstract. A method is proposed for inversely estimating the equivalent improved near-wellbore radius from the reduction in skin factor after carbonate acid treatment. A radial-flow expression with permeability contrast is used, followed by sensitivity analysis. The same skin reduction may correspond to different combinations of improved-zone radius and permeability; therefore, the inferred radius should be reported as a physically constrained interval rather than a unique exact value.

Keywords: skin factor, carbonate reservoir, acid treatment, near-wellbore zone, radial flow, inverse problem, treatment radius.

Kirish. Kislotali ishlovdan keyingi samaradorlikni baholashda debit, mahsuldorlik koeffitsiyenti va skin-faktor keng qo‘llanadi. Ammo bu integral ko‘rsatkichlar ishlovning fazoviy qamrovini to‘g‘ridan-to‘g‘ri bermaydi. Masalan, bir xil skin kamayishi kichik radiusli, ammo juda yuqori o‘tkazuvchan zona yoki kattaroq radiusli, lekin o‘rtacha yaxshilangan zona bilan izohlanishi mumkin. Shu sababli natijani “kislotaning kirib borish radiusi falon metr” deb bir qiymat bilan berish ko‘pincha haddan tashqari qat’iy xulosa bo‘ladi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi skin-faktor o‘zgarishini ikki zonali radial filtratsiya modeli bilan bog‘lab, kislotali ishlovning ekvivalent ta’sir radiusini teskari baholash va noaniqlik manbalarini ochiq ko‘rsatishdir. Bu yondashuv dala diagnostikasi bilan geologik model o‘rtasida tekshiriladigan bog‘lanish yaratadi.

Materiallar va usullar. Quduq radiusi r_w, ishlovdan keyingi yaxshilangan zona radiusi r_a, dastlabki qatlam o‘tkazuvchanligi k va yaxshilangan zona o‘tkazuvchanligi k_a bo‘lsin. Ikki zonali radial modelda ishlov hisobiga hosil bo‘ladigan qo‘shimcha skin o‘zgarishi soddalashtirilgan holda quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta s = \left(1 - \frac{k}{k_a}\right) \ln\left(\frac{r_a}{r_w}\right)$$

Bu tenglamadan r_a ni teskari aniqlash mumkin:

$$r_a = r_w \exp\left[\frac{\Delta s}{1 - k/k_a}\right]$$

Tenglama shuni ko‘rsatadiki, r_a ni hisoblash uchun faqat Δs yetarli emas; k_a/k kontrasti ham kerak. Amalda bu kontrast yadro tajribasi, quduq sinovi, ishlovdan oldin-keyin bosim tiklanishi yoki kalibrlangan reaktiv oqim modelidan olinishi mumkin.

1-jadval

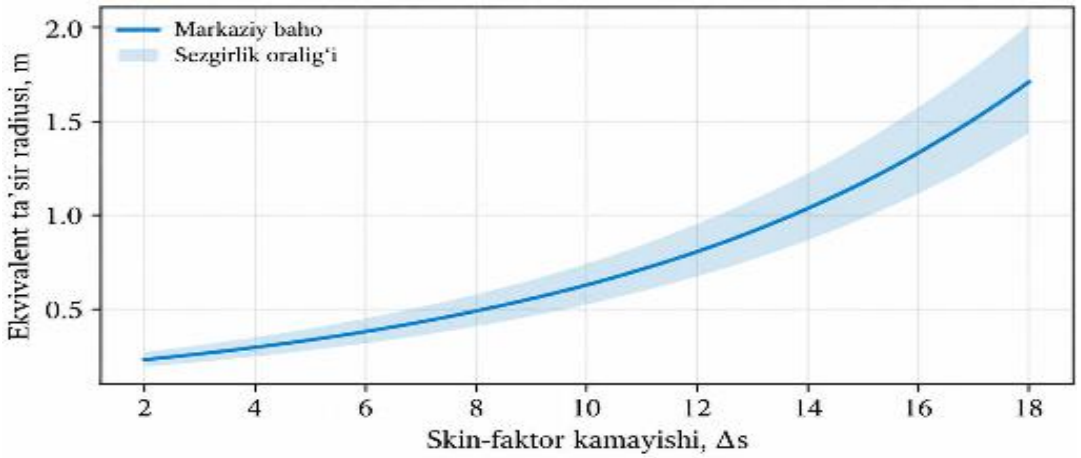
Bir xil skin kamayishida o‘tkazuvchanlik kontrastining rolini ko‘rsatuvchi ssenariylar

Ssenariy	k_a/k	Δs	Teskari baholash talqini
A	2	6	radius katta bo‘lishi talab etiladi
B	5	6	o‘rtacha radius yetarli

C	10	6	kichikroq radius ham shu skin kamayishini berishi mumkin

Ssenariylar o‘lchamsiz metodik misollar bo‘lib, real quduq natijalari emas. Maqsad teskari masalaning ko‘p yechimliligini ko‘rsatishdir.

Natijalar. 1-rasmda Δs ortishi bilan ekvivalent ta’sir radiusining eksponensial o‘sishi ko‘rsatilgan. Soyali hudud k_a/k va r_w dagi noaniqlikni soddalashtirilgan sezgirlik oralig‘i bilan ifodalaydi. Muhim jihat shundaki, teskari hisob juda sezgir: k_a/k qiymatidagi nisbatan kichik farq r_a bahosini sezilarli o‘zgartiradi. Shu sababli radiusni ikkita kasr aniqligida berish fizik ma’noga ega emas.



1-rasm. Skin-faktor kamayishi va ekvivalent ta’sir radiusi o‘rtasidagi hisobiy bog‘lanish

Kislotali ishlovda chuvalchangsimon kanalchalar oqimni klassik “bir xil yaxshilangan halqa” modelidan chetga chiqaradi [1–4]. Demak, r_a haqiqiy geometrik kislota fronti emas, balki bosim yo‘qotishiga teng ta’sir ko‘rsatadigan ekvivalent radius sifatida talqin qilinishi kerak. Bunday talqin dala ma’lumotini reaktiv oqim modeliga kalibrlash uchun qulay, lekin geologik kesimni to‘liq almashtirmaydi.

Muhokama. Teskari baholashning afzalligi – ishlovdan keyingi quduq sinovi natijasini bevosita geologik model parametri bilan bog‘lashidir. Agar model r_a ni juda katta talab qilsa, bu k_a/k noto‘g‘ri baholanganini, skin tarkibida perforatsiya yoki quduq geometriyasi hissasi borligini yoki radial modelning o‘zi yetarli emasligini ko‘rsatishi mumkin. Shunday qilib, tenglama nafaqat radiusni hisoblaydi, balki modelning ichki mosligini tekshiruvchi diagnostik vosita ham bo‘ladi.

Cheklovlar: formulada anizotropiya, ko‘p tarmoqli chuvalchangsimon kanalchalar, yoriqlar, qisman ochilgan interval va ko‘p fazali oqim hisobga olinmagan. Shuning uchun murakkab karbonat kollektorida ekvivalent radiusni tomografiya yoki to‘liq reaktiv transport natijalari bilan solishtirish maqsadga muvofiq. Zamonaviy sharhlar ham kislotali ishlov samaradorligini baholashda faqat bitta ko‘rsatkichga tayanmasdan, oqim diagnostikasi va model kalibrlashini birlashtirish zarurligini ta’kidlaydi [3, 5].

Xulosa. Skin-faktor kamayishi bo‘yicha kislotali ishlovning ekvivalent ta’sir radiusini teskari baholash mumkin, biroq bu masala o‘tkazuvchanlik kontrastiga kuchli bog‘liq va yagona yechim bermaydi. Shu sababli r_a ni aniq geometrik front emas, bosim yo‘qotishiga teng ta’sir ko‘rsatuvchi ekvivalent parametr deb qarash zarur. Natijani oraliq bilan berish, k_a/k ni mustaqil ma’lumot bilan cheklash va keyin reaktiv oqim modeli bilan tekshirish ilmiy jihatdan ishonchliroq yondashuvdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Economides, M.J., Nolte, K.G. Reservoir Stimulation. 3rd ed. Wiley, 2000.

[2] Kalfayan, L. Production Enhancement with Acid Stimulation. 2nd ed. PennWell, 2008.

[3] Fredd, C.N., Fogler, H.S. Influence of transport and reaction on wormhole formation in porous media. AIChE Journal, 1998, 44(9), 1933–1949. https://doi.org/10.1002/aic.690440902

[4] Fredd, C.N., Fogler, H.S. Optimum conditions for wormhole formation in carbonate porous media: influence of transport and reaction. SPE Journal, 1999, 4(3), 196–205. https://doi.org/10.2118/56995-PA

[5] Chen, X., Deng, Z.-X., Liu, P.-L., Du, J., Zhang, T.-Y., Xiong, Y., Tang, H.-M., Li, W., Xiong, Z.-L. A review of matrix acidizing for carbonate reservoirs. Petroleum Science, 2026, corrected proof. https://doi.org/10.1016/j.petsci.2026.06.016

[6] Chacon, O.G., Pournik, M. Matrix Acidizing in Carbonate Formations. Processes, 2022, 10(1), 174. https://doi.org/10.3390/pr10010174

[7] Alameedy, U., Fatah, A., Abbas, A.K., Al-Yaseri, A. Matrix acidizing in carbonate rocks and the impact on geomechanical properties: A review. Fuel, 2023, 349, 128586. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128586

[8] Ermatov, N.X., Samatov, Sh.Sh., Hayitov, L.K. Karbonat kollektorlarida kislotali ishlov berish samaradorligini oshirish. JizPI Xabarnomasi, 2025, №3, 267–274.

TABIIY YORIQLI KARBONAT KOLLEKTORLARIDA KISLOTANING OQIM BO‘YICHA TAQSIMLANISHINI MODELLASHTIRISH

Samatov Sherzod Shavkatovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Annotatsiya. Tabiiy yoriqlar karbonat kollektorida kislota oqimini tez qabul qiluvchi yo‘llar hosil qilib, matritsaning kam o‘tkazuvchan qismlarini ishlovdan chetda qoldirishi mumkin. Maqolada yoriq–matritsa tizimi uchun ekvivalent o‘tkazuvchanlik va oqim ulushi asosida kislotaning taqsimlanishini baholovchi soddalashtirilgan model ishlab chiqildi. Modelda yoriqlilikning oshishi bir tomondan qamrovni yaxshilashi, boshqa tomondan esa ustun oqim va erta kislota sarflanishini kuchaytirishi mumkinligi ko‘rsatildi. Taklif etilgan mezon yoriqli zonalarda bosqichli haydash va yo‘naltiruvchi eritmalardan foydalanish zaruratini oldindan baholashga xizmat qiladi. Barcha natijalar hisobiy bo‘lib, aniq kon ma’lumotlari sifatida talqin qilinmaydi.

Kalit so‘zlar: karbonat kollektor, tabiiy yoriq, quduq atrofi zonasi, kislotali ishlov, oqim taqsimoti, ekvivalent o‘tkazuvchanlik, yo‘naltirish.

Аннотация. Предложена упрощённая модель распределения кислоты в системе «трещина–матрица» карбонатного коллектора. Показано, что рост эффективной трещиноватости может одновременно увеличивать охват и усиливать преимущественный поток по высокопроводящим каналам. Модель использует эквивалентную проницаемость и долю расхода в трещинах и предназначена для предварительного выбора ступенчатой закачки или отклоняющих систем. Результаты имеют расчётный характер.

Ключевые слова: карбонатный коллектор, естественные трещины, призабойная зона, кислотная обработка, распределение потока, эквивалентная проницаемость, отклонение.

Abstract. A simplified acid-distribution model is proposed for a fracture–matrix carbonate system. Increasing effective fracture intensity may improve contact while simultaneously increasing preferential flow through high-conductivity paths. Equivalent permeability and fracture flow fraction are used to identify conditions where staged injection or diverting systems may be required. All results are model-based and are not presented as field measurements.

Keywords: carbonate reservoir, natural fractures, near-wellbore zone, acid treatment, flow distribution, equivalent permeability, diversion.

Kirish. Karbonat jinslarda tabiiy yoriqlar mahsuldorlikni belgilovchi asosiy geologik elementlardan biridir. Kislotali ishlovda esa ular ikki xil rol o‘ynaydi: ochiq yoriqlar kislota uchun yuqori o‘tkazuvchan yo‘l yaratadi, lekin shu bilan birga oqimning asosiy qismini o‘ziga tortib, past o‘tkazuvchan matritsa bloklarini ishlovdan chetda qoldirishi mumkin. Zamonaviy sharhlarda

yoriqlilik, geterogenlik, oqim tezligi va kislota tizimi chuvalchangsimon kanalchalar rivojiga birgalikda ta’sir qilishi qayd etilgan [1–4].

Mazkur ishning maqsadi yoriq va matritsa o‘rtasidagi oqim ulushini o‘lchamsiz ko‘rsatkichlar bilan bog‘lab, kislotaning qamrov darajasi hamda ustun oqim xavfini bir vaqtning o‘zida baholashdir. Yondashuv murakkab diskret yoriqlar tarmog‘ini to‘liq almashtirmaydi, ammo geologik modeldan ishlov dizayniga o‘tishda tezkor saralash vositasi sifatida qo‘llanishi mumkin.

Materiallar va usullar. Yoriq–matritsa tizimi parallel gidravlik yo‘llar sifatida qaraldi. Matritsa o‘tkazuvchanligi k_m, yoriqning ekvivalent o‘tkazuvchanligi k_f va yoriqlilik ulushi f bo‘lsa, soddalashtirilgan ekvivalent o‘tkazuvchanlik quyidagicha ifodalanadi:

$$k_{eq} = (1 - f)k_m + fk_f$$

Umumiy sarfning yoriqlarga ketuvchi ulushi Darsi qonuniga mos ravishda o‘tkazuvchanlik og‘irligi bilan baholandi:

$$\eta_f = \frac{fk_f}{(1 - f)k_m + fk_f}$$

η_f ning birga yaqinlashishi ishlovning asosiy qismi yoriqlar orqali ketayotganini bildiradi. Bunday holatda matritsa bilan kontaktni yaxshilash uchun vaqtinchalik yo‘naltirish, yopishqoqroq kislota tizimi yoki bosqichli sarf strategiyasi ko‘rib chiqiladi [2, 4, 5].

1-jadval.

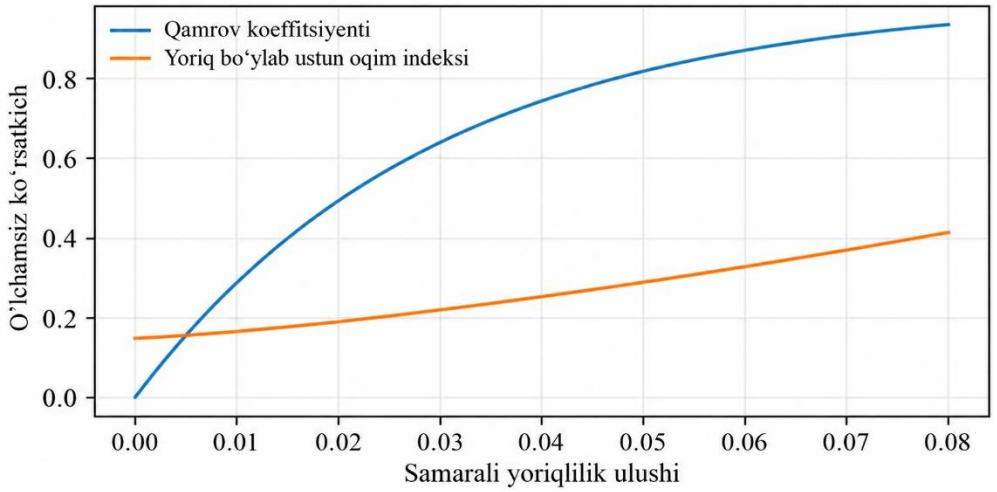
Yoriq–matritsa kontrasti bo‘yicha hisobiy ssenariylar

Holat	k_f/k_m	f	η_f mazmuni	Tavsiya etiladigan yondashuv
A	10	0.01	past–o‘rta	oddiy matritsali ishlov
B	100	0.02	o‘rta–yuqori	bosqichli sarf
C	1000	0.04	juda yuqori	yo‘naltiruvchi tizim zarur bo‘lishi mumkin

Jadvaldagi sonlar o‘lchamsiz ssenariylar bo‘lib, muayyan kon yoki quduqdan olingan o‘lchovlar emas. Ular k_f/k_m kontrasti ortganda oqimning yoriqlarga qanchalik tez yo‘nalishini ko‘rsatish uchun tanlangan.

Natijalar

Hisobiy egri chiziqlar yoriqlilikning foydali va salbiy ta’siri bir vaqtda kuchayishini ko‘rsatadi. Dastlab yoriqlar kislotaning hajmiy qamrovini oshiradi, chunki reaktiv suyuqlik matritsaning ko‘proq qismiga yaqinlashadi. Biroq k_f/k_m katta bo‘lsa, sarfning ko‘p qismi bir nechta yuqori o‘tkazuvchan yo‘lga to‘planadi. Natijada kislota chuqurroq ketsa ham, ishlovning maydon bo‘yicha bir tekisligi yomonlashadi.



1-rasm. Yoriqlilik ulushi oshganda qamrov va ustun oqimning hisobiy o‘zgarishi

Bu xulosa HCl ning yuqori reaktivligi bilan yanada muhimlashadi: reaksiyaning juda tez borishi yoriq devorlarida erta sarflanishga olib kelishi mumkin. Chacon va Pournik emulsiyalangan hamda kechiktirilgan kislota tizimlarining reaksiyani sekinlashtirish va samarali kanallar hosil qilishdagi imkoniyatlarini qayd etadi [2]. Chen va hammualliflar esa 2026-yilgi sharhda kislota taqsimoti va real vaqt diagnostikasini matritsali kislotali ishlovning markaziy masalalaridan biri sifatida ko‘rsatgan [4].

Muhokama

Modeldan chiqadigan asosiy muhandislik mezoni – faqat yoriqlar mavjudligini emas, yoriq–matritsa o‘tkazuvchanlik kontrastini baholashdir. Kam yoriqli, lekin juda yuqori k_f/k_m ga ega zona ko‘p yoriqli, ammo kichik kontrastli zonadan ko‘ra ko‘proq ustun oqim muammosini keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli geologik kesim, tasviriy karotaj va bosim diagnostikasi natijalarini ishlov rejimi bilan birlashtirish kerak.

Taklif etilgan formula yoriq aperture, bosimga bog‘liq ochilish-yopilish, ko‘p fazali oqim va erish natijasida k_f ning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini hisobga olmaydi. Bunday effektlar to‘liq geomekanik yoki reaktiv oqim modeli bilan aniqlashtirilishi kerak [3, 6]. Shunga qaramay, dastlabki dizayn bosqichida η_f ko‘rsatkichi “oddiy ishlov” va “yo‘naltirish talab etiladigan ishlov” ssenariylarini farqlashda foydali.

Xulosa

Tabiiy yoriqli karbonat kollektorlarida kislotaning taqsimlanishi yoriqlilik miqdoridan tashqari yoriq–matritsa o‘tkazuvchanlik kontrastiga ham kuchli bog‘liq. η_f oqim ulushi birlikka yaqinlashganda kislota asosan yoriqlar bo‘ylab ketadi va matritsa qamrovi pasayishi mumkin. Shu sababli yuqori kontrastli zonalarda bosqichli haydash, reaksiyani sekinlashtirish yoki vaqtinchalik yo‘naltirish usullarini ko‘rib chiqish ilmiy asoslangan. Natijalar hisobiy mezon bo‘lib, dala tatbiqidan oldin quduq ma’lumotlari bilan kalibrlanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Chacon, O.G., Pournik, M. Matrix Acidizing in Carbonate Formations. Processes, 2022, 10(1), 174. https://doi.org/10.3390/pr10010174

[2] Alameedy, U., Fatah, A., Abbas, A.K., Al-Yaseri, A. Matrix acidizing in carbonate rocks and the impact on geomechanical properties: A review. Fuel, 2023, 349, 128586. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128586

[3] Fredd, C.N., Fogler, H.S. Influence of transport and reaction on wormhole formation in porous media. AIChE Journal, 1998, 44(9), 1933–1949. https://doi.org/10.1002/aic.690440902

[4] Chen, X., Deng, Z.-X., Liu, P.-L., Du, J., Zhang, T.-Y., Xiong, Y., Tang, H.-M., Li, W., Xiong, Z.-L. A review of matrix acidizing for carbonate reservoirs. Petroleum Science, 2026, corrected proof. https://doi.org/10.1016/j.petsci.2026.06.016

[5] Economides, M.J., Nolte, K.G. Reservoir Stimulation. 3rd ed. Wiley, 2000.

[6] Kalfayan, L. Production Enhancement with Acid Stimulation. 2nd ed. PennWell, 2008.

[7] Neyra, J.R., dos Santos Lucas, C.R., da Silva, D.N.N., de Camargo Júnior, S.T., Schwalbert, M.P., Aum, P.T.P. Assessing the impact of oil saturation on wormhole morphology in carbonate acidizing. Fuel, 2024, 358, 130097. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.130097

[8] Ermatov, N.X., Samatov, Sh.Sh., Hayitov, L.K. Karbonat kollektorlarida kislotali ishlov berish samaradorligini oshirish. JizPI Xabarnomasi, 2025, №3, 267–274.

NEFT VA GAZ SANOATIDA KORROZIYA JARAYONLARINI INGIBIRLASH MEXANIZMLARI

Qurbonova Firuza Solexovna[1], Ochilov Abduraxim Abdurasulovich[2]
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu tezisda neft va gaz sanoatida atmosfera havosi, neft va gaz xomashyolari tarkibidagi zararli komponentlar natijasida kelib chiqadigan korroziya jarayonlarining asosiy sabablari, turlari va ularning sodir bo‘lish mexanizmlari hamda ularning oldini olish usullari o‘rganilgan. Korroziyani oldini olishda ishlatiladigan korroziya ingibitorlarining muqobil turlari tavsiya etilgan.

Kalit so‘zlar: korroziv ionlar, toksik konserogen, suv plyonkasi, uchuvchi ingibitor, imidozolin, amidlar.

Аннотация: В данной диссертации изучаются основные причины, типы и механизмы коррозионных процессов в нефтегазовой промышленности, вызванных вредными компонентами атмосферного воздуха и нефтегазового сырья, а также методы их предотвращения. Рекомендуются альтернативные типы ингибиторов коррозии, используемые для предотвращения коррозии.

Ключевые слова: коррозионные ионы, токсичный канцероген, водная пленка, летучий ингибитор, имидозолин, амиды.

Abstract: This paper examines the primary causes, types, and mechanisms of corrosion processes in the oil and gas industry resulting from atmospheric exposure and harmful components in oil and gas feedstocks as well as methods for their prevention. Alternative types of corrosion inhibitors for use in corrosion prevention are recommended.

Keywords: corrosive ions, toxic carcinogen, water film, volatile inhibitor, imidazoline, amides.

Kirish

Atmosfera havosidagi korroziya chaqiruvchi moddalar metal bilan kimyoviy va elektrokimyoviy ta’sirlashishi natijasida metalning buzilishiga olib keladi. Ushbu buzilish atmosfera namligi, vaqt va haroratga bog‘liq. Bu metal konstruksiyalarning chiroyi va yaltiroqligiga zarar yetqazadi.

Korroziyani oldini olish sohasida ingibitorlar eng ko‘p tadqiqot mavzusi hisoblanadi. Korroziya ingibitorlari korroziya tezligini pasaytiradi va korroziya tizimidagi kimyoviy elementlardan kelib chiqqan korroziv muhitda korroziv ionlarning tarqalishiga to‘sqinlik qiladi. Korroziyadan himoyani kuchaytirish zarur bo‘lsada, asosiy harakatlantiruvchi kuch shundaki, avvallari juda yaxshi ishlagan ingibitorlar endi sog‘lik uchun xavflari tufayli foydalanila olmayabdi. Xrom asosidagi korroziya ingibitorlari masalan olti valentli xromatlar (CrVI) korroziyani oldini olishda samaradorligi tufayli keng qo‘llanilgan. Biroq, bu ingibitorlar toksik va konserogen bo‘lib, insonlar salomatligi va atrof-muhitga jiddiy xavf tug‘dirishi aniqlandi. Lekin hozirda korroziyani kamaytirishda xavfsiz va samarali alternativalar hali aniqlanmagan.

Metal shikastlanishining morfologiyasiga ko‘ra korroziya umumiy korroziya, chuqurlik korroziyasi (pitting), yoriq korroziyasi (stressli), donalararo (kristallararo), atrof-muhitdan kelib chiqqan sinish, qotishma, galvanik korroziya, eroziya kabilarga bo‘linadi. Atmosfera korroziyasi korroziyaning eng keng tarqalgan shakllaridan biridir. Bunda muhim ekologik omil namlik hisoblanadi. Yomg‘ir metal materiallarning havo korroziyasi bilan reaksiyasiga ta’sir qilishi mumkin. Po‘lat korroziya muhitga ta’sir qilganda, vaqt o‘tishi bilan charchoq tufayli yomonlasha boshlaydi. Dengiz suvi muhiti yoriqlar paydo bo‘lishi va rivojlanishini tezlashtiradi. Dengizdagi tuzilmalarda bu muhim nosozlik mexanizmi ekanligi aniqlangan.

Kimyoviy korroziya oqim va elektron oqimi bo‘lmagan, o‘tkazmaydigan suyuqlik mavjud bo‘lganda va quruq gazlarda paydo bo‘ladi. Metal materiallar va elektrolitlarning sirt potensiallari har xil bo‘lganda, elektrolit eritmalarda sodir bo‘ladi. Metall oksidlanadi va anodda ionga aylanadi. Ingibirlash effekti yoki ingibitor ionlarining metal yuzasi bilan birikmasi orqali korroziyadan himoya qatlamini hosil qilish uchun metal yuzasida xemosorbsiyalangan Cl mexanizmi quyida tavsiflangan.

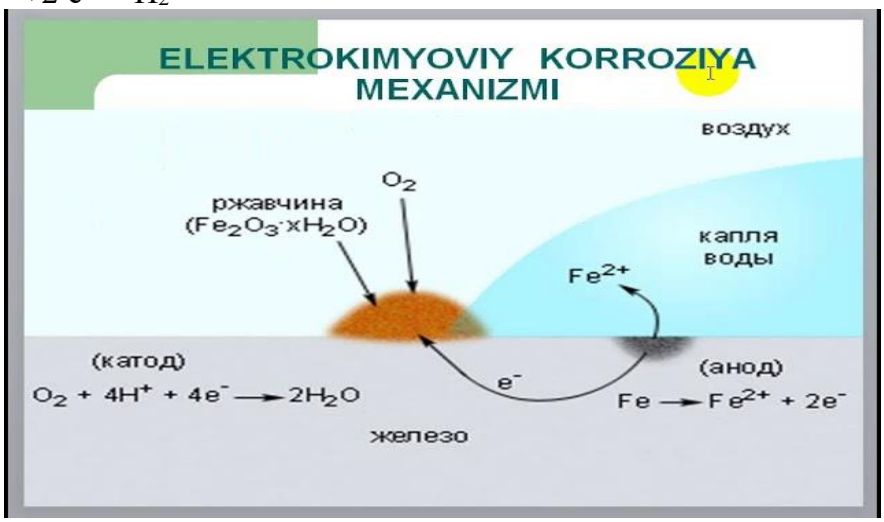
Ingibitor metalning oksidli sirt himoya qatlamini hosil qiladi. Ingibitor suvli muhitda potensial korroziv komponent bilan reaksiyaga kirishganda murakkab mahsulot hosil qiladi. 1-rasmda elektrokimyoviy korroziya sxemasi tasvirlangan.

$$M \rightarrow M^{n+} + ne$$

Katod boshqa komponent bo‘lib, depolarizatsiyaga asosan vodorod kationlari va kislorod molekulalarini kamaytirish orqali sodir bo‘ladi.

$$O_2 + 4\,H^+ + 4\,e \rightarrow 2\,H_2O$$

$$2\,H^+ + 2\,e \rightarrow H_2$$



1-rasm. Elektrokimyoviy korroziya mexanizmi.

Atmosfera ta’sirida bo‘lgan temir yuzasida qalin korroziya qatlamining rivojlanishi Evans va Teylor nomli olimlar tomonidan davrli elektrokimyoviy mexanizmlar bilan izohlanadi. Ushbu mexanizm korroziya qatlamining teshiklarini to‘ldiradigan temir (II) birikmalarini ishlab chiqarish uchun temir metalni oksidlashdan iborat. Metal qalin suv plyonkasi bilan o‘ralgan bo‘lsa, u erigan kislorod bilan temir (II) turga va temir (III) oksigidroksidga oksidlanadi va temir ham Fe (II) ga oksidlanadi. Qalin korroziya qatlami (Cl) ichida sodir bo‘ladigan hodisalar faqat bir nechta tadqiqotlarda qisqacha elektrokimyoviy tavsiflangan. Uglerod pasta elektrodi (carbon paste electrode CPE) texnikasidan foydalangan holda Emmanuel va boshqalar korroziya ingibitori mavjudligi va yo‘qligida metallning elektrokimyoviy hatti-harakati tizimini, shuningdek, korroziya ingibitorining temirning turli elektrokimyoviy faolligiga ta’sirini o‘rganib chiqdi.

Neft va gaz sanoatida xlordan foydalanish korroziyani kamaytirishning samarali usuli ekanligini aniqladilar. Chunki yoqilg‘i gazida turli xil ifloslantiruvchi moddalar, jumladan, azot, kislorod, karbonat angidrid va suv bug‘lari kabi gazlar mavjud. Yoqilg‘i gazi oqimidan suv bug‘langanda, CO_2 suvda eriganida hamda metal va metal qotishmalarida korroziyaga olib keladigan H^+ , H_2CO_3 va HCO_3 kabi korroziv turlari olinadi. O_2 borligida CO_2 ingibitorlari ingibirlash ko‘rsatkichlarining sezilarli darajada pasayishini ko‘rsatadi. Singx va boshqa olimlar fikriga ko‘ra 40 °C da (1 bar CO_2, pH 5,5) 100 ppb O_2 mavjud bo‘lganda imidozolinga asoslangan, to‘rtlamchi ammoniyga asoslangan va aminga asoslangan barcha jarayonlarning ingibitiv ta’siri sezilarli darajada kamaydi, chunki, N atomlari kislorod bilan o‘zaro ta’sirlashadi va ingibitor metal yuzasidan uchuvchi holga keladi. Wang va boshqa olimlarga ko‘ra, birgalikda mavjud bo‘lgan O_2 va CO_2 muhitida 8 10-5 mol L-1 amidlarning korroziyani oldini olish samaradorligi CO_2 bilan to‘yingan eritmada 98,3 % bo‘lsa, faqat 80,3 % ni tashkil etadi.

Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki, neft va gaz sanoati keng tarmoqli sanoat bo‘lib, neft va gazni qazib olish, qayta ishlash va uni transport qilishga bo‘linadi. Har bir sanoat jabhasida po‘lat konstruksiyalar mavjud va ulardagi korroziya jarayonlarini birinchi navbatda mohiyatini aniqlash dolzarb muammo hisoblanadi. Ushbu maqolada neft va gaz sanoatida eng ko‘p sodir bo‘ladigan po‘lat uskunalari korroziyalari turlari va ularning sodir bo‘lish mexanizmlari keltirilgan. Bular asosida bugungi kunda neft va gaz sanoatida eng ko ‘p korroziya chaqiruvchi omillar bu atmosfera havosi va

neft xomashyosi va gaz tarkibidagi azot, kislorod, suv bug‘lari kabi moddalar ekanligi aniqlandi. Ular bo‘yicha chet el olimlarining olib borgan tadqiqotlari natijasida amid tarkibli ingibitorlar eng samarali tur ekanligi bo‘yicha tavsiyalari berilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qurbonova Firuza Solexovna. Neftni qayta ishlash zavodlarida korroziya jarayoni nazorati, uni oldini olish va jarayonni yumshatish. Buxoro. Tezis. 2024. 2 bet.
2. Xalilov Jamshid Akmal o‘g‘li. Xlororganik chiqindilarni qayta ishlash asosida neft mahsulotlarida eriydigan korroziya ingibitorlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish. Toshkent: Dissertatsiya, 2024-yil. 1 bet.
3. Jumaniyozov Maqsud Jabbiyevich, Sapayeva Surayyo G‘afurjanovna. Konstruktiv jihozlarni korroziyadan saqlovchi ingibitor olish. Urganch. 2022. 1 bet.
4. Khurbanova Firuza Solekhovna. New anticorrosion solutions and protection of steel equipment in the oil and gas industry against polythionic acid corrosion. Austria. Article. 2026. 1 page.

NEFT SHLAMLARINING HOSIL BO‘LISH SHAROITLARI TAHLILI

Hamroyev Obid Olimovich[1], Normatov Nurshod Shonazar o‘g‘li[2], Ochilov Abduraxim Abdurasulovich[3]

[1,2,3]Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston. E-mail: obidhamroyev80@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda neftni qazib olish, tayyorlash, tashish, saqlash va qayta ishlash jarayonlarida neftshlamlarining hosil bo‘lish sharoitlari tahlil qilingan. Neftshlamlarining kelib chiqish manbalari, tasnifi, komponent tarkibi va saqlash davomida kechadigan fizik-kimyoviy o‘zgarishlari yoritilgan. Ularning tuproq, atmosfera va yer osti suvlariga salbiy ta’siri ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, neftshlamlari miqdorini hisoblash hamda ularni filtrlash, sentrifugalash va termik usullar bilan qayta ishlash imkoniyatlari bayon etilgan. Uglevodorodlarni ajratib olish va chiqindilarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlatishning iqtisodiy hamda ekologik ahamiyati ta’kidlangan.

Kalit so‘zlar: neft shlam, toksik xususiyat, neft chiqindilari, shlam to‘plagich, mazut, emulsiya.

Аннотация. В тезисе проанализированы процесс твердения портландцемента и основные факторы, влияющие на него. На основе классической теории А. А. Байкова раскрыта сущность стадий растворения, коллоидообразования и кристаллизации. Рассмотрены взаимодействие клинкерных минералов с водой и образование продуктов гидратации. Описаны формирование коагуляционной структуры и изменение пластических свойств цементного теста. Обсуждены также особенности тепловыделения при взаимодействии клинкерных минералов с водой. Представленные сведения могут служить теоретической основой для регулирования процесса твердения цемента и обеспечения качества бетона.

Ключевые слова: нефтяной шлам, токсичность, нефтеотходы, шламосборник, мазут, эмульсия.

Abstarct. The thesis analyzes the hardening process of Portland cement and the main factors influencing it. Based on the classical theory of A. A. Baikova, the essence of the stages of dissolution, colloid formation, and crystallization has been revealed. The interaction of clinker minerals with water and the formation of hydration products were considered. The formation of the coagulation structure and changes in the plastic properties of cement paste are described. The features of heat release during the interaction of clinker minerals with water are also discussed. The presented data can serve as a theoretical basis for regulating the cement curing process and ensuring concrete quality.

Keywords: oil sludge, toxicity, oil waste, sludge collector, fuel oil, emulsion.

Kirish. Mahalliy konlarda mahsulot qazib olinayotgan neft quduqlarini, ulardan olinayotgan mahsulotlarni tayyorlash, tashish va saqlash jarayonlarida turlicha emulsiyalar hosil bo‘lish muammosi bilan bir vaqtda, neft shlamlarining hosil bo‘lishi orqali atrof-muhit bilan bog‘liq muammoli holatlar ham paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Neftshlamlari - bu neft va gaz sanoati korxonalari hamda zavodlarda ko‘p hajmdagi neft chiqindilarini to‘plash, xomashyo va neft

mahsulotlarini qayta ishlash, texnologik qurilmalarni yuvish tozalash, temir yo‘l vagon sisternalar va avto sisternalarni bug‘lanishi natijasida hosil bo‘ladi. Neft shlamlarining hosil bo‘lishiga asosiy sabab quyidagi uchta turga bo‘linadi: tuproq shlamlari, tabiiy shlamlar va rezervuar shlamlari.

Tuproq neft shlamlari – bular turli xil holatdagi halokatli holatlari, texnologik buzilishlar yoki sanoat ishlab chiqarish jabhalarida neft yoki neft mahsulotlarining yerga to‘kilishidan hosil bo‘ladi.

NQIZlaridagi texnologik jarayon uzluksizligi sababli xomashyo bilan muntazam ta’minlab turilishi zarur hisoblanadi. Ushbu holatni ta’minlash maqsadida NQIZ yaqinida neftlarni saqlash va quyish estakadalarini joylashtirish va ularda minglab tonna hajmga ega bo‘lgan sig‘imlarda tovar neftlar saqlanadi. NQIZlari loyiha me’yor talablariga asosan, neft xomashyolari bilan ishlab chiqarish jarayonini doimiy ishlashini ta’minlash maqsadida neftlarni saqlash estakadalarining eng kam zahirasi uch kundan kam bo‘lmasligi talab etiladi. Neft mahsulotlarini saqlash vaqtida sig‘imlarning ostki qismiga neft shlamlari joylashadi va sig‘imlarni tozalash vaqtida neft shlamlari shakllanadi. NQIZlarida chiqindi suvlari juda katta toksik xususiyatli bo‘ladi, shu sababli belgilangan me’yor talablari darajasida qurilgan utilizatsiya tizimlari atrof-muhit muhofazasi maqsadida muhim ahamiyat kasb etadi. Neftdan olinadigan mahsulotlar metall sig‘imlarda saqlanadi, aralashma holatdagi neft mahsulotlari $(60\text{-}70)^0$C haroratda og‘irlik kuchlari ta’siri ostida suv va neftshlamlariga bo‘linadi [1].

Tozalash inshootlari muhandislari hamda operatorlari aksariyat vaqtlarda neft shlamlarini boshqacha nomda ya’ni neft shlaklari deb yuritadilar va rezervuarlarning ostki qismidagi suvni, neft shlaklari bilan birgalikda saqlash maqsadida qurilgan sig‘im yoki havzalarga uzatiladi hamda ulardan suvni davriy ravishda chiqarilib olinadi, neft shlaklarini esa utilizatsiya qurilmalariga haydaladi. NQIZlarining biridagi hisobiy tahlillaridan aniqlanishicha har bir tonna neftni qayta ishlash natijasida hosil bo‘ladigan neft shlamlarining o‘rtacha massasini taqriban 0,5-1 kg bo‘lar ekan.

Neft shlamlari saqlanadigan havzalar va omborlari borasidagi o‘tkazilgan tadqiqotlardan ma’lum bo‘ladiki: neft shlamlari saqlanadigan omborlar ostki qismidagi qatlam gruntlarining sizilish tezligi qiymati odatda 0,05 m^3/kun atrofidagi bo‘lishi kuzatiladi, oqibatda esa yer ostki qatlam suvlarining tarkibidagi minerallar miqdorini 3-50 martagacha hamda neftdan olinish mumkin bo‘lgan mahsulotlarning miqdorini 6-12 martagacha ortishiga olib keladi.

Birgina Buxoro neftni qayta ishlash zavodida yiliga ikki ming tonnagacha neft chiqindilari hosil bo‘ladi. Hozirgi kunda bu chiqindilar katta xarajatlar hisobiga maxsus omborlarda saqlanadi yoki qurilish materiali sifatida foydalaniladi. Hisob kitoblarning ko‘rsatishicha, neft chiqindilarini qayta ishlash natijasida bir zavod miqyosida qo‘shimcha 1000 tonnagacha rangli neft mahsulotlari ishlab chiqish mumkin. Bundan tashqari neft shlamlarining atmosferaga, tuproq va yer osti suvlariga salbiy ta’siri bartaraf qilinadi.

Neft shlamlarini qayta ishlash hozirgi kunning asosiy muammosiga aylangan. Hozirgi kunda Buxoro neftni qayta ishlash zavodida texnologik jarayonlarni amalga oshirish mobaynida hosil bo‘ladigan neft shlamlari qayta ishlanmasdan, bitum tarkibiga qo‘shib yuborilmoqda. Neft shlamlarini qayta ishlash natijasida qo‘shimcha to‘yingan va to‘yinmagan uglevodorodlar, parafinli uglevodorodlar, oltingugurt va boshqa neft mahsulotlari olish imkoniyatlari mavjud. Buning natijasida katta iqtisodiy samara olish va atrof-muhit ekologiyasiga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatish mumkin. Bugungi kunda ekologik vaziyatni yaxshilash uchun ushbu chiqindilarni utillashtirishning samarali usullarini ishlab chiqish zarur bo‘lib, biroq O‘zbekistonda va umuman MDH mamlakatlarida ularni regeneratsiyalashning ishlab chiqilgan usullari hamon mavjud emas.

F. Bephe va J. Kordone neft shlamlarini paydo bo‘lishini quyidagicha guruhlashni taqdim etadilar [2]:

1. Suyuqlik ko‘rinishidagi sanoat chiqindilarini qayta ishlashdan keyin hosil bo‘ladigan “suzib yuruvchi” uglevodorod tarkibga ega bo‘lgan shlamlar: gravitatsion ajratgichlardan shakllanadigan neft shlamlari; flotatsion shlamlari; biologik aktivil (balchiq) cho‘kmalariga biroz miqdorda neft bo‘lgan moddalar.

2. Aksariyat hollarda tarkibida qum mavjud bo‘lgan og‘ir neftlardan shakllangan shlamlar: saqlash rezervuarlari tubida yig‘iladigan shlamlar; suv haydash quduqlarida hamda ajratgichlar ostida cho‘kib qolgan neft shlamlari; suvsizlantirish va tuzsizlantirish qurilmalarining cho‘kindi yotqiziqlaridagi neft shlamlari.

3. Tarkibida UV bo‘lmagan shlamlar: ishqorlar ta’sir ostida qatlam suvlarini tiniqlantirishdan hosil bo‘lgan yoki karbonsizlantirilgan moddalar; alkillash jarayoni qoldiqlari; sanoatda ishlatilgan katalizatorlar; rangsizlantirishda qo‘llanilgan moddalar; aktivil (balchiq)ning qoldiqlari.

Neft shlamlarining tarkiblari juda o‘zgaruvchan hisoblanib, ularda uglevodorod mahsulotlari, suv va mineral moddalar hamda mexanik aralashmalardan iborat bo‘ladi.

Tarkibdagi komponentlarning nisbatlari katta miqdorda keng o‘zgarib turadigan tizimlarni tashkil qiladi. Shlamlarning tarkibining bunday keng o‘zgarib turishiga ularni qayta ishlab chiqarish xomashyolarning turlari va ularni qayta ishlash texnologik tavsifiga, uskunalar turiga va boshqa omillarga bog‘liligi bilan izohlanadi.

Shlamlarning komponent tarkiblari odatda og‘irligi bo‘yicha (10÷56) % gacha UV mahsulotlari, (30÷85) % suv hamda (1,3÷45) % og‘ir komponentlar bo‘lgan neft chiqindilaridan iborat hisblanadi. Umumiy olganda neft shlamining tarkibi, uning turiga, olingan joyiga va saqlash sharoiti va boshqa ko‘plab omillarga qarab turlicha o‘zgarib turadi. Neft shlamlarining tarkibi qimmatbaho xomashyolardan iborat bo‘lib, ular bugungi kunda afsuski chiqindi holatda korxonalardagi shlam saqlagichlarda, omborlarda foydalanilmasdan turibdi. Shuningdek ishlab chiqarish korxonalari tomonidan, ushbu chiqindilarni saqlash tartib qoidalariga rioya qilinmagan holatlar uchun millionlab so‘m jarimalar to‘lab kelinmoqda.

Shlamlarni qayta ishlash ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan samarali bo‘ladi. 1.1-jadvalda turli manbalardan olingan neft shlamlarining tarkibi keltirilgan.

1.1-jadval

Neft shlamlarining tarkibi

Neft shlamlari manbalari	Tarkibiy ko‘rsatkichlar nomlari va miqdori, %				
	Mexanik aralash-ma	Uglevo-dorodlar	Asfalten, smolalar	Parafin	Suv
Tuproqqa aralashgan neftlar	50,0-90,0	10 gacha	-	-	1,0-20,0
Ostki neft shlamlari	15,0-20,0	10,0-30,0	6,5	0,5-2,5	5,0-60,0
Rezervuar shlamlar	5,0-10,0	50,0-70,0	20,0-42,0	0,5-5,6	25,0-40,0
Neftlovushka (tuzoq) shlamlari	0,05-0,5	70,0-90,0	4,0-45,0	2,0-10,0	0,5-15,0
Burg‘ulash shlamlari	11,0-25,0	7,0-14,0	-	-	75,0-90,0
Ombor neft shlamlari	0,6-2,0	90,0-95,0	1,5-9,5	0,2-3,0	1,5-5,0
Suvneftli emulsiyalar	1,5-15,0	30,0-80,0	5,0-10,0	3,0-9,0	3,0-70,0

1.1- jadvalda keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinadiki neft shlamlari chiqindi emas aksincha ishlab chiqarish jabhalarida ikkilamchi mahsulot yoki yoqilg‘i sifatida ham ishlatish imkoniyati mavjud.

Sanoat chiqindilarini to‘plash maqsadida aniq belgilangan hududlarda yoki bunkerlarda, chiqindilarni hech qanday saralamasdan yoki turlarga ajratmasdan saqlanadi.

Shlam to‘plagichlarida quyidagicha tabiiy holatlar kuzatilishi mumkin bo‘ladi – turli xil tabiiy yog‘ingarchiliklarning to‘planishi, har xil turdagi mikroorganizmlarning bo‘lishi va ularning o‘zaro ta’sirlashishidan ortib borishi, oksidlanishi va shu singari boshqa jarayonlar sodir bo‘ladi [3].

Ko‘p yillar mobaynida shlam to‘plagich havzalarda to‘planib qolayotgan neftshlamlarning tarkibiy tuzilmasi yangi hosil bo‘layotgan neftshlamlarining tarkibidan keskin farqlanadi. Shuningdek, neftlar saqlanayotgan yirik rezervuarlarining tubida hosil bo‘lishi mumkin bo‘lgan neft shlamlarining ham tarkibi hamda fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari bilan tozalash qurilmalarida ajratib olinayotgan neftshlamidan keskin farqlanishi mumkin.

Shlamlar to‘planayotgan yig‘ilib kelinadigan neftshlamlari bilan va yangi hosil bo‘lgan shlamlarning ma’lum bir miqdorda qo‘shilishida ham ularning tabiiy aralashishi natijasida quyuqlashishi sodir bo‘ladi. Yana bir miqdorda shlamlarning qo‘shilishi natijasida tizimdagi muayyan shartli muvozanat buziladi, so‘ngra esa u asta - sekinlik bilan tiklanib boradi, ammo quyuqlanish hamda suvlanganlik darajasi ortadi va natijada ularning hajmi ham proporsional ortadi.

Bir vaqtning o‘zida shlamlarning uzoq muddatda saqlanishida va shu bilan birgalikda kolloid xususiyatlariga xos bo‘ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida saqlash inshootlaridagi cho‘kmalar konsentratsiyasining ortishi yuz beradi.

Neft shlamlaridan foydalanishda keng qo‘llaniladigan, ammo samaradorligi past hisoblanadigan usul bu ularni turli xil pechlarda yoqish bilan energiya olish hisoblanadi. Bug‘latish kolonnali pechlar, shlam tarkibida qattiq chiqindili komponentlarning ulushi 20% gacha bo‘lgan vaziyatlarda samarador hisoblanadi. Yangi shakllangan shlamlar tarkibida 65÷85% suv, 7÷10% neft mahsulotlari, 5-18% mineral komponentlar bo‘lganda, quyidagicha tarkibli kul paydo bo‘ladi: SiO_2-23,5 %, CuO-0,21 %, ZnO-0,6 %, Al_2O_3-1,21 %, Fe_2O_3-44,6 %, CaO-16,8 %, MgO-1,7 %, Na_2O-1,2 %, P_2O_5-4,66 %, H_2O-0,25 %. Shlamning yonishi natijasida hosil bo‘lgan kul turli xil sanoat mahsulotlari (ayniqsa qurilish materiallari ishlab chiqarish) sifatida utilizatsiyalaniladi.

Shlamlarni tarkibida qattiq aralashmalarning miqdori 70% gacha bo‘lsa aylanuvchi baraban tipidagi pechlarda yoqish keng tarqalgan. Neft shlamlari saqlash sig‘imlariga uzatiladi. Sig‘imlarda to‘plangan shlamlar qizdiriladigan aylanma qobiqli pechlarga yuboriladi. Qurilmalardagi neft shlamining mahsuldorlik miqdorini 1,3÷3,0 t/soat gacha bo‘ladi, bunda bug‘latish kolonnali pechkalar mavjud bo‘lgan qurilmalarning mahsuldorligi 2÷4 martagacha yuqori bo‘ladi.

Qatlamlarning keltirilgan tavsiflari albatta shartli bo‘lib, ularning o‘lchamlari taxminiy va har doim ham shu tartibda joylashgan bo‘lmasligi mumkin, ammo keltirilgan xossalari bo‘yicha bo‘linish tendentsiyasi yaqqol namoyon bo‘ladi. Neft mazutlarini tarkibida deyarli 80-90% uglevodorodlar mavjud bo‘lib, ularni qayta ishlash uchun NQIZlarining texnologik jarayonlariga yuborilsa maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Neft shlam qatlamlarining tavsiflari albatta shartli bo‘lib, ularning o‘lchamlari taxminiy va har doim ham shu tartibda joylashgan bo‘lmasligi mumkin, ammo keltirilgan xossalari bo‘yicha bo‘linish tendentsiyasi yaqqol namoyon bo‘ladi.

Neft mazutli qatlamlarini qayta ishlash maqsadida NQIZ texnologik jarayonlariga qaytarish zarur hisoblanadi, sababi ularning tarkibidagi komponentlarning asosiy massasi (97-99%) toza neft mahsulotlari tashkil qiladi.

Aslini olib qaraganda, neft shlamlarining qatlamlari uchtadan oltitagacha bo‘lgan qatlamlardan iborat bo‘lib, ular ajralish fazasi chegaralari bo‘yicha juda aniq tashqi xususiyatlarga egadirlar. Neft mahsuloti hajmini va molekulyar og‘irligining ortishi bilan tabiiyki neft shlamlarining konsentrasiyasi ham ortib boradi. Ularni to‘plash va uzatish jarayonlarida emulsiyalar shakllanishi bilan birgalikda, suyuqlik ko‘rinishidagi uglevodorodlar hamda mexanik aralashmalarning qattiq zarrachalarining o‘zaro ta’siri bilan polidispers tizimlar yuzaga kelishi kuzatiladi [4].

Turli yillarda olib borilgan tadqiqotlar natijasida neft shlamlarining tarkibi, sifati va miqdor ko‘rsatkichlari bo‘yicha yetarlicha keng ma’lumotlarga ega bo‘lindi. Neft shlam tarkibi uglevodorodlarni ajratib olish usullarining tahlil natijalari neft shlamidan uglevodorodlarni ajratish usuliga katta ta’sir ko‘rsatadi. Shuningdek “neft shlam” tushunchasi umumiy va juda murakkabdir.

Amaliy tajribalarda odatda uglevodorod komponentlardan iborat bo‘lgan neft-mazut qavatlarni ishlab chiqarish jarayoniga qaytarish hamda ulardagi suvli qavatlarni cho‘ktirish yo‘li bilan tindirish amalga oshiriladi.

Tasdiqlangan hujjatlar asosida chiqindilarni shakllanish hajmini hisoblash metodologiyasi MRO-7-99 bo‘yicha, sanoat korxonalari uchun muayyan talablarni inobatga olgan holatda saqlash sig‘imlarini tozalash jarayonida hosil bo‘layotgan neft shlamlari miqdorini aniqlash uchun quyida keltirilgan maxsus formulalardan foydalanib topiladi [5]:

$$\mathbf{M=0,001 \cdot V \cdot k}$$

bunda: V – sig‘imning mahsulotni yillik saqlash hajmi, t/yil; k – har bir tonna majsulotni saqlash natijasida paydo bo‘ladigan neft shlamining muayyan solishtirma normativi, kg/t.

Agar sig‘imda benzin saqlanayotgan bo‘lsa, u holda saqlash sig‘imlarida neft shlami hosil bo‘lishining solishtirma miqdori har bir tonna benzin xomashyosi uchun 0,9 kg/t, mazut saqlashda foydalanilayotgan sig‘imlar uchun neft shlamlarining paydo bo‘lishining o‘ziga xos xususiyati va talablari bo‘yicha har bir tonna mazut uchun 0,25 kg bo‘lishi mumkinligi qabul qilingan.

Shuningdek, neft shlamini qayta ishlash bo‘yicha bir qator texnologiyalar ishlab chiqilgan bo‘lib, ulardan ma’lum birlarigina keng qo‘llaniladigani: AQShda MTU530 neft chiqindilarini qayta ishlash hamda tozalash mobil hisoblanadi.

Ammo ushbu neft shlamlarini qayta ishlash texnologiyalari yirik hajmdagi xomashyolarni tozalash hamda qayta ishlash imkoniyatini to‘liq qamrab olishning imkoniyati doim ham mavjud bo‘lmaydi. Qurilma majmualari Alfa Loval Oil Field. Ltd korxonasi tarafidan loyihalangan va ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan bo‘lib, ushbu texnologiyada hamma turdagi, turli xususiyatli neft shlamlarini qayta ishlash imkoniyati bor, bebaho hisoblangan xomashyolardan tayyor mahsulotlarni olishga imkon yaratadi. Bu texnologiyada yirik hamda mayda zarrachalarni ajratib olish va ikki fazali sentrifuga qurilmasida ajratish maqsadida neft shlamlarini filtrlashga asoslangan. Majmua qurilmasining tarkibida shlamlarni qabul qilish moslamalari, issiqlik almashtirgichlar, xomashyolar uchun sig‘imlari hamda separatorlardan iborat bo‘ladi.

Neft shlamlarining fizikaviy va kimyoviy texnologiyalar asosida utilizatsiyalashda turli xil reagentlardan foydalanish, ajratish hamda sentrifugalash usullarini bir vaqtda birgalikda qo‘llash texnologiyalari bilan A.A. Desyatkin shug‘ullangan. Neft shlamlarini qayta ishlash fizikaviy usullar bilan amalga oshirish borasidagi tadqiqotlar bilan asosan V.D. Dudishev shug‘ullanib kelishgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.Зарипов Р.Т., Нигматулин М., Афанасенко В.Г., Рубцов А.В. Нефтяные шламы и способы их утилизации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2021. (11), С. 213-217.

2.Ochilov A.A., Axmedova O.B. Neft-gazkimyo sanoati chiqindilarini tozalash texnologiyasi // Darslik. Buxoro. 2022. 340 bet.

3.Коленчуков О.А., Соловьев Е.А. Перспектива использования пиролиза для утилизации отходов нефтяных производств // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2017. - № 14. – С. 15-20.

4. Афанасьев С.В., Кравцова М.В., Паис М.А., Носарев Н.С. Анализ методов переработки нефтешламов. Проблемы и решения // Инновации и «Зелёные» технологии (Тольятти, 19 апреля 2019 г.): сборн. матер. и докл. 2-ой Всероссийской научно-практ. конф./ СНЦ РАН. Самара.: 2019. С. 17 – 22.

5. Попов, В. Н., Богданов, В.С. Расчет количества нефтешлама при очистке резервуаров // Агроинженерия, 2012. 3 (54), С. 17-19.

QUDUQNI O‘ZLASHTIRISH VA SUYUQLIK OQIMINI OLISH

Djabborov Sohib Sobirovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: jabborov4446@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada neft va gaz quduqlarini o‘zlashtirish jarayonining mohiyati, asosiy vazifalari va quduqdan barqaror suyuqlik oqimini olishning texnologik asoslari yoritilgan. Quduqni burg‘ilash ishlari yakunlangandan so‘ng uning mahsuldorligini ta’minlash uchun quduq tubi zonasini tozalash, qatlam bilan quduq o‘rtasidagi gidravlik aloqani tiklash va quduqni ishchi rejimga chiqarish muhim hisoblanadi. Maqolada quduqni o‘zlashtirishning asosiy usullari, jumladan, quduqni suyuqlik bilan yuvish, qatlam bosimi hisobiga oqim olish, nasos yordamida o‘zlashtirish, gaz yordamida suyuqlikni ko‘tarish va quduq tubi zonasiga ta’sir ko‘rsatish usullari ko‘rib chiqilgan. Suyuqlik oqimini olishda qatlam bosimi, kollektorning o‘tkazuvchanligi, quduq tubi bosimi, suyuqlik qovushqoqligi va quduq konstruksiyasining ta’siri tahlil qilingan. Shuningdek, quduqni o‘zlashtirish jarayonida texnologik nazorat, xavfsizlik va ekologik talablar, zamonaviy monitoring hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanish imkoniyatlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: quduq, quduqni o‘zlashtirish, suyuqlik oqimi, qatlam, qatlam bosimi, quduq tubi bosimi, kollektor, neft, gaz, mahsuldorlik, nasos, filtratsiya.

Аннотация. В статье рассмотрены сущность процесса освоения нефтяных и газовых скважин, его основные задачи и технологические основы получения устойчивого притока жидкости из скважины. После завершения бурения важное значение имеют очистка призабойной зоны, восстановление гидравлической связи между пластом и скважиной и вывод скважины на рабочий режим. Рассмотрены основные методы освоения скважин, включая промывку, получение притока за счет пластового давления, освоение с помощью насосов, газлифтный способ подъема жидкости и методы воздействия на призабойную зону. Проанализировано влияние пластового давления, проницаемости коллектора, забойного давления, вязкости жидкости и конструкции скважины на получение притока. Также рассмотрены вопросы технологического контроля, безопасности и экологических требований, а также возможности применения современных систем мониторинга и автоматизированного управления.

Ключевые слова: скважина, освоение скважины, приток жидкости, пласт, пластовое давление, забойное давление, коллектор, нефть, газ, продуктивность, насос, фильтрация.

Abstract. This article examines the principles and main objectives of oil and gas well completion and well start-up operations, as well as the technological foundations of obtaining a stable fluid inflow from a well. After drilling operations are completed, it is important to clean the near-wellbore zone, restore hydraulic communication between the reservoir and the well, and bring the well into a stable operating condition. The main well development methods are considered, including well flushing, obtaining inflow due to reservoir pressure, pump-assisted well start-up, gas lift, and near-wellbore stimulation methods. The influence of reservoir pressure, reservoir permeability, bottomhole pressure, fluid viscosity, and well design on fluid inflow is analyzed. The article also discusses technological monitoring, safety and environmental requirements, and the potential application of modern monitoring and automated control systems.

Keywords: well, well development, fluid inflow, reservoir, reservoir pressure, bottomhole pressure, reservoir rock, oil, gas, productivity, pump, filtration.

Kirish

Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash jarayoni tugallangandan keyin quduqni ishga tushirishdan oldin uni o‘zlashtirish ishlari amalga oshiriladi. Quduqni o‘zlashtirishning asosiy maqsadi qatlam bilan quduq o‘rtasidagi gidravlik aloqani ta’minlash, quduq tubi zonasida burg‘ilash jarayonida yuzaga kelgan ifloslanishlarni kamaytirish va qatlamdan quduqqa barqaror suyuqlik yoki gaz oqimini olishdan iborat.

Burg‘ilash vaqtida quduqqa turli xil texnologik suyuqliklar yuboriladi. Ushbu suyuqliklar qatlamning g‘ovak muhitiga kirib, quduq tubi zonasining tabiiy filtratsion xususiyatlarini vaqtincha yomonlashtirishi mumkin. Bundan tashqari, burg‘ilash shlami va boshqa mexanik zarrachalar ham qatlam g‘ovaklarini qisman berkitishi mumkin.

Shu sababli quduqni o‘zlashtirish ishlari to‘g‘ri tashkil etilmasa, qatlamning haqiqiy mahsuldorligini aniqlash qiyinlashadi. Quduqni samarali o‘zlashtirish esa qatlamning tabiiy imkoniyatlarini to‘liqroq namoyon qilish va barqaror ishlab chiqarish rejimini tanlash imkonini beradi.

Quduqni o‘zlashtirishning mohiyati

Quduqni o‘zlashtirish — burg‘ilash va quduqni tugallash ishlari yakunlangandan so‘ng qatlamdan quduqqa suyuqlik yoki gaz oqimini olish uchun amalga oshiriladigan texnologik tadbirlar majmuasidir.

O‘zlashtirish jarayonida quduq ichidagi suyuqlik ustunining bosimi kamaytiriladi yoki boshqa usullar yordamida qatlamdan quduqqa oqim hosil qilinadi. Qatlam bosimi quduq tubidagi bosimdan yuqori bo‘lganda, qatlam suyuqligi quduq tomon harakatlana boshlaydi.

Oqimning intensivligi quyidagi omillarga bog‘liq:

- qatlam bosimi;
- quduq tubi bosimi;

- kollektorning o‘tkazuvchanligi;
- qatlamning g‘ovakligi;
- suyuqlik qovushqoqligi;
- quduq tubi zonasining holati;
- quduqning ochilish darajasi;
- quduq konstruksiyasi.

Quduqni o‘zlashtirishning yakuniy natijasi quduqning barqaror debitga chiqishi va uning optimal ish rejimining aniqlanishi bilan baholanadi.

Quduqdan suyuqlik oqimining hosil bo‘lishi

Qatlamdan quduqqa suyuqlik oqimi asosan bosimlar farqi ta’sirida yuzaga keladi. Qatlam bosimi **Pq** va quduq tubi bosimi **Pt** orasidagi farq depressiya deb ataladi:

$$\Delta P = Pq - Pt$$

Depressiya oshishi bilan, ma’lum chegaragacha, qatlamdan quduqqa oqim ortishi mumkin. Biroq depressiyani haddan tashqari oshirish har doim ham samarali emas. Chunki yuqori depressiya quduq tubi zonasida qum chiqishi, qatlamning buzilishi, suv yoki gaz konuslanishi kabi nomaqbul hodisalarga olib kelishi mumkin.

Shuning uchun quduqni o‘zlashtirishda optimal depressiyani tanlash muhim vazifa hisoblanadi.

Suyuqlikning quduqqa oqimi kollektorning filtratsion xususiyatlari bilan chambarchas bog‘liq. Yuqori o‘tkazuvchan kollektorlar odatda yuqori mahsuldorlikka ega bo‘ladi. Past o‘tkazuvchan qatlamlarda esa quduqni o‘zlashtirish uchun qo‘shimcha ta’sir usullaridan foydalanish talab etilishi mumkin.

Quduqni o‘zlashtirish usullari

Quduq sharoitiga qarab turli o‘zlashtirish usullari qo‘llaniladi. Usulni tanlashda qatlam bosimi, suyuqlik xususiyatlari, quduq chuqurligi va texnik holati hisobga olinadi.

Quduqni yuvish

Quduqni yuvish quduq tubi va quduq ichidagi texnologik suyuqlikni almashtirish yoki tozalash maqsadida amalga oshiriladi. Bunda maxsus suyuqlik quduqqa yuborilib, mavjud suyuqlik va mexanik aralashmalar chiqarib tashlanadi.

Yuvish jarayoni quduq tubi zonasining tozaligini yaxshilash va qatlam bilan quduq o‘rtasidagi gidravlik aloqani tiklashga yordam beradi.

Quduqni oqimga chiqarish

Agar qatlam bosimi yetarlicha yuqori bo‘lsa, quduqni tabiiy oqim hisobiga ishga tushirish mumkin. Bunda quduq ichidagi bosim qatlam bosimidan past darajaga tushiriladi.

Quduqdan dastlab suv, burg‘ilash suyuqligi, neft va boshqa aralashmalar chiqishi mumkin. Oqim tarkibi barqarorlashgandan keyin quduqning haqiqiy mahsuldorligi aniqlanadi.

Nasos yordamida o‘zlashtirish

Qatlam bosimi tabiiy oqim uchun yetarli bo‘lmagan hollarda nasoslardan foydalaniladi. Nasos quduq tubidagi suyuqlik bosimini kamaytirib, qatlamdan qo‘shimcha suyuqlik oqimini hosil qiladi.

Nasos yordamida o‘zlashtirishda nasosning turi va unumdorligi quduqning chuqurligi, suyuqlik miqdori va qatlam parametrlariga mos tanlanishi kerak.

Gaz yordamida o‘zlashtirish

Gazlift usulida quduqqa gaz yuborilib, quduq ichidagi suyuqlik ustunining o‘rtacha zichligi kamaytiriladi. Natijada quduq tubidagi bosim pasayadi va qatlamdan suyuqlik oqimi kuchayadi.

Ushbu usul chuqur quduqlarda va yuqori suyuqlik debiti talab qilinadigan sharoitlarda qo‘llanishi mumkin.

Quduq tubi zonasining ahamiyati

Quduq tubi zonasi qatlamdan quduqqa suyuqlik oqimining shakllanishida asosiy hudud hisoblanadi. Burg‘ilash jarayonida ushbu zona burg‘ilash eritmasi filtrati, mexanik zarrachalar va boshqa moddalar ta’sirida ifloslanishi mumkin.

Quduq tubi zonasining o‘tkazuvchanligi kamayganda suyuqlikning quduqqa oqishi ham kamayadi. Shu sababli o‘zlashtirishning muhim vazifalaridan biri ushbu zonaning filtratsion xususiyatlarini tiklashdir.

Buning uchun mexanik yuvish, bosim bilan ta’sir qilish, kimyoviy ishlov berish va boshqa texnologik usullar qo‘llanilishi mumkin. Usulni tanlash qatlamning mineral tarkibi va quduqning texnik holatiga bog‘liq.

Suyuqlik oqimini baholash

Quduq o‘zlashtirilgandan so‘ng undan olinayotgan suyuqlik oqimi muntazam o‘lchanadi. Asosiy ko‘rsatkichlardan biri quduq debiti hisoblanadi.

Debit vaqt birligida quduqdan olinadigan suyuqlik yoki gaz miqdorini ifodalaydi. Neft quduqlarida neft, suv va umumiy suyuqlik debiti alohida aniqlanishi mumkin.

Oqimni baholashda quyidagi parametrlar nazorat qilinadi:

-quduq debiti;
-quduq tubi bosimi;
-quduq usti bosimi;
-qatlam bosimi;
-suvlanish darajasi;
-neft va gaz tarkibi;
-harorat;
-oqimning barqarorligi.

Ushbu ma’lumotlar quduqning ishlash rejimini tanlash va keyingi ekspluatatsiya jarayonini rejalashtirish uchun zarur.

Quduqni o‘zlashtirish rejimini tanlash

O‘zlashtirish rejimini tanlashda qatlamga haddan tashqari kuchli ta’sir ko‘rsatmaslik kerak. Juda katta depressiya qisqa muddatda yuqori debit olishga yordam berishi mumkin, biroq uzoq muddatli ishlash nuqtayi nazaridan salbiy oqibatlarga olib kelishi ehtimoli mavjud.

Optimal rejim quduqning barqaror ishlashi, qatlam energiyasidan oqilona foydalanish va mahsulot tarkibining talab etilgan darajada bo‘lishini ta’minlashi kerak.

O‘zlashtirish jarayonida quduq debiti bosqichma-bosqich oshirilishi mumkin. Har bir bosqichda bosim va oqim ko‘rsatkichlari qayd etilib, quduqning javob reaksiyasi tahlil qilinadi.

Bunday yondashuv quduqning optimal ish rejimini xavfsizroq aniqlash imkonini beradi.

Quduq mahsuldorligiga ta’sir qiluvchi omillar

Quduq mahsuldorligiga geologik va texnologik omillarning katta qismi ta’sir ko‘rsatadi. Eng avvalo, kollektorning o‘tkazuvchanligi va g‘ovakligi muhim hisoblanadi.

Yuqori o‘tkazuvchan qatlamlarda suyuqlik oqimi nisbatan oson shakllanadi. Past o‘tkazuvchan qatlamlarda esa oqim qarshiligi yuqori bo‘lib, quduqning tabiiy debiti past bo‘lishi mumkin.

Neftning qovushqoqligi ham muhim omil hisoblanadi. Qovushqoqlik oshishi bilan qatlam ichidagi filtratsiya qarshiligi ortadi. Natijada bir xil bosim farqida quduq debiti kamayishi mumkin.

Qatlamning bir jinsli emasligi ham oqimga ta’sir qiladi. Yuqori o‘tkazuvchan zonalar suyuqlik oqimini o‘ziga ko‘proq jalb qilishi, past o‘tkazuvchan zonalar esa kamroq ishlashi mumkin.

O‘zlashtirish jarayonida texnologik nazorat

Quduqni o‘zlashtirish vaqtida barcha asosiy texnologik ko‘rsatkichlar nazorat qilinishi lozim. Bosimning keskin o‘zgarishi, quduq debitining kutilmaganda kamayishi yoki mahsulot tarkibidagi o‘zgarishlar texnologik jarayonda muammo mavjudligini ko‘rsatishi mumkin.

Quduq tubi va usti bosimini muntazam o‘lchash orqali quduqning gidrodinamik holatini baholash mumkin. Shuningdek, oqimning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi ham tahlil qilinadi.

Zamonaviy quduqlarda elektron bosim va harorat datchiklari, telemetriya vositalari va avtomatlashtirilgan ma’lumot yig‘ish tizimlaridan foydalanish mumkin.

Xavfsizlik va ekologik talablar. Quduqni o‘zlashtirish jarayonida bosim ostida ishlaydigan uskunalar qo‘llanilishi sababli sanoat xavfsizligi talablariga qat’iy rioya qilish zarur.

Nasoslar, quvurlar, armaturalar va boshqa jihozlar ish boshlanishidan oldin tekshiriladi. Uskunalarning ruxsat etilgan ish bosimidan oshib ketishiga yo‘l qo‘yilmaydi.

Quduqdan chiqayotgan neft, gaz va texnologik suyuqliklarni nazorat qilish ham ekologik jihatdan muhimdir. Mahsulotlarning atrof-muhitga chiqib ketishini oldini olish uchun maxsus yig‘ish va utilizatsiya tizimlari tashkil etiladi.

Ishchilar shaxsiy himoya vositalari bilan ta’minlanishi, gaz bilan zaharlanish va yong‘in xavfining oldini olish choralariga rioya qilinishi kerak.

Zamonaviy texnologiyalardan foydalanish

Quduqlarni o‘zlashtirish jarayonida raqamli texnologiyalardan foydalanish tobora kengayib bormoqda. Avtomatik o‘lchash tizimlari orqali quduq bosimi, harorat, debit va boshqa parametrlarni real vaqtga yaqin rejimda kuzatish mumkin.

Geologik va gidrodinamik modellashtirish esa quduqdan kutilayotgan oqimni oldindan baholash imkonini beradi. Model yordamida turli o‘zlashtirish rejimlari taqqoslanib, optimal variant tanlanishi mumkin.

Ma’lumotlarni avtomatik qayta ishlash orqali quduqning ishlashidagi o‘zgarishlar tezda aniqlanadi. Bu esa avariya xavfini kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Kelajakda sun’iy intellekt asosidagi tizimlar yordamida quduqning optimal ish rejimini avtomatik aniqlash, mahsuldorlikning pasayishini oldindan prognoz qilish va texnologik jarayonlarni boshqarish imkoniyatlari yanada kengayishi mumkin.

Iqtisodiy samaradorlik

Quduqni samarali o‘zlashtirishning iqtisodiy ahamiyati juda katta. To‘g‘ri tanlangan o‘zlashtirish texnologiyasi quduqning ishga tushish vaqtini qisqartiradi va qo‘shimcha neft yoki gaz olish imkonini beradi.

Iqtisodiy samaradorlikni baholashda quduqni o‘zlashtirish uchun sarflangan xarajatlar va olingan qo‘shimcha mahsulot qiymati taqqoslanadi. Xarajatlar tarkibiga uskunalar, energiya, texnologik suyuqliklar, ishchi kuchi va boshqa operatsion xarajatlar kiradi.

O‘zlashtirishning samarali tashkil etilishi quduqning uzoq muddat barqaror ishlashiga ham xizmat qiladi. Natijada ta’mirlash va qayta o‘zlashtirishga ketadigan xarajatlarni kamaytirish mumkin.

Xulosa

Quduqni o‘zlashtirish neft va gaz quduqlarini ishga tushirishning muhim bosqichi bo‘lib, uning asosiy maqsadi qatlam bilan quduq o‘rtasidagi samarali gidravlik aloqani ta’minlash va barqaror suyuqlik yoki gaz oqimini olishdan iborat.

Quduqni yuvish, tabiiy oqimga chiqarish, nasos yordamida o‘zlashtirish, gazlift va quduq tubi zonasiga turli ta’sir usullari amaliyotda qo‘llaniladigan asosiy texnologiyalardir. Har bir usul quduqning geologik va texnik sharoitlariga qarab tanlanadi.

O‘zlashtirish jarayonida quduq debiti, bosim, harorat, suvlanish va mahsulot tarkibini muntazam nazorat qilish zarur. Zamonaviy monitoring, avtomatlashtirish va raqamli modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish quduqni xavfsiz va samarali ishga tushirish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Umuman olganda, ilmiy asoslangan o‘zlashtirish rejimi quduqning mahsuldorligini oshirish, barqaror suyuqlik oqimini olish, qatlam resurslaridan oqilona foydalanish va konni samarali ekspluatatsiya qilishning muhim sharti hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Economides M.J., Hill A.D., Ehlig-Economides C. *Petroleum Production Systems*. — Prentice Hall.
2. Ahmed T. *Reservoir Engineering Handbook*. — Gulf Professional Publishing.
3. Dake L.P. *Fundamentals of Reservoir Engineering*. — Elsevier.
4. Craft B.C., Hawkins M.F. *Applied Petroleum Reservoir Engineering*. — Prentice Hall.
5. Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash, o‘zlashtirish va ishlatish bo‘yicha o‘quv-uslubiy adabiyotlar.
6. Quduqlarni sinash va mahsuldorligini aniqlash bo‘yicha me’yoriy-texnik materiallar.
7. Neft va gaz konlarini ishlatish texnologiyasi bo‘yicha ilmiy va o‘quv adabiyotlari.

SUYUQLIK–QUM ARALASHMASI YORDAMIDA TESHISH

Djabborov Sohib Sobirovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail:
jabborov4446@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz quduqlarini o‘zlashtirish hamda qatlamning mahsuldorligini oshirishda suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish texnologiyasining mohiyati, qo‘llash shartlari va texnologik imkoniyatlari yoritilgan. Mazkur usul qatlam bilan quduq o‘rtasidagi gidravlik aloqani yaxshilash, oqim uchun qo‘shimcha kanallar hosil qilish va quduqning mahsuldorligini oshirishga xizmat qiladi. Maqolada suyuqlik va qum aralashmasining tarkibi, zarracha o‘lchami, bosim va sarf ko‘rsatkichlarining jarayon samaradorligiga ta’siri tahlil qilingan. Shuningdek, quduq tubi zonasining xususiyatlari, qatlamning o‘tkazuvchanligi, tog‘ jinslarining mustahkamligi va texnologik rejimni to‘g‘ri tanlash masalalari ko‘rib chiqilgan. Teshish jarayonining asosiy bosqichlari, foydalaniladigan uskunalar, xavfsizlik talablari va texnologik nazorat usullari bayon etilgan. Suyuqlik–qum aralashmasidan foydalanish quduq tubi zonasida samarali kanallar hosil qilish va uglevodorodlarning quduqqa oqimini yaxshilash imkonini berishi ko‘rsatilgan..

Kalit so‘zlar: suyuqlik–qum aralashmasi, gidravlik teshish, quduq, qatlam, quduq tubi zonasi, mahsuldorlik, o‘tkazuvchanlik, bosim, qum zarrachalari, neft va gaz.

Аннотация. В статье рассматриваются сущность, условия применения и технологические возможности перфорации и воздействия на пласт с использованием жидкостно-песчаной смеси при освоении нефтяных и газовых скважин. Данный метод способствует улучшению гидравлической связи между пластом и скважиной, формированию дополнительных каналов фильтрации и повышению продуктивности скважины. Проанализировано влияние состава жидкостно-песчаной смеси, размера песчаных частиц, давления и расхода на эффективность процесса. Рассмотрены особенности призабойной зоны, проницаемость пласта, прочность горных пород и вопросы выбора оптимального технологического режима. Описаны основные этапы проведения работ, применяемое оборудование, требования безопасности и методы технологического контроля. Показано, что использование жидкостно-песчаной смеси позволяет формировать эффективные каналы в призабойной зоне и улучшать приток углеводородов к скважине.

Ключевые слова: жидкостно-песчаная смесь, гидравлическое воздействие, скважина, пласт, призабойная зона, продуктивность, проницаемость, давление, частицы песка, нефть и газ.

Abstract. This article discusses the principles, application conditions, and technological capabilities of perforation and formation stimulation using a liquid–sand mixture during the completion and development of oil and gas wells. The method is aimed at improving hydraulic communication between the reservoir and the well, creating additional flow channels, and increasing well productivity. The influence of the composition of the liquid–sand mixture, particle size, pressure, and injection rate on process efficiency is analyzed. Particular attention is paid to the characteristics of the near-wellbore zone, reservoir permeability, rock strength, and the selection of an appropriate technological regime. The main stages of the operation, equipment used, safety requirements, and methods of technological control are described. It is shown that the use of a liquid–sand mixture can create effective flow channels in the near-wellbore zone and improve the inflow of hydrocarbons into the well.

Keywords: liquid–sand mixture, hydraulic stimulation, well, reservoir, near-wellbore zone, productivity, permeability, pressure, sand particles, oil and gas.

Kirish

Neft va gaz quduqlarini burg‘ilashdan keyingi asosiy vazifalardan biri qatlam bilan quduq o‘rtasida samarali gidravlik aloqani ta’minlashdir. Quduqning mahsuldorligi nafaqat qatlamdagi uglevodorodlar zaxirasiga, balki qatlamning o‘tkazuvchanligi, quduq tubi zonasining holati va quduq konstruksiyasiga ham bog‘liq.

Quduqni burg‘ilash va o‘zlashtirish jarayonida quduq tubi zonasida turli xil ifloslanishlar yoki filtratsiya xususiyatlarining yomonlashuvi yuzaga kelishi mumkin. Natijada qatlamdan quduqqa keladigan suyuqlik va gaz oqimi kamayadi. Bunday sharoitda quduq tubi zonasiga ta’sir ko‘rsatish va qo‘shimcha oqim kanallarini hosil qilish zarurati paydo bo‘ladi.

Suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish va qatlamga gidravlik ta’sir ko‘rsatish usullari ushbu muammoni hal qilishda qo‘llaniladigan texnologiyalardan biridir. Bunda maxsus tayyorlangan suyuqlik tarkibiga ma’lum miqdorda qum yoki boshqa mustahkamlovchi zarrachalar qo‘shilib, quduqqa bosim ostida yuboriladi.

Jarayonning asosiy maqsadi tog‘ jinsida oqim uchun qo‘shimcha kanallar hosil qilish va ularning barqarorligini ta’minlashdan iborat. Hosil bo‘lgan kanallar orqali qatlam suyuqligi quduqqa osonroq oqib kelishi mumkin.

Suyuqlik–qum aralashmasining mohiyati

Suyuqlik–qum aralashmasi odatda maxsus tayyorlangan texnologik suyuqlik va ma’lum granulometrik tarkibga ega qum zarrachalaridan tashkil topadi. Suyuqlik aralashmani quduq orqali qatlamga yetkazib beruvchi muhit vazifasini bajaradi, qum zarrachalari esa hosil bo‘lgan yoriq yoki kanallarning yopilib qolishiga qarshilik ko‘rsatadigan material sifatida xizmat qiladi.

Texnologik suyuqlikning tarkibi quduq va qatlam sharoitlariga qarab tanlanadi. Suyuqlikning qovushqoqligi, zichligi, kimyoviy barqarorligi va tog‘ jinslari bilan o‘zaro ta’siri jarayon samaradorligiga ta’sir qiladi.

Qum zarrachalarining o‘lchami ham muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Juda mayda zarrachalar hosil bo‘lgan kanallarda kerakli o‘tkazuvchanlikni ta’minlamasligi mumkin. Juda yirik zarrachalar esa suyuqlik bilan birgalikda tashilishi va kanallarga bir tekis joylashishi jihatidan qiyinchilik tug‘dirishi mumkin.

Shu sababli qumning granulometrik tarkibi laboratoriya va texnologik tadqiqotlar asosida tanlanadi.

Teshish jarayonining fizik mohiyati

Suyuqlik–qum aralashmasini quduqqa bosim ostida haydash natijasida quduq tubi zonasida gidravlik bosim hosil bo‘ladi. Agar hosil qilingan bosim tog‘ jinsining mavjud kuchlanish holati va mustahkamlik xususiyatlariga mos keladigan sharoitda ta’sir etsa, jinsda yoriqlar yoki oqim kanallari hosil bo‘lishi mumkin.

Hosil bo‘lgan kanallar qatlamdagi suyuqliklarning quduq tomon harakatlanish yo‘lini qisqartiradi yoki oqim uchun qo‘shimcha yo‘llarni yaratadi. Natijada quduqning gidrodinamik qarshiligi kamayishi va mahsuldorlik oshishi mumkin.

Jarayonning samaradorligi qatlamning o‘tkazuvchanligi, g‘ovakligi, elastik xususiyatlari va tog‘ jinsining mexanik mustahkamligiga bog‘liq. Qatlam sharoitlari oldindan yetarli darajada o‘rganilmasa, kutilgan natijaga erishish qiyinlashadi.

Shuning uchun teshish ishlaridan oldin geologik va geofizik ma’lumotlar, quduqning texnik holati hamda qatlamning bosim ko‘rsatkichlari tahlil qilinadi.

Suyuqlik tarkibini tanlash

Suyuqlik–qum aralashmasining asosiy komponenti bo‘lgan suyuqlik bir nechta muhim vazifani bajaradi. U qum zarrachalarini quduqdan qatlamga tashiydi, bosim hosil qiladi va jarayon davomida issiqlik hamda mexanik yuklamalarning bir qismini uzatadi.

Suyuqlikning asosiy xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

zichlik;

qovushqoqlik;

filtratsiya xususiyati;

kimyoviy barqarorlik;

qatlam suvi bilan mosligi;

tog‘ jinslari bilan o‘zaro ta’siri;

haroratga chidamliligi.

Suyuqlikni tanlashda qatlamning mineral tarkibi va undagi tabiiy suyuqliklarning xususiyatlari ham hisobga olinadi. Noto‘g‘ri tanlangan suyuqlik kollektorning o‘tkazuvchanligini kamaytirishi yoki qatlamda nomaqbul kimyoviy reaksiyalarni yuzaga keltirishi mumkin.

Shuning uchun texnologik suyuqlikni tanlash laboratoriya sinovlari va kon sharoitidagi mavjud ma’lumotlar asosida amalga oshirilishi maqsadga muvofiq.

Qum zarrachalarining vazifasi

Teshish jarayonida qum zarrachalari muhim texnologik vazifani bajaradi. Tog‘ jinsida hosil bo‘lgan kanallar yoki yoriqlar bosim kamaygandan so‘ng qisman yopilishi mumkin. Qum zarrachalari esa ushbu kanallar ichida joylashib, ularning ma’lum darajada ochiq holatda qolishiga yordam beradi.

Qumning sifatiga qo‘yiladigan asosiy talablar uning mustahkamligi, granulometrik tarkibi, shakli va kimyoviy barqarorligi bilan bog‘liq.

Qum zarrachalari bosim ostida ezilib yoki parchalanib ketmasligi kerak. Aks holda hosil bo‘lgan mayda zarrachalar oqim kanallarini berkitib, jarayon samaradorligini pasaytirishi mumkin.

Zarracha shakli ham muhim. Zarrachalarning shakli va sirt xususiyatlari ularning yoriqlarda joylashishiga hamda hosil bo‘lgan kanalning o‘tkazuvchanligiga ta’sir ko‘rsatadi.

Jarayonning asosiy bosqichlari

Suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish jarayoni bir necha ketma-ket bosqichlardan iborat.

Birinchi bosqichda quduqning texnik holati va qatlam parametrlari o‘rganiladi. Quduq tubi zonasining holati, qatlam bosimi va o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichlari aniqlanadi.

Ikkinchi bosqichda texnologik suyuqlik va qumning tarkibi tanlanadi. Ularning miqdori va xususiyatlari qatlamning konkret sharoitlariga moslashtiriladi.

Uchinchi bosqichda quduq va yer usti uskunalari tayyorlanadi. Nasos agregatlari, quvurlar, aralashtirish qurilmalari, o‘lchash va nazorat vositalarining texnik holati tekshiriladi.

To‘rtinchi bosqichda suyuqlik–qum aralashmasi belgilangan texnologik rejim asosida quduqqa yuboriladi. Jarayon davomida bosim, sarf va boshqa asosiy parametrlar doimiy nazorat qilinadi.

Yakuniy bosqichda quduqdagi bosim kamaytiriladi va texnologik suyuqlikning qaytishi hamda qatlamdan kelayotgan mahsulotning o‘zgarishi baholanadi.

Teshish samaradorligiga ta’sir qiluvchi omillar

Teshish jarayonining natijasi bir nechta omillarga bog‘liq. Eng muhim omillardan biri qatlamning geologik tuzilishidir. Qatlam bir jinsli bo‘lmasa, yoriqlarning tarqalishi va suyuqlikning harakatlanishi ham turlicha bo‘lishi mumkin.

Qatlam bosimi va tog‘ jinsining tabiiy kuchlanishlari ham jarayonga katta ta’sir ko‘rsatadi. Bosim rejimi noto‘g‘ri tanlansa, hosil bo‘ladigan kanallarning yo‘nalishi va o‘lchamlari kutilgan natijadan farq qilishi mumkin.

Suyuqlik sarfi va haydash bosimi ham muhim parametrlar hisoblanadi. Ushbu ko‘rsatkichlar texnologik hisob-kitoblar asosida aniqlanadi. Jarayon davomida real vaqt rejimida olingan ma’lumotlar asosida parametrlarni nazorat qilish va zarur hollarda tuzatishlar kiritish mumkin.

Qum konsentratsiyasi ham jarayon samaradorligiga bevosita ta’sir qiladi. Qum miqdorining haddan tashqari ko‘payishi aralashmaning quvurlar orqali harakatlanishini qiyinlashtirishi mumkin. Shu sababli qum konsentratsiyasi texnologik jihatdan asoslangan qiymatda tanlanadi.

Qo‘llaniladigan uskunalar

Suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish ishlarini amalga oshirish uchun maxsus texnologik uskunalar majmuasidan foydalaniladi. Ularning tarkibiga yuqori bosimli nasos agregatlari, aralashtirish qurilmalari, qum saqlash va uzatish tizimlari, quvurlar, klapanlar va nazorat-o‘lchov asboblari kiradi.

Nasos agregatlarining asosiy vazifasi suyuqlik–qum aralashmasini kerakli bosim va sarf bilan quduqqa yuborishdan iborat. Aralashtirish qurilmalari esa suyuqlik va qumning bir tekis aralashishini ta’minlaydi.

Jarayon davomida bosim va sarfni o‘lchaydigan datchiklardan foydalanish muhim. Olingan ma’lumotlar texnologik rejimning to‘g‘ri bajarilayotganligini baholash imkonini beradi.

Zamonaviy tizimlarda avtomatlashtirilgan boshqaruv vositalaridan foydalanish operatorga jarayon parametrlarini doimiy kuzatish va boshqarish imkonini beradi.

Texnologik nazorat

Teshish jarayonida texnologik nazoratning asosiy maqsadi belgilangan rejimdan chetlanishlarni o‘z vaqtida aniqlashdir. Bosimning keskin o‘zgarishi, suyuqlik sarfining kamayishi yoki qum aralashmasining tarkibidagi o‘zgarishlar jarayonning borishiga ta’sir qilishi mumkin.

Jarayon yakunlangandan so‘ng quduqning mahsuldorligi oldingi ko‘rsatkichlar bilan taqqoslanadi. Buning uchun quduq debiti, bosim ko‘rsatkichlari, mahsulot tarkibi va suvlanish darajasi kabi parametrlar tahlil qilinadi.

Agar teshishdan keyin quduqning mahsuldorligi oshsa, bu qatlam bilan quduq o‘rtasidagi gidravlik aloqaning yaxshilanganligini ko‘rsatishi mumkin.

Xavfsizlik talablari

Suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish yuqori bosim ostida amalga oshiriladigan texnologik jarayon bo‘lgani sababli xavfsizlik talablariga qat’iy rioya qilish zarur.

Ish boshlanishidan oldin barcha quvur liniyalari, armaturalar, nasoslar va boshqa bosim ostida ishlaydigan uskunalarning texnik holati tekshirilishi kerak. Uskunalarning ruxsat etilgan bosim chegaralaridan oshib ketishiga yo‘l qo‘yilmaydi.

Ishchilar maxsus himoya vositalari bilan ta’minlanishi, xavfli hududlar chegaralanishi va texnologik jarayonni favqulodda to‘xtatish tartibi ishlab chiqilgan bo‘lishi kerak.

Bosim ostidagi quvurlar va armaturalarga ruxsatsiz yaqinlashish yoki ularni ta’mirlashga urinish qat’iyan yo‘l qo‘yilmaydi.

Iqtisodiy samaradorlik

Suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish texnologiyasining iqtisodiy samaradorligi, avvalo, quduq mahsuldorligining oshishi va qo‘shimcha neft yoki gaz qazib olish hajmi bilan belgilanadi.

Texnologiya uchun sarflanadigan xarajatlar tarkibiga suyuqlik va qum materiallari, nasos uskunalarini ishlatish, transport, ishchi kuchi, quduqni tayyorlash va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari kiradi.

Agar qo‘shimcha qazib olinadigan mahsulot qiymati texnologiyani amalga oshirish xarajatlaridan yuqori bo‘lsa, jarayon iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi.

Iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun texnologik parametrlarni optimallashtirish, materiallardan oqilona foydalanish va uskunalarning ishlash vaqtini kamaytirish muhimdir.

Zamonaviy texnologiyalar va istiqbollar

Bugungi kunda quduq tubi zonasiga ta’sir ko‘rsatish jarayonlarida raqamli modellashtirish va avtomatlashtirilgan nazorat tizimlaridan foydalanish imkoniyatlari kengaymoqda. Qatlamning geologik va gidrodinamik modeli yordamida teshish jarayonining ehtimoliy natijalarini oldindan baholash mumkin.

Raqamli modellashtirish orqali quduqning turli intervallarida hosil bo‘lishi mumkin bo‘lgan oqim kanallari va ularning qatlam bilan o‘zaro ta’siri o‘rganiladi. Bu esa texnologik parametrlarni aniqroq tanlashga yordam beradi.

Shuningdek, zamonaviy datchiklar yordamida bosim, harorat va sarf kabi ko‘rsatkichlarni real vaqt rejimida kuzatish mumkin. Kelajakda sun’iy intellekt asosidagi tahlil tizimlaridan foydalanish jarayon parametrlarini avtomatik optimallashtirish imkonini berishi mumkin.

Xulosa

Suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish neft va gaz quduqlarining mahsuldorligini oshirish hamda qatlam bilan quduq o‘rtasidagi gidravlik aloqani yaxshilashga qaratilgan muhim texnologik usullardan biridir.

Jarayonning mohiyati maxsus tayyorlangan suyuqlik yordamida qum zarrachalarini bosim ostida qatlamga yetkazib berish va quduq tubi zonasida oqim uchun qo‘shimcha kanallar hosil qilishdan iborat. Qum zarrachalari hosil bo‘lgan kanallarning ma’lum darajada ochiq qolishiga yordam beradi.

Texnologiyaning samaradorligi qatlamning geologik tuzilishi, tog‘ jinslarining mexanik xususiyatlari, kollektorning o‘tkazuvchanligi, suyuqlik tarkibi, qum zarrachalarining o‘lchami va konsentratsiyasi, shuningdek, bosim va haydash sarfining to‘g‘ri tanlanishiga bog‘liq.

Jarayonni samarali tashkil etish uchun quduq va qatlam haqida yetarli geologik ma’lumotga ega bo‘lish, texnologik suyuqlik va qumni to‘g‘ri tanlash, uskunalarni texnik jihatdan tayyorlash hamda ish davomida asosiy parametrlarni muntazam nazorat qilish zarur.

Zamonaviy avtomatlashtirish, raqamli modellashtirish va monitoring texnologiyalaridan foydalanish teshish jarayonining aniqligi va samaradorligini oshirish imkonini beradi. Shu bilan birga, yuqori bosim ostida ishlash bilan bog‘liq xavfsizlik talablariga qat’iy rioya qilish texnologiyaning ajralmas sharti hisoblanadi.

Umuman olganda, suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish quduq tubi zonasining filtratsion xususiyatlarini yaxshilash, uglevodorodlarning quduqqa oqimini oshirish va quduqning samarali ishlash muddatini uzaytirishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Economides M.J., Nolte K.G. *Reservoir Stimulation*. — Wiley.
2. Economides M.J., Hill A.D., Ehlig-Economides C. *Petroleum Production Systems*. — Prentice Hall.
3. Gidravlik qatlam yorish va quduq tubi zonasiga ta’sir ko‘rsatish texnologiyalari bo‘yicha o‘quv adabiyotlari.
4. Neft va gaz quduqlarini o‘zlashtirish va ta’mirlash bo‘yicha o‘quv-uslubiy qo‘llanmalar.
5. Quduqlarni burg‘ilash, o‘zlashtirish va ishlatish bo‘yicha me’yoriy-texnik adabiyotlar.
6. Neft va gaz konlarida quduq tubi zonasiga ta’sir ko‘rsatish usullari bo‘yicha ilmiy tadqiqot materiallari.

SUV HAYDAB QATLAM BOSIMINI SAQLASH

Djabborov Sohib Sobirovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: jabborov4446@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada neft va gaz konlarini ishlatish jarayonida suv haydash usuli yordamida qatlam bosimini saqlashning nazariy va amaliy asoslari ko‘rib chiqilgan. Qatlam bosimini sun’iy ravishda saqlab turish neft beruvchanlikni oshirish, qazib olish sur’atini barqarorlashtirish va konning samarali ishlash muddatini uzaytirishning muhim usullaridan biri hisoblanadi. Maqolada qatlamning geologik tuzilishi, kollektor xususiyatlari, g‘ovaklik va o‘tkazuvchanlik, neftning fizik-kimyoviy xossalari hamda suv haydash tizimini tanlashga ta’sir etuvchi omillar tahlil qilingan. Suv haydashning kontur orti, kontur bo‘ylab, o‘choqli va maydoniy usullari, ularning afzalliklari va qo‘llash shartlari yoritilgan. Shuningdek, haydaladigan suvning sifati, haydash bosimi, sarfi, quduqlarni joylashtirish sxemasi va qatlam bosimini monitoring qilish masalalariga e’tibor qaratilgan. Suv haydash tizimini optimal boshqarish orqali neft qazib olish samaradorligini oshirish, qatlam energiyasidan oqilona foydalanish va yakuniy neft beruvchanlik koeffitsiyentini oshirish imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: qatlam bosimi, suv haydash, neft koni, kollektor, neft beruvchanlik, haydovchi quduq, qazib oluvchi quduq, qatlam energiyasi, suvlanish, monitoring.

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические и практические основы поддержания пластового давления путем заводнения при разработке нефтяных и газовых месторождений. Искусственное поддержание пластового давления является одним из важных методов повышения нефтеотдачи, стабилизации темпов добычи и продления эффективного периода эксплуатации месторождения. Проанализированы геологическое строение пласта, свойства коллектора, пористость и проницаемость, физико-химические свойства нефти, а также основные факторы, влияющие на выбор системы заводнения. Рассмотрены законтурное,

приконтурное, очаговое и площадное заводнение, их преимущества и условия применения. Особое внимание уделено качеству закачиваемой воды, давлению и расходу нагнетания, схеме размещения нагнетательных скважин и контролю пластового давления. Показано, что оптимальное управление системой заводнения позволяет повысить эффективность добычи нефти, рационально использовать пластовую энергию и увеличить конечный коэффициент нефтеотдачи.

Ключевые слова: пластовое давление, заводнение, нефтяное месторождение, коллектор, нефтеотдача, нагнетательная скважина, добывающая скважина, пластовая энергия, обводнение, мониторинг.

Abstract. This article discusses the theoretical and practical foundations of maintaining reservoir pressure by water injection during the development of oil and gas fields. Artificial maintenance of reservoir pressure is one of the important methods for increasing oil recovery, stabilizing production rates, and extending the effective production life of a field. The geological structure of the reservoir, reservoir properties, porosity and permeability, physicochemical properties of oil, and the main factors affecting the selection of a waterflooding system are analyzed. Peripheral, edge, pattern, and areal water injection methods, their advantages, and application conditions are considered. Particular attention is paid to the quality of injected water, injection pressure and rate, well placement patterns, and reservoir pressure monitoring. It is shown that optimal management of a water injection system can improve oil production efficiency, rationally utilize reservoir energy, and increase the ultimate oil recovery factor.

Keywords: reservoir pressure, water injection, oil field, reservoir, oil recovery, injection well, production well, reservoir energy, water cut, monitoring.

Kirish

Neft va gaz konlarini samarali o‘zlashtirishda qatlam energiyasidan oqilona foydalanish asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Qatlamdagi neftni quduqlar orqali yer yuzasiga chiqarish jarayonida qatlam bosimi vaqt o‘tishi bilan pasayib boradi. Bosimning pasayishi natijasida quduqlarning mahsuldorligi kamayadi, neftni qazib olish sur’ati pasayadi va qatlamda katta miqdorda neft qoldib ketishi mumkin.

Qatlam bosimini saqlashning eng keng tarqalgan usullaridan biri — suv haydash usulidir. Ushbu usulda maxsus haydovchi quduqlar orqali qatlamga ma’lum miqdorda suv yuboriladi. Haydalgan suv qatlamdagi bosimni barqarorlashtirish bilan birga, neftni qazib oluvchi quduqlar tomon siqib chiqarishga xizmat qiladi.

Suv haydash texnologiyasi oddiy ko‘rinishiga qaramay, uni samarali qo‘llash uchun qatlamning geologik tuzilishi, kollektorning o‘tkazuvchanligi, g‘ovakligi, qatlam bosimi, neft va suvning fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda quduqlarning o‘zaro joylashuvi chuqur o‘rganilishi zarur.

Qatlam bosimini saqlashning mohiyati

Qatlam bosimi — kollektor g‘ovaklaridagi suyuqlik va gazlarning bosimi bo‘lib, u neftning quduq tubiga va undan yer yuzasiga harakatlanishida muhim rol o‘ynaydi. Qatlam bosimi yetarli darajada bo‘lganda neft oqimi barqaror bo‘ladi. Bosimning sezilarli kamayishi esa neft oqimining pasayishiga olib keladi.

Qatlam bosimini tabiiy usulda ta’minlovchi asosiy energiya manbalari suv bosimi, gaz bosimi, erigan gazning kengayishi, tog‘ jinslarining elastik energiyasi va gravitatsion kuchlar hisoblanadi. Tabiiy energiya manbalari yetarli bo‘lmagan hollarda sun’iy ta’sir usullaridan foydalaniladi.

Suv haydashning asosiy vazifasi qatlam bosimini ma’lum optimal qiymatlarda ushlab turish va neftni siqib chiqarish jarayonini yaxshilashdan iborat. Bunda haydalayotgan suv qatlamdagi neft bilan to‘qnashib, uni qazib oluvchi quduqlar tomon harakatlantiradi.

Suv haydash jarayonining samaradorligi asosan haydaladigan suv hajmi, bosimi va tezligi, qatlamning o‘tkazuvchanligi, suv-neft nisbati hamda haydovchi va qazib oluvchi quduqlar orasidagi masofaga bog‘liq.

Suv haydashning asosiy usullari

Neft konlarini ishlatish sharoitiga qarab suv haydashning bir necha usullari qo‘llaniladi.

Kontur orti suv haydash

Kontur orti suv haydashda haydovchi quduqlar neftlilik konturidan tashqarida joylashtiriladi. Suv qatlamning tashqi qismidan haydalib, neftli zonaga tomon harakatlanadi.

Ushbu usul qatlamning geologik tuzilishi nisbatan oddiy va kollektor xususiyatlari yaxshi bo‘lgan hollarda samarali hisoblanadi. Kontur orti suv haydashning asosiy afzalligi shundaki, haydalayotgan suv neftli zonaga bir tekisroq ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Kontur bo‘ylab suv haydash

Kontur bo‘ylab suv haydashda haydovchi quduqlar neftlilik chegarasi yaqinida joylashtiriladi. Bunda suv qatlamga to‘g‘ridan-to‘g‘ri neftli zona chegarasiga yaqin hududdan beriladi.

Ushbu usul qatlamning geometrik shakli va kollektor xususiyatlariga mos ravishda tashkil etiladi. Haydovchi quduqlarni to‘g‘ri joylashtirish orqali suvning qatlam bo‘ylab tarqalishini nazorat qilish mumkin.

O‘choqli suv haydash

O‘choqli suv haydash qatlamning alohida qismlarida neft qazib olishni jadallashtirish zarur bo‘lganda qo‘llaniladi. Bunda haydovchi quduqlar ma’lum hududlarda joylashtiriladi.

O‘choqli suv haydash geologik jihatdan murakkab konlarda, kollektor xususiyatlari keskin o‘zgarib turadigan qatlamlarda qo‘llanishi mumkin. Bu usul suv haydashni alohida samarali zonalarga yo‘naltirish imkonini beradi.

Maydoniy suv haydash

Maydoniy suv haydashda haydovchi va qazib oluvchi quduqlar ma’lum geometrik sxema asosida butun kon bo‘ylab joylashtiriladi. Bunda besh nuqtali, yetti nuqtali, to‘qqiz nuqtali va boshqa quduqlar tizimlaridan foydalanish mumkin.

Maydoniy suv haydashning asosiy maqsadi qatlamni maksimal darajada qamrab olish va suvning neftni siqib chiqarish ta’sirini butun ishlab chiqarish maydoniga tarqatishdir.

Suv haydash tizimini tanlashga ta’sir qiluvchi omillar

Suv haydash tizimini tanlashda bir qator geologik va texnologik omillar hisobga olinadi.

Birinchi navbatda qatlamning geologik tuzilishi o‘rganiladi. Qatlamning qalinligi, yotish chuqurligi, tektonik buzilishlar va kollektorning bir jinsli yoki notekis tuzilishga ega ekanligi suvning tarqalishiga bevosita ta’sir qiladi.

Ikkinchi muhim omil — kollektorning g‘ovakligi va o‘tkazuvchanligidir. Yuqori o‘tkazuvchanlik suvning qatlam bo‘ylab tez harakatlanishini ta’minlaydi. Biroq haddan tashqari yuqori o‘tkazuvchanlik suvning qazib oluvchi quduqlarga juda tez yetib kelishiga va quduqlarning suvlanishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Uchinchi omil — neft va suvning fizik-kimyoviy xususiyatlari. Neftning qovushqoqligi, zichligi, suvning minerallashuvi va ularning o‘zaro ta’siri suv haydash samaradorligini belgilaydi.

Shuningdek, qatlam bosimining boshlang‘ich qiymati, mavjud quduqlar fondi, quduqlar orasidagi masofa va ishlab chiqarishning rejalashtirilgan hajmi ham suv haydash tizimini tanlashda hisobga olinadi.

Haydaladigan suvga qo‘yiladigan talablar

Suv haydash tizimining samaradorligi haydaladigan suvning sifatiga ham bog‘liq. Suv tarkibida mexanik aralashmalar, neft mahsulotlari yoki qatlam kollektorini tiqib qo‘yishi mumkin bo‘lgan boshqa komponentlar miqdori nazorat qilinishi kerak.

Agar suv tarkibidagi mexanik zarrachalar miqdori yuqori bo‘lsa, kollektor g‘ovaklarining tiqilib qolishi mumkin. Bu esa qatlamning o‘tkazuvchanligini kamaytirib, suv haydash samaradorligini pasaytiradi.

Shu sababli haydaladigan suv maxsus tayyorlash qurilmalarida tozalanadi. Suvni mexanik filtrlash, tindirish va zarur hollarda kimyoviy ishlov berish orqali uning sifatini yaxshilash mumkin.

Bundan tashqari, haydalayotgan suv bilan qatlam suvi o‘rtasidagi kimyoviy moslik ham muhimdir. Nomuvofiq suvlarning aralashishi natijasida cho‘kmalar hosil bo‘lishi yoki kollektor o‘tkazuvchanligi pasayishi mumkin.

Haydash bosimi va sarfini aniqlash

Suv haydash jarayonida haydash bosimini to‘g‘ri tanlash katta ahamiyatga ega. Bosim juda past bo‘lsa, suv qatlam bo‘ylab yetarli tezlikda harakatlanmaydi va qatlam bosimini kerakli darajada ushlab turish qiyinlashadi.

Bosimning haddan tashqari yuqori bo‘lishi esa qatlamning yorilishi, suvning nazoratsiz zonalarga kirib ketishi yoki quduq va yer osti jihozlariga ortiqcha yuklama tushishiga olib kelishi mumkin.

Shuning uchun haydash bosimi qatlamning geologik va mexanik xususiyatlariga muvofiq ravishda aniqlanishi kerak. Amaliyotda bosimni belgilash uchun quduq tadqiqotlari, gidrodinamik sinovlar va geologik modellashtirish natijalaridan foydalaniladi.

Haydash sarfi ham optimal bo‘lishi kerak. Suv sarfining ortishi har doim ham neft qazib olish hajmining proporsional oshishiga olib kelmaydi. Ayrim hollarda suvning yuqori tezlikda harakatlanishi uning qazib oluvchi quduqlarga erta yetib kelishiga sabab bo‘ladi.

Qatlam bosimini monitoring qilish

Suv haydash tizimining samaradorligini nazorat qilish uchun qatlam bosimi muntazam o‘lchanadi. Bosim monitoringi yordamida haydash tizimining qatlamga ta’sirini baholash va zarur hollarda texnologik rejimni o‘zgartirish mumkin.

Monitoring jarayonida quyidagi ko‘rsatkichlar nazorat qilinadi:

- qatlam bosimining o‘zgarishi;
- haydovchi quduqlardagi bosim;
- qazib oluvchi quduqlarning debiti;
- suvlanish darajasi;
- haydalayotgan suv hajmi;
- qazib olinayotgan neft va suv nisbati;
- quduqlarning texnik holati.

Ushbu ma’lumotlarni muntazam tahlil qilish suv haydash tizimining kuchli va zaif tomonlarini aniqlash imkonini beradi.

Zamonaviy konlarda monitoring jarayonlarini avtomatlashtirish imkoniyati mavjud. Sensorlar, telemetrik tizimlar va raqamli ma’lumotlar bazalaridan foydalanish orqali qatlamning holatini real vaqtga yaqin rejimda kuzatish mumkin.

Suv haydashning neft beruvchanlikka ta’siri

Suv haydashning asosiy maqsadlaridan biri neft beruvchanlik koeffitsiyentini oshirishdir. Neft beruvchanlik — qatlamdagi dastlabki neft zaxirasining qancha qismi qazib olinganligini ifodalovchi muhim ko‘rsatkichdir.

Suv qatlamga haydalganda uning bosimi neftni qazib oluvchi quduqlar tomon harakatlantiradi. Natijada tabiiy qatlam energiyasi yetarli bo‘lmagan sharoitda ham neft oqimini davom ettirish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Biroq suv haydash orqali barcha neftni qatlamdan chiqarib olishning imkoni mavjud emas. Kollektorning notekisligi, kapillyar kuchlar, yuqori va past o‘tkazuvchan zonalar hamda geologik to‘siqlar natijasida qatlamda ma’lum miqdorda qoldiq neft saqlanib qoladi.

Shuning uchun suv haydash tizimini takomillashtirish, suvning qatlam bo‘ylab harakatini nazorat qilish va suvlanishni kamaytirish neft beruvchanlikni oshirishning muhim yo‘nalishlaridan hisoblanadi.

Zamonaviy texnologiyalardan foydalanish

Hozirgi vaqtda suv haydash jarayonlarini boshqarishda raqamli texnologiyalardan foydalanish kengayib bormoqda. Qatlamning uch o‘lchamli geologik va gidrodinamik modellarini yaratish orqali suvning qatlam bo‘ylab harakatlanishini oldindan baholash mumkin.

Kompyuter modellashtirish yordamida turli haydash sxemalari sinovdan o‘tkaziladi. Masalan, quduqlar orasidagi masofani o‘zgartirish, haydash sarfini oshirish yoki kamaytirish, ayrim haydovchi quduqlarni vaqtincha to‘xtatish kabi variantlarning natijasi model orqali baholanadi.

Bunday yondashuv real kon sharoitida tajriba o‘tkazish bilan bog‘liq xarajat va xavflarni kamaytiradi. Shuningdek, sun’iy intellekt va katta ma’lumotlarni tahlil qilish texnologiyalaridan

foydalanish orqali qatlam bosimining o‘zgarishini prognoz qilish va optimal boshqaruv rejimini tanlash imkoniyatlari kengaymoqda.

Iqtisodiy samaradorlik

Suv haydash tizimini joriy etish qo‘shimcha kapital va ekspluatatsion xarajatlarni talab qiladi. Haydovchi quduqlarni burg‘ilash, suv tayyorlash inshootlarini qurish, nasos uskunalarini o‘rnatish, quvurlar tizimini tashkil qilish va monitoring ishlarini amalga oshirish uchun mablag‘ sarflanadi.

Shu bilan birga, suv haydash natijasida qo‘shimcha neft qazib olinishi hisobiga ushbu xarajatlarning iqtisodiy samarasi yuzaga keladi. Shuning uchun suv haydash loyihasini ishlab chiqishda xarajatlar va kutilayotgan qo‘shimcha neft qazib olish hajmi o‘zaro taqqoslanadi.

Iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun suv haydash hajmi, quduqlar soni va joylashuvi, nasoslarning ishlash rejimi hamda suv tayyorlash xarajatlari optimallashtirilishi lozim.

Xulosa

Suv haydab qatlam bosimini saqlash neft konlarini samarali ishlatishning muhim texnologik usullaridan biridir. Mazkur usul qatlam bosimini barqarorlashtirish, neftni qazib oluvchi quduqlar tomon siqib chiqarish va natijada neft beruvchanlikni oshirish imkonini beradi.

Suv haydash tizimini tanlashda qatlamning geologik tuzilishi, kollektorning g‘ovakligi va o‘tkazuvchanligi, neft va suvning fizik-kimyoviy xususiyatlari, boshlang‘ich qatlam bosimi hamda quduqlar joylashuvi hisobga olinishi kerak.

Samarali suv haydash uchun haydaladigan suvning sifatini nazorat qilish, haydash bosimi va sarfini optimal darajada ushlab turish hamda qatlam bosimini muntazam monitoring qilish zarur. Quduqlarning suvlanish darajasini nazorat qilish ham jarayonning muhim qismidir.

Zamonaviy raqamli modellashtirish, avtomatlashtirilgan monitoring, telemetriya va ma’lumotlarni tahlil qilish texnologiyalaridan foydalanish suv haydash tizimining samaradorligini oshirish imkonini beradi. Kelajakda ushbu texnologiyalarni sun’iy intellekt bilan birlashtirish orqali qatlamning holatini prognoz qilish va suv haydash jarayonini yanada aniq boshqarish mumkin.

Umuman olganda, suv haydab qatlam bosimini saqlashdan ko‘zlangan asosiy maqsad mavjud qatlam energiyasidan oqilona foydalanish, neft qazib olishni barqarorlashtirish va konning yakuniy neft beruvchanligini oshirishdan iborat. Ilmiy asoslangan va optimal tashkil etilgan suv haydash tizimi konlarni uzoq muddat davomida samarali ishlatishning muhim shartlaridan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ahmed T. *Reservoir Engineering Handbook*. — Gulf Professional Publishing.
2. Dake L.P. *Fundamentals of Reservoir Engineering*. — Elsevier.
3. Craig F.F. *The Reservoir Engineering Aspects of Waterflooding*. — SPE.
4. Craft B.C., Hawkins M.F. *Applied Petroleum Reservoir Engineering*. — Prentice Hall.
5. Lake L.W. *Enhanced Oil Recovery*. — Prentice Hall.
6. Rosa A.J., de Souza Carvalho R., Xavier J.A.D. *Petroleum Reservoir Engineering*. — Elsevier.
7. Neft va gaz konlarini ishlatish, qatlam bosimini saqlash va quduqlarni tadqiq qilish bo‘yicha o‘quv-uslubiy adabiyotlar.
8. Neft konlarida suv haydash tizimlarini loyihalash va ishlatish bo‘yicha me’yoriy-texnik materiallar.

UYUMNI SAMARALI ISHLATISH REJIMINI O'RNATISH SHARTLARI VA IMKONIYATLARI

Djabborov Sohib Sobirovich[1], Mavlonov Dilmurod Noraliyevich[2]
[1]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston, E-mail: jabborov4446@gmail.com
[2]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O'zbekiston, E-mail: Danielcorden29@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada uyumni samarali ishlatish rejimini o'rnatishning asosiy shartlari va imkoniyatlari tahlil qilinadi. Uyum tarkibidagi foydali qazilma zaxiralaridan oqilona foydalanish, qazib olish jarayonining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash, yo'qotish va sifatsizlanishlarni kamaytirish hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan. Uyumni samarali ishlatish rejimini belgilashda uning geologik tuzilishi, foydali qazilmaning fizik-mexanik xususiyatlari, granulometrik tarkibi, namligi, zichligi, tarkibidagi foydali komponentlar miqdori, saqlash sharoitlari va texnologik jarayonlar o'rtasidagi bog'liqlik muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, zamonaviy avtomatlashtirilgan monitoring, raqamli modellashtirish va boshqaruv texnologiyalaridan foydalanish orqali uyumni ishlatish samaradorligini oshirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Maqolada uyumni boshqarishning texnik, texnologik va iqtisodiy jihatlari umumlashtirilib, resurslardan kompleks va oqilona foydalanish bo'yicha takliflar keltirilgan.

Kalit so'zlar: uyum, foydali qazilma, samarali ishlatish, qazib olish, zaxira, yo'qotish, sifatsizlanish, texnologik rejim, monitoring, raqamli modellashtirish.

Аннотация. В статье рассматриваются основные условия и возможности установления эффективного режима эксплуатации отвала или склада полезного ископаемого. Особое внимание уделено рациональному использованию запасов, повышению технико-экономических показателей добычного процесса, снижению потерь и разубоживания, а также повышению общей эффективности производства. При определении эффективного режима эксплуатации важное значение имеют геологическое строение массива, физико-механические свойства полезного ископаемого, гранулометрический состав, влажность, плотность, содержание полезных компонентов, условия хранения и взаимосвязь технологических процессов. Рассмотрены возможности применения современных систем автоматизированного мониторинга, цифрового моделирования и технологий управления для повышения эффективности эксплуатации. Обобщены технические, технологические и экономические аспекты управления отвалом и предложены направления рационального и комплексного использования ресурсов.

Ключевые слова: отвал, полезное ископаемое, эффективная эксплуатация, добыча, запасы, потери, разубоживание, технологический режим, мониторинг, цифровое моделирование.

Abstract. This article examines the main conditions and opportunities for establishing an efficient operating regime for a mineral stockpile. Particular attention is paid to the rational use of mineral reserves, improvement of the technical and economic performance of the extraction process, reduction of losses and dilution, and increasing overall production efficiency. When determining an effective operating regime, such factors as geological structure, physical and mechanical properties of the mineral, particle-size distribution, moisture content, density, useful component concentration, storage conditions, and the interaction between technological processes are of particular importance. The article also considers the potential of modern automated monitoring systems, digital modeling, and management technologies for improving stockpile operation efficiency. Technical, technological, and economic aspects of stockpile management are summarized, and recommendations for rational and integrated resource utilization are presented.

Keywords: stockpile, mineral, efficient operation, mining, reserves, losses, dilution, technological regime, monitoring, digital modeling.

Kirish

Bugungi kunda konchilik sanoatida mavjud mineral xomashyo resurslaridan oqilona va samarali foydalanish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Foydali qazilmalarni qazib olish jarayonida hosil bo‘ladigan uyumlar ishlab chiqarish tizimining muhim tarkibiy qismi bo‘lib, ularni to‘g‘ri tashkil etish va boshqarish korxonaning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Uyumning noto‘g‘ri shakllantirilishi yoki undan foydalanish rejimining ilmiy asoslanmagan holda tanlanishi natijasida foydali komponentlarning yo‘qotilishi, materialning sifatsizlanishi, transport xarajatlarining oshishi va ishlab chiqarish samaradorligining pasayishi mumkin.

Uyumni samarali ishlatish rejimi deganda, undagi materialni qabul qilish, joylashtirish, saqlash, aralashtirish, qayta yuklash va iste’molchiga yoki keyingi texnologik bosqichga uzatish jarayonlarining o‘zaro muvofiqlashtirilgan tizimi tushuniladi. Bunda asosiy maqsad mavjud resurslardan maksimal darajada foydalanish, sifat ko‘rsatkichlarini barqaror saqlash va texnologik jarayonlarning uzluksizligini ta’minlashdan iborat.

Uyumni boshqarishda geologik, texnologik, ekologik va iqtisodiy omillar birgalikda hisobga olinishi kerak. Ayniqsa, foydali qazilma tarkibidagi komponentlar miqdorining o‘zgaruvchanligi, namlik darajasi, granulometrik tarkib va fizik-mexanik xususiyatlar uyumning ishlash rejimini belgilovchi muhim ko‘rsatkichlar hisoblanadi.

Uyumni samarali ishlatish rejimini belgilovchi asosiy shartlar

Uyumni samarali ishlatish rejimini o‘rnatishda, avvalo, uyumning texnik holati va unda saqlanayotgan materialning xususiyatlari aniqlanadi. Buning uchun geologik va texnologik ma’lumotlardan foydalanish, muntazam nazorat o‘lchovlarini amalga oshirish hamda mavjud zaxiralarni aniq baholash talab etiladi.

Birinchi muhim shart — uyumning geologik va texnologik tuzilishini hisobga olishdir. Uyum tarkibidagi material bir xil xususiyatga ega bo‘lmasligi mumkin. Turli qatlamlarda foydali komponentlarning miqdori, namlik, zichlik va granulometrik tarkib farq qilishi mumkin. Shu sababli materialni uyumga joylashtirish va undan olish jarayonlari tartibli tashkil etilishi lozim.

Ikkinchi shart — uyumning geometrik parametrlarini to‘g‘ri belgilashdir. Uyum balandligi, qiyalik burchagi, uzunligi, kengligi va umumiy hajmi uning barqarorligiga ta’sir qiladi. Geometrik parametrlarni belgilashda materialning fizik-mexanik xususiyatlari, texnika vositalarining imkoniyatlari va xavfsizlik talablari hisobga olinadi.

Uchinchi shart — materialning sifat ko‘rsatkichlarini saqlab qolishdir. Uzoq vaqt davomida saqlash natijasida ayrim materiallarda namlikning o‘zgarishi, oksidlanish, zichlanish yoki boshqa fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo‘lishi mumkin. Shuning uchun uyumdan materialni olish ketma-ketligi va saqlash muddati texnologik jihatdan asoslangan bo‘lishi zarur.

To‘rtinchi shart — transport va yuklash-tushirish jarayonlarini optimallashtirishdir. Uyum bilan konning asosiy texnologik liniyasi o‘rtasidagi transport masofasi, texnika unumdorligi va yuklash-tushirish operatsiyalarining davomiyligi umumiy ishlab chiqarish xarajatlariga ta’sir qiladi. Shu sababli transport sxemasini to‘g‘ri tanlash iqtisodiy samaradorlikning muhim omili hisoblanadi.

Uyumni shakllantirish va undan foydalanish texnologiyasi

Uyumni shakllantirish jarayonida materialni bir tekis taqsimlash, qatlamlarning o‘zaro joylashishini nazorat qilish va kerakli sifat ko‘rsatkichlarini ta’minlash muhimdir. Uyumni shakllantirish usuli materialning xususiyatlari hamda korxonaning ishlab chiqarish quvvatiga qarab tanlanadi.

Materialni uyumga joylashtirishda konveyer, buldozer, yuklagich, ekskavator va boshqa texnika vositalaridan foydalanish mumkin. Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida ushbu texnika vositalarining ishini o‘zaro muvofiqlashtirish orqali unumdorlikni oshirishga erishiladi.

Uyumdan materialni olishda esa «birinchi kelgan — birinchi ishlatiladi» tamoyili yoki texnologik jihatdan asoslangan boshqa ketma-ketliklardan foydalanish mumkin. Bunday yondashuv uzoq vaqt davomida saqlanadigan materialning sifat o‘zgarishlarini kamaytirishga yordam beradi.

Agar uyum tarkibidagi material sifati o‘zgaruvchan bo‘lsa, aralashtirish texnologiyasidan foydalanish maqsadga muvofiq. Aralashtirish natijasida keyingi texnologik jarayonga beriladigan

xomashyoning sifat ko‘rsatkichlarini ma’lum chegaralarda barqarorlashtirish mumkin. Bu, ayniqsa, boyitish, qayta ishlash yoki metallurgik jarayonlarda muhim ahamiyatga ega.

Samarali ishlatish rejimining texnik imkoniyatlari

Uyumning samarali ishlashini ta’minlashda texnik vositalarning to‘g‘ri tanlanishi katta ahamiyatga ega. Yuklash va tashish texnikalarining unumdorligi uyumning qabul qilish va chiqarish quvvatiga mos bo‘lishi kerak. Agar ushbu jarayonlarning birortasida «tor joy» hosil bo‘lsa, butun ishlab chiqarish tizimining samaradorligi pasayadi.

Texnik imkoniyatlarni baholashda quyidagi ko‘rsatkichlarga e’tibor beriladi:

texnika vositalarining ish unumdorligi;
transport masofasi;
yuklash va tushirish vaqti;
yoqilg‘i va energiya sarfi;
texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari;
uskunalarning ishlash koeffitsiyenti;
ish jarayonining xavfsizlik darajasi.

Uyumni boshqarishda avtomatlashtirilgan nazorat tizimlaridan foydalanish ham samaradorlikni oshiradi. Masalan, uyum hajmini aniqlash uchun lazerli skanerlash, dronlar orqali suratga olish, GPS monitoring va uch o‘lchamli modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish mumkin. Ushbu texnologiyalar uyumning real hajmi va shaklini tezkor aniqlash imkonini beradi.

Raqamli modellashtirish orqali uyumning turli qismlaridagi material hajmi, sifat ko‘rsatkichlari va o‘zgarish dinamikasini tahlil qilish mumkin. Natijada materialni qayerdan va qanday ketma-ketlikda olish maqsadga muvofiqligini oldindan belgilash imkoniyati paydo bo‘ladi.

Iqtisodiy samaradorlikni oshirish imkoniyatlari

Uyumni samarali ishlatishdan asosiy maqsadlardan biri ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va mavjud resurslardan yuqori iqtisodiy samara olishdir. Buning uchun uyumning optimal hajmini, texnik vositalar sonini, transport yo‘nalishlarini va ishlash rejimini aniqlash zarur.

Iqtisodiy samaradorlikni baholashda quyidagi ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin:

$$\mathbf{E = (Q \times C) - (C_t + C_e + C_m + C_x)}$$

bu yerda:

E — iqtisodiy samara;
Q — qayta ishlangan yoki foydalanilgan material miqdori;
C — materialning iqtisodiy qiymati;
$\mathbf{C_t}$ — transport xarajatlari;
$\mathbf{C_e}$ — energiya va yoqilg‘i xarajatlari;
$\mathbf{C_m}$ — texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari;
$\mathbf{C_x}$ — boshqa ishlab chiqarish xarajatlari.

Mazkur ko‘rsatkich yordamida turli texnologik variantlarni o‘zaro taqqoslash mumkin. Masalan, uyumni uzoq masofaga ko‘chirish yoki mavjud joyning o‘zida qayta tashkil etish variantlari xarajatlar bo‘yicha solishtiriladi.

Shuningdek, uyumdagi foydali komponentlarning yo‘qotilishini kamaytirish iqtisodiy samaradorlikning muhim manbai hisoblanadi. Agar uyumni ishlatish jarayonida foydali komponentlar bilan bog‘liq yo‘qotishlar kamaytirilsa, qo‘shimcha qazib olish xarajatlarisiz ishlab chiqarish hajmini oshirish mumkin.

Ekologik va xavfsizlik talablari

Uyumni samarali ishlatish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik va mehnat xavfsizligi talablariga ham javob berishi kerak. Uyumdan changlanish, eroziya, materialning sirpanishi yoki ko‘chishi kabi salbiy jarayonlar atrof-muhitga va ishlab chiqarish xavfsizligiga ta’sir qilishi mumkin.

Shu sababli uyumning qiyaliklari barqarorligini muntazam nazorat qilish, suv oqimlarini boshqarish, changlanishni kamaytirish va xavfli hududlarni belgilash talab etiladi. Ishchilar uchun xavfsiz harakatlanish yo‘laklari va texnika harakati zonalari tashkil etilishi kerak.

Xulosa

Uyumni samarali ishlatish rejimini o‘rnatish kompleks yondashuvni talab qiladigan muhim texnologik masalalardan biridir. Uning samaradorligi uyumning geologik va fizik-mexanik xususiyatlari, geometrik parametrlari, materialning sifat ko‘rsatkichlari, texnika vositalarining imkoniyatlari, transport tizimi hamda iqtisodiy va ekologik talablarning o‘zaro uyg‘unligiga bog‘liq.

Samarali rejimni tashkil etish uchun, avvalo, uyumning holatini muntazam monitoring qilish, zaxira va sifat ko‘rsatkichlarini aniq baholash hamda materialni joylashtirish va olish ketma-ketligini ilmiy asosda belgilash lozim. Zamonaviy raqamli texnologiyalar, uch o‘lchamli modellashtirish, GPS, dronlar va avtomatlashtirilgan monitoring tizimlaridan foydalanish boshqaruv sifatini oshirishga yordam beradi.

Uyumni oqilona boshqarish natijasida foydali qazilma yo‘qotishlarini kamaytirish, material sifatini barqarorlashtirish, texnika va transport xarajatlarini optimallashtirish hamda ishlab chiqarishning umumiy samaradorligini oshirish mumkin. Shu bilan birga, ekologik va mehnat xavfsizligi talablariga qat’iy rioya qilish uyumdan foydalanishning ajralmas qismi bo‘lishi kerak.

Shunday qilib, uyumni samarali ishlatish rejimini o‘rnatish nafaqat texnologik jarayonni takomillashtirish, balki korxonaning iqtisodiy barqarorligi, resurslardan oqilona foydalanish va ishlab chiqarish xavfsizligini ta’minlashning muhim omili hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi. — Toshkent: O‘zbekiston, 2022.
2. Raxmonov A.R. Konchilik korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlarini tashkil etish. — Toshkent.
3. Arens V.J. Mining and Mineral Processing Fundamentals. — London.
4. Darling P. SME Mining Engineering Handbook. — Society for Mining, Metallurgy & Exploration.
5. Hartman H.L., Mutmansky J.M. Introductory Mining Engineering. — Wiley.
6. Konchilik korxonalarida foydali qazilmalarni qazib olish va qayta ishlash texnologiyalariga oid o‘quv-uslubiy adabiyotlar.
7. Foydali qazilmalarni qazib olishda mehnat xavfsizligi va atrof-muhit muhofazasi bo‘yicha me’yoriy hujjatlar.

QUDUQ TUBINI VA MAXSULDOR QATLAMNI MEXANIK QUSHIMCHALARDAN TOZALASH

Sultonova Fotima Normurodovna, Ataqulova Dilbar Dusmurodovna, Qurbanov Mingniqul Jumagulovich

Qarshi davlat universiteti , Qarshi 180100, O‘zbekiston,

E-mail: mingniqulqurbanov@gmail.com

fotimasultonova@gmail.com

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annotatsiya: *Maqolada neft va gaz quduqlarining mahsuldorligi pasayib ketishining oldini olish maqsadida kimyoviy reagentlarning ta’siri o’rganilgan. Quduqdagi mavjud barit qatlamining suvda yechilmasligi va uni maxsus kimyoviy reagentlar orqali ychish lozimligi keltirib o‘tilgan. Bu borada kimyoviy reagentlardan NTF va DTPA asosidagi yechimlari va ushbu reagentlarning iqtisodiy samaradorligi keltirib o‘tilgan.*

Kalit so‘zlar: *mahsuldor qatlam, barit, perforatsiya, kollektor, shlam, favvora, bariy sulfat, nitrotrimetilenfosfat, dietilentriaminpentaatsetat.*

Аннотация: *В статье исследовано влияние химических реагентов с целью предотвращения снижения продуктивности нефтяных и газовых скважин. Отмечено, что имеющийся в скважине слой барита не растворяется в воде, поэтому для его удаления необходимо применение специальных химических реагентов. В связи с этим рассмотрены*

растворы на основе химических реагентов NTF и DTPA, а также приведена оценка экономической эффективности применения данных реагентов.

Ключевые слова: *продуктивный пласт, барит, перфорация, коллектор, шлам, фонтан, сульфат бария, нитрилотриметиленфосфонат, диэтилентриаминпентаацетат.*

Abstract: *The article investigates the effect of chemical reagents aimed at preventing a decline in the productivity of oil and gas wells. It is noted that the existing barite deposit in the well is insoluble in water and therefore requires the use of specialized chemical reagents for its removal. In this regard, solutions based on NTF and DTPA chemical reagents are considered, and the economic efficiency of these reagents is evaluated.*

Keywords: *productive formation, barite, perforation, reservoir, sludge, well flow, barium sulfate, nitrilotrimethylenephosphonate, diethylenetriaminepentaacetate.*

Kirish

Neft va gaz qazib chiqarish jarayonida quduqlarning samarali ishlashi, ko’p jihatdan quduqning geologik – texnik tuzilishiga, tozaligi va maxsuldor qatlam g’ovakligiga, kollektorlik ya’ni utkazuvchanlik (porstnost) xususiyatining yuqori xolda saqlanishiga bog’liq. Quduq tubida va maxsuldor qatlamda mexanik, gelsimon qum-gipsli zarrachalar, metal, shlak, parra yoki boshqa chukindi tog’ jinslarining yig’ilishi quduqning ishlash samaradorligini pasaytiradi, quduq oqimiga to’siq bo’ladi bu o’z navbatida kunlik uglevodorodlar qazib chiqarishni kamaytiradi yoki butunlay to’xtatadi. Aksariyat xollarda maxsuldor qatlamni burg’ulash jarayonida og’irlashtirilgan burg’ilash eritmalarining mahsuldor qatlamga utib ketishi qatlamning samaradorlik koeftsentini kamayishiga sabab bo’ladi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Mahsuldor qatlamni ochishning asosiy bosqichlari va xususiyatlari:

Birlamchi ochish (burg‘ilash): qatlamga yetganda burg‘ilash eritmasining zichligi va tarkibi nazorat qilinadi. Asosiy maqsad - qatlamni ifloslanishdan (suyuqlik filtrati yoki qattiq zarrachalar bilan) saqlashdir.

Repressiya va Depressiya: qatlamdagi bosimga qarab, burg‘ilash eritmasi tomonidan qatlamga nisbatan yuqori bosim (repressiya) yoki past bosim (depressiya) qo‘llaniladi.

Ikkilamchi ochish (perforatsiya): Quduq ustuniga sement qoplamasi berilgandan so‘ng, maxsus uskunalar (perforatorlar) yordamida qatlam teshiladi. Bu neft yoki gazning quduqqa oqib kelishini ta'minlaydi.

Quduq tubi zonasini ishlov berish: ochilgan qatlam zonasini kislotali ishlov berish yoki boshqa intensivlashtirish usullari orqali g‘ovaklikni saqlash va filtratsiya xususiyatlarini oshirish.

Asosiy muammolar va yechimlar:

1. Qatlamning ifloslanishi**:** Burg‘ilash eritmasi filtratining qatlamga kirib borishi. yechim: maxsus yuvish suyuqliklari va tamponaj materiallarini to‘g‘ri tanlash.

2. Mexanik ifloslanish**:** Quduq tubida to‘plangan jins qirindilari va gelsimon moddalar. yechim: quduqni o‘zlashtirish va tozalash.

3.Qatlamning mustahkamligi: Quduq konstruksiyasini (filtr, himoya tizmasi) to‘g‘ri loyihalash.

Mahsuldor qatlamni to‘g‘ri ochish quduqning mahsuldorligini va neft-gaz konining umumiy samaradorligini ta'minlaydi.

Muhokama. Neft quduqlarida neftning parafinli aromatik uglevodorodlari zarrachalar bilan birikib maxsuldor qatlam oqimi yo'lini yopib qoladi. Bu quduq ishlash rejimining buzilishiga ya'ni favvorali ishlash rejimidan mexanik ishlash rejimiga o'tadi. Yoki maxsulot berishdan butunlay tuxtaydi. Xuddi shunga misol tariqasida Shakarbuloq konining boshlang'ich qatlam bosimi 395 kgs/sm² ni, bugungi kundagi qatlam bosimi 300 kgs/sm² ni tashkil qiladi. Konda umumiy quduqlar fondi 32 ta bo'lib shundan hozirgi kunda 5 ta quduqdan neft mahsuloti qazib chiqarilmoqda. Ushbu 5 ta quduqning 4 tasi tebratma dastgox va chuqurlik nasoslari yordamida ishlatilmoqda va 1 tasi favvora rejimida ishlatilmoqda. Quduqdan kelayotgan maxsulot oqimining kamayishi, suyuqlik satxining tushib ketishiga sabab bo'lmoqda. Bunday xolatda neft quduqlari vaqti-vaqti bilan tuxtatilib (peradresatsiya rejimga), quduq stvolida suyuqlik satxi ko'tarilgandan so'ng ishlatilmoqda. Vaxolanki konning qatlam bosimi 300 kgs/sm² ni tashkil etadi. [4-5**]**

Natijalar. Quduq tubini va maxsuldor qatlamni mexanik qushimchalardan tozalash – neft va gaz qazib chiqarishda muhim texnik-ekspluatatsion masaladir. Ushbu jarayon nafaqat quduqning samarador ishlashini ta'minlaydi, balki uning uzoq muddatli ishlash qobiliyatini ham oshiradi. Zamonaviy tozalash usullarini to'g'ri tanlash va o'z vaqtida amalga oshirish orqali ishlab chiqarish xavfsizligi va iqtisodiy samaradorlikni ta'minlash mumkin.

Quduq tubida hamda maxsuldor qatlamda barit chukmasining yig'ilishi natijasida qatlamning o'tkazuvchanlik xususiyatining yuqolishi muammosining moxiyati shundan iboratki, barit suvda erimaydigan, kimyoviy jixatdan inert modda. U maxsuldor qatlam perforatsiya kanallarini berkitadi, qatlam oqimining filtratsiya qobilyatini kamaytiradi. Kollektorning tabiiy xossalarini yomonlashtiradi. Shuning uchun ishlab chiqarish jarayonida barit shlamlarini yoki qatlamni to'sgan barit qatlamlarini eritish uchun maxsus kimyoviy reagentlar va texnologik usullar qullaniladi.

Xulosa. Baritning suvda yaxshi erimasligi uni kimyoviy reagentlar orqali kompleks reaktsiyalarga kiritishni talab etadi. Barit bilan to'sib qo'yilgan maxsuldor qatlamni qayta ochish – quduqni qayta tiklashda muhim texnik tadbirlardan biridir NTF va DTPA asosidagi yechimlar, yuqori harorat va bosimda ishlatilishi qatlam ochilish samaradorligini oshiradi. Bu usullarni o'z vaqtida va to'g'ri amalga oshirish orqali quduqlarning iqtisodiy samaradorligi tiklanadi va ishlab chiqarish qayta faollashtiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

[1]. Sultonova F.N., D.D.Ataqulova., M.J.Qurbanov., L.Sh.Bozorova., Quduq tubi va mahsuldor qatlamni ochishda kimyoviy reagentlarning roli Development of science. Volume1.ISSN-3030-3907 Sentabr 2025/9 255-256 bet.

[2]. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров Изучение ингибирующих свойств 2, 7диметил-2, 7-дицианид-3, 6-диазаоктана. Universum: технические науки 5-4 (86). Москва 2021. стр 16-19.

[3]. Атакулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. "Фан ва технологиялар тараққиёти" Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.

[4]. Атакулова, Д. Д., & Абдувалиев, С. А. Использование ингибиторов коррозии металлов. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 2023. 938-942 ст.

[5]. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

[6]. Bozorova L.Sh., Qurbanov M.J., Yuqori oltingugurtli neftning bitumgacha bo'lgan fraksiyasidan arenotiofenlarni ajratish // "Neft va gaz kompleksida burg'ulash, qazib olish va qayta ishlash jarayonlarining zamonaviy texnologiyalari" mavzusidagi respublika ilmiy-texnik anjuman materiallar to'plami. Qarshi, 2018. -173-175 b.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУГОТОВОГО СЫРЬЯ (ТЯЖЁЛАЯ НАФТА, ЛЁГКАЯ НАФТА И РИФОРМАТ) БУХАРСКОГО НПЗ

Фазилов Акбар Алишерович, Ражабова Зарина Амруллоевна, Нурханов Алишер Алимович
Институт общей и неорганической химии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В работе представлены результаты комплексного исследования физико-химических свойств и углеводородного состава полуготового сырья Бухарского нефтеперерабатывающего завода (БНПЗ): лёгкой нафты, тяжёлой нафты и риформата каталитического риформинга. Установлено, что лёгкая нафта характеризуется низкой детонационной стойкостью (RON = 74,2) и преобладанием парафиновых углеводородов (н-парафины — 41,16 % масс., изопарафины — 39,89 % масс.), что ограничивает её самостоятельное использование в производстве высокооктановых бензинов. Тяжёлая нафта обладает низким октановым числом (RON = 61,7), но высоким содержанием нафтеновых углеводородов (28,65 % масс.), что определяет её ценность как сырья каталитического риформинга. Риформат характеризуется высоким RON (99,9) и значительным содержанием ароматических углеводородов (73,36 % масс.), что обеспечивает его высокий антидетонационный потенциал, но ограничивает долю в товарном бензине вследствие экологических требований. Проведён сравнительный анализ компонентов бензинового пула БНПЗ с мировыми аналогами. Полученные данные создают основу для разработки рациональных композиций высокооктановых автомобильных бензинов.*

Ключевые слова: *лёгкая нафта, тяжёлая нафта, риформат, углеводородный состав, октановое число, каталитический риформинг.*

Abstract. *The paper presents the results of a comprehensive study of the physicochemical properties and hydrocarbon composition of semi-finished raw materials of the Bukhara Refinery: light naphtha, heavy naphtha, and catalytic reforming reformate. It has been established that light naphtha is characterized by low detonation resistance (RON = 74.2) and a predominance of paraffinic hydrocarbons (n-paraffins — 41.16 wt.%, isoparaffins — 39.89 wt.%), which limits its independent use in the production of high-octane gasoline. Heavy naphtha has a low octane number (RON = 61.7) but a high content of naphthenic hydrocarbons (28.65 wt.%), which determines its value as a feedstock for catalytic reforming. Reformate is characterized by a high RON (99.9) and a significant content of aromatic hydrocarbons (73.36 wt.%), which provides its high anti-knock potential but limits its share in commercial gasoline due to environmental requirements. A comparative analysis of the Bukhara Refinery gasoline pool components with world analogues has been carried out. The obtained data provide a basis for developing rational compositions of high-octane automotive gasoline.*

Keywords: *light naphtha, heavy naphtha, reformate, hydrocarbon composition, octane number, catalytic reforming.*

Annotatsiya. *Ishda Buxoro neftni qayta ishlash zavodining yarim tayyor xom ashyosi: yengil nafta, og‘ir nafta va katalitik riforming riformatining fizik-kimyoviy xossalari va uglevodorod tarkibini kompleks o‘rganish natijalari keltirilgan. Yengil nafta past detonatsion bardoshlilikka (RON = 74,2) va parafin uglevodorodlarining ustunligiga (n-parafinlar — 41,16 % mass., izoparafinlar — 39,89 % mass.) ega ekanligi aniqlandi, bu uning yuqori oktanli benzin ishlab chiqarishda mustaqil foydalanishini cheklaydi. Og‘ir nafta past oktan soniga (RON = 61,7) ega, ammo naften uglevodorodlarining yuqori miqdori (28,65 % mass.) bilan ajralib turadi, bu uning katalitik riforming xom ashyosi sifatidagi qiymatini belgilaydi. Riformat yuqori RON (99,9) va aromatik uglevodorodlarning sezilarli miqdori (73,36 % mass.) bilan tavsiflanadi, bu uning yuqori antidetonatsion salohiyatini ta’minlaydi, ammo ekologik talablar tufayli tovar benzinidagi ulushini cheklaydi. Buxoro NZ benzin fondi komponentlarining jahon analoglari bilan qiyosiy tahlili o‘tkazildi. Olingan ma’lumotlar yuqori oktanli avtomobil benzinlarining ratsional kompozitsiyalarini ishlab chiqish uchun asos yaratadi.*

Kalit so‘zlar: *yengil nafta, og‘ir nafta, riformat, uglevodorod tarkibi, oktan soni, katalitik reforming.*

Введение.

Одним из определяющих факторов обеспечения стабильного производства высокооктановых автомобильных бензинов является рациональный подбор компонентов бензинового пула, формирующих требуемые антидетонационные, эксплуатационные и экологические характеристики топлива. Современный бензиновый пул нефтеперерабатывающего завода представляет собой сложную многокомпонентную систему, включающую продукты различных технологических процессов — каталитического риформинга, изомеризации, алкилирования, каталитического крекинга, а также прямогонные фракции. Каждый из этих компонентов вносит свой вклад в формирование детонационной стойкости товарного бензина, при этом их соотношение определяется как технологическими возможностями предприятия, так и действующими нормативными ограничениями по содержанию бензола, ароматических углеводородов, олефинов и серы.

В условиях ужесточения экологических требований, регламентируемых стандартами Евро-5/Евро-6, EN 228 и национальным стандартом O‘z DSt 3031:2015, традиционные подходы к повышению октанового числа за счёт увеличения доли высокоароматических компонентов становятся всё менее применимыми. Ограничение содержания бензола до 1,0 % об. и суммарных ароматических углеводородов до 35 % об. существенно сокращает возможность использования риформата в качестве основного высокооктанового компонента, что приводит к возникновению так называемого «октанового дефицита» — разрыва между требуемым и фактически достижимым октановым числом базового бензинового пула.

Для Бухарского нефтеперерабатывающего завода (БНПЗ) эта проблема приобретает особую остроту, поскольку действующая технологическая схема предприятия характеризуется ограниченным набором вторичных процессов. В частности, на БНПЗ отсутствуют установки изомеризации лёгких бензиновых фракций, алкилирования и глубокого каталитического крекинга, что существенно ограничивает возможности получения высокооктановых компонентов традиционными методами. В этих условиях детонационная стойкость товарных бензинов в значительной степени определяется соотношением риформата каталитического риформинга и лёгкой нафты, при этом вовлечение лёгкой нафты приводит к снижению средневзвешенного октанового числа бензиновой смеси.

В связи с этим особое значение приобретает всестороннее исследование физико-химических свойств бензиновых фракций, используемых в процессах компаундирования, а также оценка их влияния на формирование детонационной стойкости товарного бензина. Понимание углеводородного состава и антидетонационных характеристик каждого компонента бензинового пула позволяет научно обоснованно подходить к выбору рациональных рецептур топлива и определять направления компенсации существующего октанового дефицита.

Целью настоящей работы является изучение физико-химических свойств и углеводородного состава полуготового сырья БНПЗ — лёгкой нафты, тяжёлой нафты и риформата каталитического риформинга. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определение плотности, фракционного состава, давления насыщенных паров и содержания серы исследуемых образцов; анализ группового углеводородного состава (PIONA) методом газохроматографии; определение исследовательского (RON) и моторного (MON) октановых чисел; сравнительный анализ полученных характеристик с мировыми аналогами и оценка пригодности каждого компонента для производства высокооктановых автомобильных бензинов.

Материалы и методы.

Объектами исследования являлись основные компоненты бензинового пула БНПЗ: лёгкая нафта, тяжёлая нафта и риформат каталитического риформинга. Определение физико-химических характеристик проводилось с использованием стандартных методов: плотность — ASTM D4052 (денситометр Anton Paar DMA 5000M), фракционный состав — ASTM D86 (аппарат ADA5000), давление насыщенных паров — ASTM D5191 (Eravap Vapor Pressure Analyzer), содержание серы — ASTM D2622 и ASTM D5453, углеводородный состав —

газохроматографический анализ (ASTM D6228, IFP 9301). Октановые числа (RON, MON) определялись по ASTM D2699 и ASTM D2700.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования физико-химических характеристик компонентов бензинового пула БНПЗ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика бензиновых фракций Бухарского НПЗ

оказатель	ёгкая нафта	яжёлая нафта	иформат
лотность при 15 °C, см³	6657	7546	8094
ON	4,2	,7	9,9
ON	2,3	3,5	9,7
-Парафины, % масс.	,16	2,04	16
зопарафины, % масс.	9,89	5,80	7,48
афтены, % масс.	3,14	3,65	94
роматические леводороды, % масс.	81	3,51	3,36

Анализ данных таблицы 1 показывает, что плотность компонентов возрастает в ряду: лёгкая нафта < тяжёлая нафта < риформат, что обусловлено различиями в углеводородном составе. Лёгкая нафта обогащена парафиновыми углеводородами C_5–C_6, тогда как риформат содержит преимущественно ароматические углеводороды C_7–C_8.

Лёгкая нафта характеризуется низким RON (74,2) и высоким содержанием н-парафинов (41,16 % масс.) и изопарафинов (39,89 % масс.). Низкое содержание ароматики (5,81 % масс.) и нафтенов (13,14 % масс.) определяет её недостаточную детонационную стойкость, что исключает самостоятельное использование при производстве бензинов АИ-92 и АИ-95.

Тяжёлая нафта обладает низким RON (61,7), но высоким содержанием нафтеновых углеводородов (28,65 % масс.), которые в процессе каталитического риформинга подвергаются дегидрированию с образованием ароматических соединений. Это определяет её ценность как сырья для получения высокооктанового риформата.

Риформат характеризуется высоким RON (99,9) и значительным содержанием ароматических углеводородов (73,36 % масс.), что обеспечивает его высокий антидетонационный потенциал. Однако повышенное содержание ароматики ограничивает возможность увеличения его доли в товарном бензине вследствие требований O‘z DSt 3031:2015 по содержанию бензола и суммарных ароматических углеводородов.

Сравнительный анализ компонентов бензинового пула БНПЗ с мировыми данными показал, что риформат БНПЗ характеризуется повышенным содержанием ароматики (73,36 % масс.) по сравнению с типичными значениями (60–70 % масс.), что связано с жёстким режимом риформинга. Это создаёт как преимущество (высокий RON), так и ограничение (невозможность увеличения доли в товарном бензине).

Заключение

Проведено комплексное исследование физико-химических свойств и углеводородного состава полуготового сырья Бухарского НПЗ. Установлено, что ни один из рассмотренных компонентов не способен самостоятельно обеспечить требуемый уровень детонационной стойкости и соответствие современным требованиям к составу автомобильных бензинов. Лёгкая нафта характеризуется низким RON, но благоприятным для октаноповышающих компонентов составом; тяжёлая нафта является ценным сырьём риформинга благодаря высокому содержанию нафтенов; риформат обладает высоким RON, но ограничен по доле в товарном бензине из-за повышенной ароматики. Полученные данные создают основу для разработки рациональной композиционной системы на основе МТБЭ и ММА.

Список литературы

[1]. Фазилов А.А. Разработка композиции октаноповышающих компонентов на основе МТБЭ и ММА для получения высокооктанового автомобильного бензина: дис. … PhD по техн. наукам. — Ташкент, 2026. — 115 с.

[2]. Abdellatif T. M. M., Ershov M. A., Savelenko V. D. et al. Advanced progress and prospects for producing high-octane gasoline fuel toward market development: state-of-the-art and outlook // Energy & Fuels. — 2023. — Vol. 37, № 23. — P. 18266–18290.

[3]. Badra J., Alowaid F., Alhussaini A. et al. Understanding of the octane response of gasoline/MTBE blends // Fuel. — 2022. — Vol. 318. — Art. 123647.

[4]. O‘z DSt 3031:2015. Моторное топливо. Бензин неэтилированный. Технические условия. — Ташкент: Узстандарт, 2015. — 18 с.

FOYDALI QAZILMA KONLARINI YER OSTI USULIDA QAZIB OLISHDA QAZILGAN BO‘SHLIQNI TO‘LDIRIB QAZIB OLISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Avazov Adxambek Nurilla o‘g‘li [1]Qarshiboyev Sunnat Rustambekovich [2]To‘ychiboyev Zaxriddin Ilhom o‘g‘li [3]

[1] Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy 210100, Uzbekistan, E-mail: adxambekavazov@gmail.com

[2] Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy 210100, Uzbekistan, E-mail: qarshiboyev0528@gmail.com

[3] Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy 210100, Uzbekistan, E-mail: ztuychiboyev9525@mail.ru

Abstract. This article analyzes the geomechanical, technological, and techno-economic aspects of the backfill mining technology used for the underground extraction of mineral deposits. Prolonged exposure of mined-out voids may lead to stress redistribution within the rock mass, deformation, rock mass failure, and an increased risk of falls and collapses. Therefore, timely backfilling of mined-out voids is considered an important means of improving rock mass stability, reducing the required volume of protective pillars, minimizing mineral losses, and enhancing operational safety.The study examines the selection of backfill materials, their preparation and underground transportation, the sequence of backfilling operations, the load-bearing capacity of the backfilled mass, and its compatibility with the mining process.

Keywords: Underground mining, backfill mining system, mined-out void, backfill material, rock pressure, rock mass, rock mass stability, stress–strain state, protective pillars, mineral losses, cement-based grout, deep underground mines, geomechanical condition, Zarmitan mine, Gujumsoy mine.

Аннотация. В статье анализируются геомеханические, технологические и технико-экономические аспекты технологии подземной разработки месторождений полезных ископаемых с закладкой выработанного пространства. Длительное оставление выработанного пространства в открытом состоянии может приводить к перераспределению напряжений в массиве горных пород, развитию деформаций, обрушениям и повышению риска проявлений горного давления. В связи с этим своевременная закладка выработанного пространства рассматривается как важное средство повышения устойчивости массива горных пород, уменьшения объёма охранных целиков, снижения потерь полезного ископаемого и повышения безопасности горных работ.

Ключевые слова: Подземные горные работы, система разработки с закладкой выработанного пространства, выработанное пространство, закладочный материал, горное давление, массив горных пород, устойчивость массива, напряжённо-деформированное состояние, охранные целики, потери полезного ископаемого, цементная смесь, глубокие рудники, геомеханическое состояние, рудник Зарми-тан, рудник Гужумсой.

Annotatsiya. Ushbu maqolada foydali qazilma konlarini yer osti usulida qazib olishda qazilgan bo‘shliqni to‘ldirib qazib olish texnologiyasining geomexanik, texnologik va texnik-iqtisodiy jihatlari tahlil qilinadi. Qazib olingan bo‘shliqning uzoq vaqt ochiq qolishi tog‘ jinslari massivida kuchlanishlarning qayta taqsimlanishi, deformatsiya, o‘pirilish va qulash xavfining ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois bo‘shliqni o‘z vaqtida to‘ldirish massivning barqarorligini oshirish, muhofaza ustunlari hajmini kamaytirish, foydali qazilma yo‘qotilishini pasaytirish va ish xavfsizligini yaxshilashning muhim vositasi sifatida qaraladi.

Kalit so‘zlar: Yer osti kon ishlari, to‘ldirib qazib olish tizimi, qazilgan bo‘shliq, to‘ldiruvchi material, kon bosimi, tog‘ jinslari massivi, massivning barqarorligi, kuchlanish-deformatsiya holati, muhofaza ustunlari, foydali qazilma yo‘qotilishi, sement qorishmasi, chuqur konlar, geomexanik holat, Zarmitan koni, G‘ujumsoy koni.

Kirish. Xalqaro ilmiy adabiyotlarda to‘ldiruvchi materialning mustahkamligi, qotish vaqti, o‘z og‘irligi ta’sirida zichlashishi hamda bo‘shliq devorlari bilan o‘zaro ta’siri asosiy loyihalash mezonlari sifatida ko‘rsatilgan [1–4].O‘zbekiston sharoitida mazkur masala ayniqsa dolzarb. Navoiy kon-metallurgiya kombinatining yer osti konlarida qimmatbaho metallarga boy ma’danlarni chuqur gorizontlardan qazib olish ishlari kengayib bormoqda. Rasmiy ma’lumotlarda Zarmitan va G‘ujumsoy konlari Janubiy kon boshqarmasining yirik yer osti konlari sifatida ko‘rsatiladi. Zarmitan konida 1000 metr chuqurlikdagi shaxta stvollari ishga tushirilgan bo‘lib, bu quyi gorizontlarni o‘zlashtirish imkoniyatlarini kengaytiradi. G‘ujumsoy konida esa qazilgan bo‘shliqlarni sement qorishmasi bilan to‘ldirishga mo‘ljallangan texnologik majmua amalda qo‘llanilmoqda [5–8].

Materiallar va tadqiqot usullari

Tadqiqotda tizimli tahlil, taqqoslash, geomexanik baholash, texnologik sxemalarni tahlil qilish va amaldagi konchilik korxonalarining ochiq rasmiy ma’lumotlarini umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan to‘ldirilgan massivning mexanik xususiyatlari, qazilgan bo‘shliq devorlariga tushadigan yuklar va to‘ldiruvchi material bilan massivning o‘zaro ta’siri haqidagi natijalar O‘zbekiston sharoitiga moslashtirib tahlil qilindi.

To‘ldirish tizimini baholashda quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar qabul qilindi: bo‘shliqning to‘ldirilish darajasi, to‘ldiruvchi materialning zichligi, siqilishga mustahkamligi, qotish muddati, materialni yetkazib berish masofasi, to‘ldirish tezligi, qazib olish kamerasining o‘lchamlari, foydali qazilma yo‘qotilishi va suyultirilish darajasi. To‘ldirish darajasi quyidagi ifoda orqali baholanishi mumkin:

$$\eta_t = Vt/V_q * 100\ \%$$

bu yerda: η_t- bo‘shliqning to‘ldirilish darajasi; V_q-joylashtirilgan to‘ldiruvchi material hajmi; V_q - qazilgan bo‘shliqning umumiy hajmi.

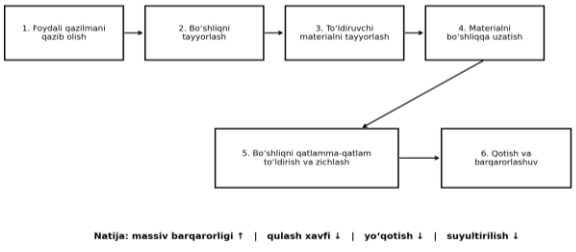
To‘ldirish materialining massa bo‘yicha sarfi esa quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$M_m = \rho_m \cdot V_m$$

bu yerda: M_m -to‘ldiruvchi material massasi; ρ_m -uning o‘rtacha zichligi; V_m -bo‘shliqqa joylashtirilgan hajm.

Texnologik jarayonning umumiy sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Qazib olishdan keyin bo‘shliqni tayyorlash, materialni tayyorlash va uzatish, bo‘shliqni qatlamlar bo‘yicha to‘ldirish hamda qotish jarayonlari bir-biri bilan uzviy bog‘liq. Jarayonlarning biridagi kechikish keyingi qazib olish bosqichining boshlanish muddatiga ta’sir qiladi.

1-rasm. Qazilgan bo‘shliqni to‘ldirib qazib olishning umumiy texnologik ketma-ketligi



1-jadval. Qazilgan bo‘shliqni to‘ldirish uchun materiallarni tanlash mezonlari

Mezon	Past talab	Maqbul holat	Yuqori talab
Mustahkamlik	Faqat hajmni egallash	Barqaror tayanch	Yuqori yukni qabul qilish
Zichlik	Bo‘sh tuzilma	Bir tekis zichlashuv	Yuqori zichlashuv
Qotish muddati	Uzoq	Rejalashtirilgan muddatda	Tez
Yetkazish	Murakkab	Barqaror	Uzluksiz
Iqtisodiylik	Arzon, ammo samarasiz	Texnik va iqtisodiy muvozanat	Qimmat, maxsus sharoit uchun

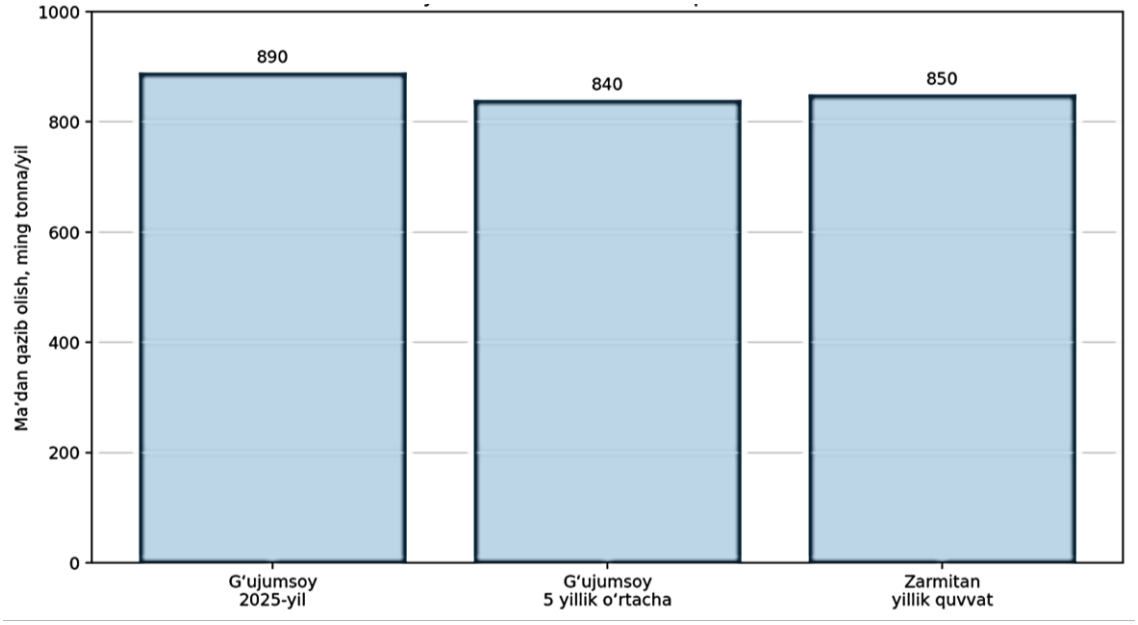
Natijalar

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, to‘ldirib qazib olish tizimining samaradorligi uchta asosiy vazifaning birgalikda bajarilishiga bog‘liq: birinchidan, qazilgan bo‘shliqni barqarorlashtirish; ikkinchidan, foydali qazilmani yuqori darajada ajratib olish; uchinchidan, ishlab chiqarish va ekologik xarajatlarni maqbul darajada saqlash. To‘ldiruvchi materialning mustahkamligi bo‘shliqdagi vazifasiga qarab tanlanishi kerak. Faqat bo‘shliqni to‘ldirish uchun talab qilinadigan xususiyat bilan qo‘shni kameralarni qazib olishda tayanch vazifasini bajaradigan materialga qo‘yiladigan talab bir xil emas [1–4].

Zarmitan va G‘ujumsoy konlarining hozirgi holati O‘zbekistonda yer osti qazib olishning chuqurlashib, texnik jihatdan murakkablashib borayotganini ko‘rsatadi. NKMKning 2026-yil iyul oyidagi rasmiy xabarida G‘ujumsoy konida 2025-yilda 890 ming tonna ma’dan qazib olingani, so‘nggi besh yilda esa 4,2 million tonna ma’dan qazib olingani qayd etilgan. Shuningdek, qazilgan tog‘ jinslaridan keyin hosil bo‘ladigan yer osti bo‘shliqlarini sement qorishmasi bilan to‘ldirish uchun uchta qurilmadan foydalanilayotgani ma’lum qilingan [5].

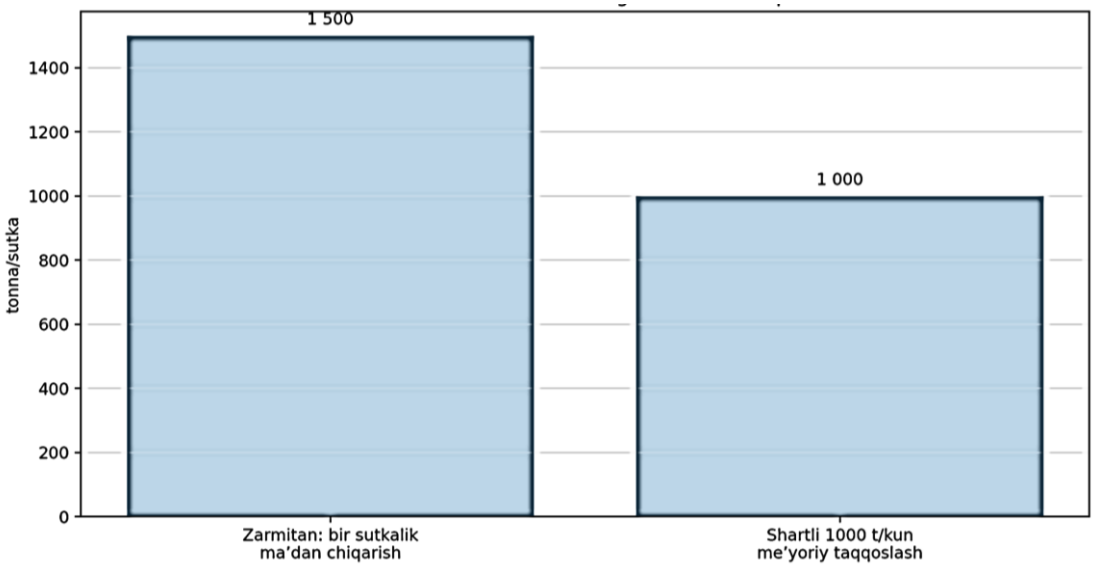
Zarmitan konida esa 2025-yil noyabr oyidagi rasmiy ma’lumotlarga ko‘ra, diametri 6,5 metr va chuqurligi 1000 metr bo‘lgan “Skipli” stvol ishga tushirilgan, “Asosiy” stvol chuqurligi ham 1000 metrga yetkazilgan. Markazlashtirilgan ma’dan chiqarish tizimi orqali bir sutkada 1500 tonnagacha ma’dan yer yuzasiga olib chiqilayotgani qayd etilgan. 2026-yilgi rasmiy materiallarda Zarmitan konida ma’dan qazib olish hajmini 850 ming tonnaga yetkazish rejalari ham keltirilgan [6, 9].

2-rasm. NKMK yer osti konlarida ma’dan qazib olish ko‘rsatkichlari



Izoh: grafikdagi 840 ming tonna — G‘ujumsoy konining so‘nggi besh yildagi 4,2 mln tonna umumiy qazib olish hajmidan hisoblangan o‘rtacha yillik qiymat. Ma’lumotlar rasmiy NKMK materiallaridan olindi.

3-rasm. Zarmitan konida markazlashtirilgan ma’dan chiqarish ko‘rsatkichi



2-jadval. O‘zbekiston yer osti konlarining maqolada tahlil qilingan hozirgi holati

Kon	Hudud	Asosiy ko‘rsatkich	To‘ldirish holati	Texnologik ahamiyati
Zarmitan	Samarqand viloyati, Qo‘shrabot tumani	Stvollar 1000 m; 1500 t/sutka markaziy chiqarish	Chuqur gorizontlarni o‘zlashtirish sharoitida bo‘shliq barqarorligi muhim	Chuqurlashuv, tashish va xavfsizlikni birgalikda boshqarish
G‘ujumsoy	Samarqand viloyati, Qo‘shrabot tumani	2025-yil: 890 ming t; 46 ta o‘ziyurar texnika	Sement qorishmasi bilan to‘ldirish qurilmalari — 3 ta	Bo‘shliqni barqarorlashtirish va qo‘shni bloklarni xavfsiz qazish

Muhokama

Ilmiy adabiyotlar tahlili to‘ldiruvchi materialning talab qilinadigan mustahkamligi uning vazifasiga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Agar material faqat qazilgan hajmni to‘ldirish va qulash xavfini kamaytirish uchun ishlatilsa, talab qilinadigan mustahkamlik nisbatan past bo‘lishi mumkin. Agar keyingi bosqichda qo‘shni kamerani qazish yoki muhofaza ustunini qisman olib tashlash rejalashtirilsa, to‘ldirilgan massivning mustahkamligi va deformatsiyaga chidamliligiga talab ortadi [1].O‘zbekiston konlari uchun muhim masala — mahalliy xomashyodan to‘ldiruvchi material tayyorlashdir. Boyitish chiqindilari, maydalangan tog‘ jinslari va boshqa texnogen materiallardan foydalanish imkoniyati iqtisodiy samaradorlikni oshirishi mumkin. Biroq har bir materialning mineralogik tarkibi, namligi, zarracha o‘lchami, bog‘lovchi bilan reaksiyasi va uzoq muddatli mustahkamligi laboratoriya hamda tajriba-sanoat sinovlari orqali tekshirilishi kerak.

O‘zbekiston sharoitida to‘ldirib qazib olish tizimini yanada takomillashtirishning uchta ustuvor yo‘nalishi mavjud:

1) mahalliy to‘ldiruvchi materiallarning tarkibi va mustahkamligini standartlashtirish;

2) qazib olish va to‘ldirish jarayonlarini vaqt bo‘yicha muvofiqlashtirish;

3) massivning deformatsiyasi, to‘ldirilgan bo‘shliqning holati va xavfli zonalarni kuzatishni

raqamli nazorat vositalari bilan bog‘lash.

3-jadval. To‘ldirib qazib olish tizimini tanlash uchun tavsiya etiladigan mezonlar

Ko‘rsatkich	Past daraja	O‘rta daraja	Yuqori daraja
Massiv darzlanganligi	Oddiy mustahkamlash yetarli	To‘ldirish maqsadga muvofiq	To‘ldirish ustuvor
Qazib olish chuqurligi	Sayoz	O‘rta	Chuqur gorizont
Bo‘shliqning saqlanish vaqti	Qisqa	O‘rta	Uzoq
Foydali qazilma yo‘qotilishi	Kam	O‘rta	Yuqori
Tektonik buzilishlar	Kam	Mahalliy	Keng tarqalgan
Yer sathiga ta’sir	Past	Nazorat talab etadi	To‘ldirish zarurati yuqori

Xulosa

1. Foydali qazilma konlarini yer osti usulida qazib olishda qazilgan bo‘shliqni to‘ldirib qazib olish chuqur, murakkab geologik va geomexanik sharoitlarda massiv barqarorligini boshqarishning samarali usullaridan biridir.

2. To‘ldirish jarayonining samaradorligi to‘ldiruvchi materialning mustahkamligi, zichligi, qotish muddati, bo‘shliqni to‘ldirish darajasi va qazib olish jarayoni bilan o‘zaro muvofiqligiga bog‘liq.

3. G‘ujumsoy konida qazilgan bo‘shliqlarni sement qorishmasi bilan to‘ldirish uchun uchta qurilmaning qo‘llanilayotgani O‘zbekiston yer osti konchiligida ushbu texnologiyaning amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

4. Zarmitan konida shaxta stvollarining 1000 metr chuqurlikkacha yetkazilishi va quyi gorizontlarni o‘zlashtirishning davom etishi qazilgan bo‘shliq barqarorligini boshqarish masalasini yanada dolzarb qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] .Belem T., Benzaazoua M. Design and Application of Underground Mine Paste Backfill Technology // Geotechnical and Geological Engineering. — 2008. — Vol. 26, No. 2. — P. 147–174. — DOI: 10.1007/s10706-007-9154-3.

[2].Belem T., Benzaazoua M., Bussière B. Mechanical behaviour of cemented paste backfill // Proceedings of the 53rd Canadian Geotechnical Conference. — Montreal, 2000. — P. 373–380.

[3].Benzaazoua M., Fall M., Belem T. A contribution to understanding the hardening process of cemented pastefill // Minerals Engineering. — 2004. — Vol. 17, No. 2. — P. 141–152. — DOI: 10.1016/j.mineng.2003.10.022.

KISLOTALI ISHLOVDAN KEYINGI SKIN-FAKTOR BO‘YICHA STIMULYATSIYA RADIUSINI TESKARI ANIQLASH USULI

Samatov Sherzod Shavkatovich[1], Maxmudov Sardor Isomiddin o‘g‘li[2]
[1]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com
[2]Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston,
E-mail: sardormahmudov420@gmail.com

Abstract. Acidizing performance is commonly evaluated through production increase or reduction of the skin factor, but linking these indicators to the modified geometry of the near-wellbore zone is practically important. This study derives an inverse relation between post-stimulation skin and an effective stimulation radius using a two-zone radial-flow model. For an illustrative well radius

of 0.1 m and a stimulated-zone permeability ten times the undisturbed formation permeability, skin values of -1, -2 and -3 correspond to effective radii of approximately 0.30, 0.92 and 2.80 m, respectively. The method allows the skin factor to be interpreted not only as an end-point performance metric but also as a diagnostic parameter for estimating the hydraulically modified near-wellbore volume.
Keywords: skin factor, stimulation radius, carbonate reservoir, acidizing, inverse problem, near-wellbore zone.

Аннотация. Эффективность кислотной обработки обычно оценивают по приросту дебита или снижению скин-фактора, однако важно связать эти показатели с измененной геометрией призабойной зоны. В работе на основе двухзонной радиальной модели получена обратная зависимость для определения эффективного радиуса стимуляции по постобработочному скин-фактору. При радиусе скважины 0,1 м и проницаемости обработанной зоны, в десять раз превышающей проницаемость пласта, значения скин-фактора -1, -2 и -3 соответствуют эффективным радиусам примерно 0,30; 0,92 и 2,80 м. Метод позволяет интерпретировать скин-фактор не только как итоговый показатель эффективности, но и как диагностический параметр гидравлически измененного объема призабойной зоны.
Ключевые слова: скин-фактор, радиус стимуляции, карбонатный коллектор, кислотная обработка, обратная задача, призабойная зона.

Annotatsiya. Kislotali ishlov samaradorligi ko‘pincha debit o‘sishi yoki skin-faktorning kamayishi bilan baholanadi, biroq bu ko‘rsatkichlarni quduq atrofi zonasidagi o‘zgargan geometriya bilan bog‘lash amaliy jihatdan muhim. Ishda ikki zonali radial filtratsiya modeli asosida post-stimulyatsiya skin-faktordan samarali stimulyatsiya radiusini teskari aniqlash formulasi taklif qilindi. Hisobiy misolda quduq radiusi 0,1 m bo‘lganda va stimulyatsiyalangan zona o‘tkazuvchanligi qatlamnikidan 10 marta katta deb olinsa, skin -1, -2 va -3 qiymatlariga mos samarali radiuslar mos ravishda 0,30; 0,92 va 2,80 m ni tashkil etdi. Usul skin-faktorni faqat yakuniy ko‘rsatkich emas, balki quduq atrofi zonasining o‘zgargan hajmini diagnostika qiluvchi parametr sifatida talqin qilish imkonini beradi.
Kalit so‘zlar: skin-faktor, stimulyatsiya radiusi, karbonat kollektor, kislotali ishlov, teskari masala, quduq atrofi zonasi.

Kirish. Matritsali kislotali ishlovning amaliy natijasi quduq atrofi zonasidagi qo‘shimcha bosim yo‘qotishining kamayishi bilan namoyon bo‘ladi. Bu o‘zgarish ko‘pincha skin-faktor orqali ifodalanadi. Real vaqt monitoringi bo‘yicha tadqiqotlar skin-faktorning ishlov davomida evolyutsiyasini bosim va sarf ma’lumotlari orqali kuzatish mumkinligini ko‘rsatadi [1-3]. Karbonat kollektorlarida radial wormhole modeli post-stimulyatsiya skinini ishlov geometriyasi bilan bog‘lashga imkon beradi [4,5]. Shu bilan birga, amaliy hisobotlarda ko‘pincha skinning yakuniy qiymati beriladi, lekin undan stimulyatsiyalangan zonaning samarali radiusi bevosita chiqarilmaydi.

Mazkur ishning maqsadi ikki zonali radial filtratsiya modelida post-stimulyatsiya skin-faktor va o‘tkazuvchanlik kontrasti ma’lum bo‘lganda stimulyatsiya radiusini teskari aniqlashdir. Bunday yondashuv quduq sinovi, build-up yoki ish jarayonidagi bosim-sarf diagnostikasi bilan geologik modelni bog‘lash uchun qulay [2,6].

Ikki zonali radial model.

Quduq radiusi r_w, stimulyatsiyalangan zona radiusi r_a, uning o‘tkazuvchanligi k_a va o‘zgarmagan qatlam o‘tkazuvchanligi k deb olinsin. Ichki zonaning qo‘shimcha filtratsion qarshiligiga ekvivalent skin quyidagicha yoziladi [7-11]:

$$s_a = \left(\frac{k}{k_a} - 1\right) \ln\left(\frac{r_a}{r_w}\right). \textit{(1)}$$

Kislotali ishlovdan keyin $k_a > k$ bo‘lgani uchun qavs ichidagi had manfiy va $s_a < 0$ bo‘ladi. (1) tenglamani r_a ga nisbatan yechib, teskari formula olinadi:

$$r_a = r_w \exp\left[\frac{s_a}{(k/k_a)-1}\right]. \textit{(2)}$$

Bu radius wormholelarning haqiqiy maksimal uzunligi emas, balki bosim yo‘qotishiga ekvivalent gidravlik stimulyatsiya radiusidir. Shuning uchun uni CT tasviridagi individual kanal uzunligi bilan emas, quduq atrofi zonasining umumiy gidravlik javobi bilan solishtirish kerak [7-9].

Parametrik hisob.

$r_w = 0{,}1$ m qabul qilinib, $k_a/k = 5$, 10 va 20 holatlar ko‘rib chiqildi. $k_a/k = 10$ da $s_a = -1$ uchun $r_a = 0{,}304$ m, $s_a = -2$ uchun 0,923 m, $s_a = -3$ uchun 2,803 m va $s_a = -4$ uchun 8,515 m olindi. Demak, skin-faktor manfiylashgan sari ekvivalent stimulyatsiya radiusi eksponensial ortadi. O‘tkazuvchanlik kontrasti noma’lum bo‘lsa, yagona radius o‘rniga ehtimoliy interval berilishi kerak.

Masalan, $s_a = -3$ bo‘lganda $k_a/k = 5$ uchun $r_a \approx 4{,}25$ m, $k_a/k = 10$ uchun 2,80 m va $k_a/k = 20$ uchun 2,35 m chiqadi. Bu natija teskari masalaning identifikatsiya xususiyatini ko‘rsatadi: bir xil skin turli “radius–o‘tkazuvchanlik” juftliklari bilan hosil bo‘lishi mumkin. Shu sabab k_a/k uchun yadro tajribasi, tarixiy moslashtirish yoki kislotali ishlov simulyatsiyasidan qo‘shimcha aprior ma’lumot zarur.

Alameedy va hammualliflar [3,10] amaliy quduqda matritsali kislotali ishlov natijasini post-treatment skin orqali baholagan. Shi va hammualliflar [4,11] esa stimulyatsiyalangan karbonat qatlamlarda bosim o‘tish jarayonlari orqali alohida zonalarning javobini ajratish mumkinligini ko‘rsatgan. Demak, taklif etilgan teskari formula quduq sinovi natijasini geologik-hydrodinamik modelga “stimulyatsiya radiusi” ko‘rinishida qaytarish uchun sodda diagnostik qatlam bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

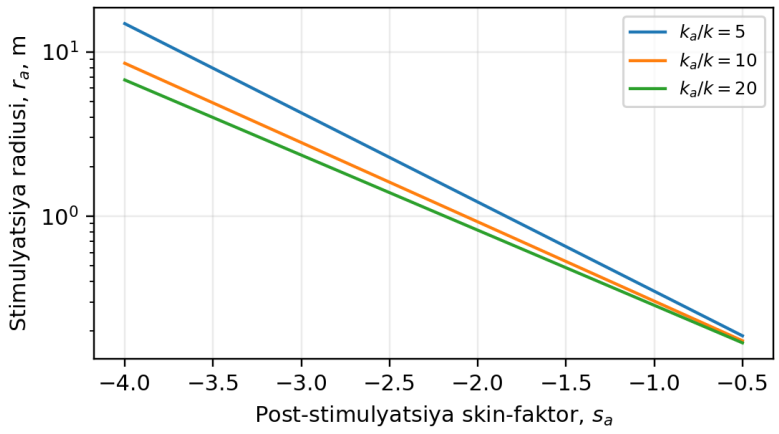
Xulosa.

Post-stimulyatsiya skin-faktorni ikki zonali radial modelda teskari yechish quduq atrofi zonasining samarali stimulyatsiya radiusini baholash imkonini beradi. Hisoblar radiusning skin va k_a/k kontrastiga kuchli bog‘liqligini ko‘rsatdi. Usulni ishlatishda stimulyatsiya radiusi “gidravlik ekvivalent radius” sifatida talqin qilinishi va o‘tkazuvchanlik kontrastidagi noaniqlik bilan birga berilishi lozim.

1-jadval.

Skin-faktor bo‘yicha teskari aniqlangan stimulyatsiya radiusi ($r_w = 0{,}1$ m).

k_a/k	$s_a = -1$, m	$s_a = -2$, m	$s_a = -3$, m	$s_a = -4$, m
5	0.349	1.218	4.252	14.841
10	0.304	0.923	2.803	8.515
20	0.287	0.821	2.352	6.739



1-rasm. Post-stimulyatsiya skin-faktor va gidravlik stimulyatsiya radiusi orasidagi bog‘lanish.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] Cruz-Maya J.A., Rosas-Flores J.A., Godoy-Alcantar M., Jan-Roblero J., Sánchez Silva F. A real-time virtual monitoring system of the skin factor for matrix acidizing treatments. Flow Measurement

and Instrumentation, 2011, 22(5), 413–420. https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2011.06.005
[2] Ali M., Ziauddin M. Carbonate acidizing: A mechanistic model for wormhole growth in linear and radial flow. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2020, 186, 106776. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106776
[3] Alameedy U., Al-Haleem A.A., Almalichy A. Well Performance Following Matrix Acidizing Treatment: Case Study of the Mi4 Unit in Ahdeb Oil Field. Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering, 2022, 23(4), 7–16. https://doi.org/10.31699/IJCPE.2022.4.2
[4] Shi W., Yao Y., Cheng S., Shi Z. Pressure transient analysis of acid fracturing stimulated well in multilayered fractured carbonate reservoirs: A field case in Western Sichuan Basin, China. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2020, 184, 106462. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106462
[5] Yuan L., Li X.-P., Tan X.-H., Zhang L.-H. Study on Skin Factor and Productivity of Horizontal Well after Acidizing with Nonuniform Damage. Journal of Chemistry, 2015, Article 706312. https://doi.org/10.1155/2015/706312
[6] Xing C., Yin H., Liu K., Li X., Fu J. Well Test Analysis for Fractured and Vuggy Carbonate Reservoirs of Well Drilling in Large Scale Cave. Energies, 2018, 11(1), 80. https://doi.org/10.3390/en11010080
[7] Prouvost L.P., Economides M.J. Applications of Real-Time Matrix-Acidizing Evaluation Method. SPE Production Engineering, 1989, 4(4), 401–407. https://doi.org/10.2118/17156-PA
[8] Samatov Sh.Sh., Mahmudov S.I. Optimization of acidizing in carbonate reservoirs with explicit account of near-wellbore geological structure and hydrodynamic conditions. Universum: технические науки, 2025, 10(139), 45–49. https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20968
[9] Samatov Sh.Sh., Maxmudov S.I. Quduq atrofi zonasining geologik tuzilishini inobatga olgan holda karbonat kollektorlarga kislotali ishlov berish samaradorligini baholash. “Zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash orqali barqaror ishlab chiqarish: kimyo, matbaa, neft-gaz va materialshunoslik sohalarida innovatsion yechimlar” Xalqaro anjumani, Namangan, 28–29 noyabr 2025, 510–511.
[10] Xushvaqtov G‘.A., Samatov Sh.Sh. Modeling hydrochloric acid stimulation in carbonate reservoirs by accounting for near-wellbore geological heterogeneity. Frontiers of Knowledge and Interdisciplinary Discovery. International Scientific Conference, 2025, 272–281. https://imrconf.com/index.php/FKID/article/view/281
[11] Axatova G.A., Samatov Sh.Sh., Jo‘rayeva G.Ch. Karbonat kollektorlarda kislotali ishlov berish samaradorligini quduq atrofi zonasining geologik tuzilishi bilan uyg‘un modellashtirish. Ta’lim Innovatsiyasi va Integratsiyasi, 2025, 54(1), 217–222. https://journalss.org/index.php/tal/article/view/1951

O‘ZBEKISTON SANOATINI RIVOJLANTIRISHDA KIMYO VA NEFT-GAZ TARMOQLARINING O‘RNI: MODERNIZATSIYA, CHUQUR QAYTA ISHLASH VA DIVERSIFIKATSIYA

Abdullayev Otabek Xusenovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada O‘zbekiston sanoatining rivojlanishida kimyo va neft-gaz tarmoqlarining o‘rni, ularning ishlab chiqarish salohiyati hamda texnologik yangilanish yo‘nalishlari yoritilgan. Sanoat tarkibini takomillashtirish, xomashyoni chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulot ulushini oshirish, import o‘rnini bosuvchi ishlab chiqarishlarni kengaytirish va eksportga yo‘naltirilgan mahsulotlar nomenklaturasini ko‘paytirish muhim vazifalar sifatida qaraladi. Tabiiy gaz, gaz kondensati, fosforit, oltingugurt, osh tuzi, ohaktosh va kaliyli xomashyolarning mavjudligi kimyo sanoati uchun muhim resurs bazasini yaratadi. Neft-gaz tarmog‘i esa energetika bilan bir*

qatorda neft-kimyo va kimyoviy ishlab chiqarishlar uchun uglevodorod xomashyosini yetkazib beradi. Shu bilan birga, uskunalarning jismoniy va ma'naviy eskirishi, yuqori energiya va material sarfi, ayrim quvvatlardan to'liq foydalanilmasligi hamda qayta ishlash chuqurligining yetarli emasligi samaradorlikni cheklovchi omillar bo'lib qolmoqda. Modernizatsiya, energiya tejamkor texnologiyalar, neftni qayta ishlashning ikkilamchi jarayonlarini kengaytirish, polimerlar va boshqa yuqori qo'shilgan qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarishni ko'paytirish barqaror rivojlanishning muhim shartlari sifatida ko'rsatiladi. Investitsiya, ilmiy-tadqiqot ishlari, ta'lim va ishlab chiqarish hamkorligini uyg'unlashtirish sanoat salohiyatini mustahkamlashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: *O'zbekiston sanoati, kimyo sanoati, neft-gaz sanoati, modernizatsiya, chuqur qayta ishlash, diversifikatsiya, investitsiya, energiya samaradorligi, polimerlar, raqobatbardoshlik.*

Аннотация. *В статье раскрывается роль химической и нефтегазовой отраслей в развитии промышленного потенциала Узбекистана и рассматриваются направления технологического обновления. Особое значение придаётся совершенствованию отраслевой структуры, углублению переработки сырья, расширению выпуска готовой продукции, импортозамещению и развитию экспортно ориентированных производств. Наличие природного газа, газового конденсата, фосфоритов, серы, поваренной соли, известняка и калийного сырья формирует значительную ресурсную основу химического производства. Нефтегазовый комплекс, помимо обеспечения энергетических потребностей, является важной сырьевой базой для нефтехимии и химической промышленности. Вместе с тем износ оборудования, высокая энерго- и материалоёмкость, неполная загрузка отдельных мощностей и недостаточная глубина переработки сдерживают повышение эффективности. Модернизация, внедрение ресурсосберегающих технологий, развитие вторичных процессов нефтепереработки и увеличение выпуска полимеров и другой продукции с высокой добавленной стоимостью являются важными направлениями дальнейшего развития.*

Ключевые слова: *промышленность Узбекистана, химическая промышленность, нефтегазовая отрасль, модернизация, глубокая переработка, диверсификация, инвестиции, энергоэффективность, полимеры, конкурентоспособность.*

Abstract. *The paper examines the role of the chemical and oil and gas industries in the development of Uzbekistan's industrial potential and outlines major directions of technological renewal. Improving the industrial structure, increasing the depth of raw-material processing, expanding finished products, replacing imports and developing export-oriented production are considered important priorities. The availability of natural gas, gas condensate, phosphorites, sulfur, sodium chloride, limestone and potash resources provides a substantial resource base for chemical production. The oil and gas sector also supplies hydrocarbon feedstock for petrochemical and chemical manufacturing. At the same time, ageing equipment, high energy and material intensity, incomplete utilization of some capacities and insufficient processing depth constrain industrial efficiency. Modernization, resource-saving technologies, expansion of secondary oil-refining processes and increased production of polymers and other higher-value-added products are important conditions for sustainable industrial development.*

Keywords: *industry of Uzbekistan, chemical industry, oil and gas industry, modernization, deep processing, diversification, investment, energy efficiency, polymers, competitiveness.*

Kirish

O'zbekiston mustaqillikdan keyingi davrda milliy sanoatni shakllantirish va uning tarkibini takomillashtirishni iqtisodiy taraqqiyotning muhim yo'nalishlaridan biri sifatida rivojlantirdi. Ishlab chiqarishning ko'p tarmoqli tuzilmasini yaratish, strategik xomashyoni qayta ishlash, import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarish va eksport salohiyatini oshirish jarayonlari sanoat siyosatining asosiy yo'nalishlari bilan bog'liq bo'ldi. Manbalarda mustaqillikdan keyingi sanoat taraqqiyoti bozor munosabatlarini shakllantirish, iqtisodiy mustaqillikni mustahkamlash va eksportga yo'naltirilgan ishlab chiqarishlarni kengaytirish bosqichlari orqali tavsiflangan [1].

Sanoatning iqtisodiyotdagi o'rni faqat ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi bilan belgilanmaydi. U aholi bandligi, daromadlari, ichki bozorni zarur tovarlar bilan ta'minlash, ilmiy-texnik taraqqiyot,

investitsiyalarni jalb etish va tashqi savdo imkoniyatlarini kengaytirishga ta’sir ko‘rsatadi [1]. Shu jihatdan kimyo va neft-gaz tarmoqlari o‘zaro bog‘langan ishlab chiqarish tizimining muhim qismini tashkil etadi. Neft-gaz sektori energetik resurslar bilan ta’minlashdan tashqari, kimyoviy sintez va neft-kimyo uchun xomashyo beradi; kimyo sanoati esa qishloq xo‘jaligi va boshqa ishlab chiqarish tarmoqlari uchun muhim materiallarni yetkazib beradi [2,3].

Sanoatning kelgusi rivojlanishi xomashyo resurslarini qazib olish bilan cheklanmasdan, ularni chuqur qayta ishlash, yuqori qo‘shilgan qiymat yaratish va tayyor mahsulot ishlab chiqarishga o‘tishni talab qiladi. Buning uchun texnologik modernizatsiya, ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish, mahalliylashtirish, energiya samaradorligini oshirish va investitsion faoliyatni kuchaytirish bir-birini to‘ldiruvchi yo‘nalishlar sifatida amalga oshirilishi lozim.

Materiallar va usullar

Tadqiqotning axborot bazasini O‘zbekiston sanoati, kimyo sanoati hamda neft-gaz sanoatining rivojlanishiga bag‘ishlangan ilmiy maqolalarda keltirilgan statistik, texnik va iqtisodiy ma’lumotlar tashkil etdi. Ushbu materiallarda qayd etilgan ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari, xomashyo imkoniyatlari, texnologik holat, investitsiya loyihalari va rivojlanish yo‘nalishlari mazmunan umumlashtirildi.

Tadqiqotda tizimli yondashuv, umumlashtirish, taqqoslash va sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash usullaridan foydalanildi. Sanoatning umumiy rivojlanishi, kimyo tarmog‘ining xomashyo va texnik imkoniyatlari hamda neft-gazni qazib olish va qayta ishlashning boshqa tarmoqlar bilan aloqasi yagona ishlab chiqarish zanjiri doirasida bayon qilindi. Raqamli ma’lumotlar tegishli manbalarda berilgan davr ko‘rsatkichlari sifatida qo‘llanildi.

Natijalar va muhokama

O‘zbekiston sanoatining ishlab chiqarish salohiyati tabiiy resurslar, mehnat resurslari va shakllangan ko‘p tarmoqli korxonalar tizimi bilan belgilanadi. Manbalarda 2012–2015-yillarda sanoat mahsuloti hajmi 51 059,3 mlrd so‘mdan 97 598,2 mlrd so‘mgacha oshgani, qayta ishlash sanoatida ham o‘sish kuzatilgani ko‘rsatilgan [1]. Ushbu davrda xomashyoni chuqur qayta ishlashga asoslangan kimyo, rezina va plastmassa, farmatsevtika, to‘qimachilik hamda boshqa ishlab chiqarishlarning rivojlanishi sanoat tarkibidagi sifat o‘zgarishlarini kuchaytirgan.

Sanoat taraqqiyotining muhim sharti xomashyoni qayta ishlash chuqurligini oshirishdir. Tayyor mahsulot ulushining ko‘payishi xomashyoni dastlabki holatda realizatsiya qilishga qaraganda yuqoriroq qo‘shilgan qiymat yaratadi. Shu sababli mahalliy resurslar asosida yarim tayyor va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish, texnologik zanjirlarni o‘zaro bog‘lash hamda mahalliylashtirishni kengaytirish ichki ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini oshiradi [1].

Kimyo sanoati uchun O‘zbekiston hududidagi tabiiy gaz va gaz kondensati, fosforit, oltingugurt, osh tuzi, ohaktosh va kaliyli xomashyolar muhim resurs bazasini yaratadi [2]. Tarmoqning qishloq xo‘jaligi bilan bevosita bog‘liqligi sababli azot, fosfor va kaliyli o‘g‘itlar ishlab chiqarish uning asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Biroq sanoatning istiqboldagi samaradorligi mahsulot assortimentini kengaytirish, polimerlar, sintetik materiallar va boshqa yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar ulushini oshirish bilan ham belgilanadi [3].

Kimyo korxonalarida texnik holat ishlab chiqarishning uzluksizligi va tannarxiga bevosita ta’sir qiladi. Agressiv kimyoviy muhitda ishlaydigan apparatlar va quvurlarda korroziya jarayonlari tezlashadi. Uzoq vaqt ekspluatatsiya qilingan uskunalar ta’mirlash xarajatlarini oshirishi, rejasiz to‘xtashlarga va ishlab chiqarish quvvatining pasayishiga sabab bo‘lishi mumkin. Manbalarda kimyo sanoatidagi ko‘plab uskunalar 15–20 yillik me’yoriy xizmat muddatidan oshib ketgani qayd etilgan [2].

Energiya va material sig‘imining yuqoriligi ham sanoat samaradorligini cheklovchi omillardan biridir. Kimyo sanoatiga oid manbada ishlab chiqarish tannarxidagi xomashyo va materiallar ulushi 42,4 foiz, yoqilg‘i va energiya xarajatlari 30,2 foiz atrofida ekani ko‘rsatilgan [2]. Bunday tarkib energiya va xomashyo sarfini kamaytiruvchi texnologiyalarni joriy etish zarurligini ko‘rsatadi. Issiqlik almashinuvini takomillashtirish, issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va energiya monitoringini kuchaytirish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Modernizatsiya ishlari ayrim ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish darajasining oshishiga olib kelgan. Manbalarda ammiak ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish 72,2 foizdan 80,2 foizgacha, karbamid bo‘yicha esa 71,7 foizdan 85,6 foizgacha oshgani ko‘rsatilgan [2]. Bu holat texnik qayta jihozlashning ishlab chiqarish samaradorligiga ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi.

Neft-gaz sanoati kimyo va neft-kimyo ishlab chiqarishlarining xomashyo bazasini shakllantiruvchi asosiy tarmoqlardan biridir. Manbalarda O‘zbekiston hududining katta qismida uglevodorodlarni qidirish va qazib olish imkoniyati mavjudligi, ko‘plab gaz, gaz-kondensat va neft konlari aniqlangani qayd etilgan [4]. Shu sababli qazib olish hajmini saqlash bilan bir qatorda, uglevodorodlarni qayta ishlash va ulardan yuqori qiymatli kimyoviy mahsulotlar olish sanoat samaradorligini oshirishning muhim yo‘nalishi hisoblanadi.

Gazni chuqur qayta ishlash bo‘yicha amalga oshirilgan loyihalar neft-gaz va kimyo sanoati o‘rtasidagi texnologik bog‘liqlikni yaqqol ko‘rsatadi. Manbalarda Ustyurt gaz-kimyo majmuasida tabiiy gazdan polietilen va polipropilen olish, Shurtan gaz-kimyo majmuasida esa gazni suyuq yoqilg‘iga aylantirish texnologiyasini rivojlantirish rejalari keltirilgan [4]. Gaz tarkibidagi etan va propanni ajratib olib, poliolefinlar ishlab chiqarishga yo‘naltirish xomashyoning qayta ishlash darajasini oshirish imkonini beradi.

Shurtan gaz-kimyo majmuasida polietilen ishlab chiqarishning yo‘lga qo‘yilishi mahalliylashtirishning amaliy natijalaridan biri sifatida ko‘rsatilgan. Manbada majmuada yiliga 125 ming tonna polietilen ishlab chiqarilgani va uning bir qismi eksport qilingani qayd etiladi [1]. Bunday ishlab chiqarishning ahamiyati faqat eksport daromadi bilan cheklanmaydi: mahalliy polimer xomashyosi plastmassa buyumlari, qadoqlash, qurilish va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish zanjirlarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Neftni qayta ishlashda ham mavjud quvvatlardan foydalanish va texnologik chuqurlikni oshirish muhim. Manbalarda mamlakatdagi uchta neftni qayta ishlash zavodining umumiy loyiha quvvati 9–10 mln tonna/yil atrofida bo‘lib, o‘sha davrda ularning yuklanishi taxminan 60 foiz darajasida ekani keltirilgan [4]. Mavjud quvvatlarni samarali ishlatish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va sifat ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lgan yoqilg‘i hamda moy mahsulotlariga o‘tish neftni qayta ishlash samaradorligini oshiradi.

Neftni qayta ishlash chuqurligini oshirishda katalitik kreking va gidrokreking kabi ikkilamchi jarayonlar alohida ahamiyatga ega. Manbalarda ushbu jarayonlar neftdan olinadigan mahsulotlar miqdorini va sifatini yaxshilash bilan birga, neft-kimyo tarmog‘i uchun zarur xomashyo bazasini kengaytirishi ta’kidlangan [4]. Shu sababli neftni qayta ishlash va kimyoviy sintezni o‘zaro bog‘laydigan ishlab chiqarish zanjirlarini shakllantirish yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar olish imkoniyatini oshiradi.

Sanoatni modernizatsiya qilish katta hajmdagi investitsiyalarni talab qiladi. Manbalarda 2015–2019-yillar uchun 870 ta yirik investitsiya loyihasi umumiy qiymati 38 mlrd dollar miqdorida shakllantirilgani, loyihalar yangi korxonalar tashkil etish hamda mavjud ishlab chiqarishlarni texnik va texnologik yangilashga yo‘naltirilgani ko‘rsatilgan [1]. Mahalliylashtirish dasturida ham tayyor mahsulot, butlovchi qismlar va materiallarni ichki ishlab chiqarish hisobiga kengaytirish vazifalari belgilangan.

Kimyo sanoatiga oid manbalarda 2019–2030-yillarga mo‘ljallangan rivojlanish dasturida 31 ta investitsiya loyihasi, mavjud quvvatlarni modernizatsiya qilish va energiya samarador yangi ishlab chiqarishlarni tashkil etish ko‘zda tutilgani qayd etilgan [3]. Shuningdek, azot, fosfor va kaliyli o‘g‘itlar bilan bir qatorda polietilentereftalat, polivinilxlorid, sintetik kauchuk, polistirol, poliuretan, polimer kompozitsiyalar va boshqa mahsulotlar istiqbolli yo‘nalishlar sifatida ko‘rsatilgan [3].

Innovatsion rivojlanishning samarasi yangi uskuna xarid qilish bilangina belgilanmaydi. Zamonaviy korxonalarda avtomatlashtirish, sifat nazorati, energiya monitoringi, texnologik xavfsizlik va malakali boshqaruv bir butun tizim sifatida ishlashi zarur. Shu bois oliy ta’lim va ilmiy-tadqiqot muassasalari bilan hamkorlik qilish, ishlab chiqarish ehtiyojlariga mos mutaxassislarni tayyorlash va ilmiy ishlanmalarni amaliyotga joriy etish muhimdir [2,3].

Sanoat rivojida diversifikatsiya ham muhim o‘rin tutadi. Diversifikatsiya xomashyoning yangi yo‘nalishlarda ishlatilishi, mahsulot assortimentining kengayishi va turli tarmoqlar o‘rtasidagi

texnologik aloqalarning kuchayishini anglatadi. Kimyo sanoatida polimerlar va sintetik materiallarni ko‘paytirish, neft-gaz tarmog‘ida esa chuqur qayta ishlash va ikkilamchi jarayonlarni rivojlantirish bir-birini to‘ldiradi. Natijada xomashyo qazib olishdan tayyor mahsulotgacha bo‘lgan zanjirda qo‘shilgan qiymatning katta qismi mamlakat ichida yaratilishi mumkin.

Shu asosda sanoat rivojining yagona texnologik zanjirini tabiiy resurslarni qazib olish, dastlabki tayyorlash, chuqur qayta ishlash, kimyoviy sintez, polimer va sintetik materiallar ishlab chiqarish hamda tayyor mahsulot yaratish bosqichlari orqali shakllantirish maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv ichki bozorni mahalliy mahsulot bilan ta’minlash, importga qaramlikni kamaytirish, eksport nomenklaturasini kengaytirish va yangi ish o‘rinlarini yaratish imkoniyatlarini oshiradi

Xulosa

O‘zbekiston sanoatining rivojlanishida kimyo va neft-gaz tarmoqlari o‘zaro bog‘langan strategik yo‘nalishlarni tashkil etadi. Tabiiy gaz, neft, gaz kondensati va boshqa mineral resurslarning mavjudligi katta ishlab chiqarish salohiyatini yaratadi. Biroq resurslarning mavjudligi yuqori iqtisodiy samaradorlikni o‘z-o‘zidan ta’minlamaydi. Buning uchun xomashyoni chuqur qayta ishlash, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va tayyor mahsulot ishlab chiqarish darajasini oshirish zarur.

Tadqiqot materiallari asosida sanoat uchun asosiy vazifalar sifatida eskirgan uskunalarni bosqichma-bosqich yangilash, energiya va material sarfini kamaytirish, mavjud ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish darajasini oshirish, neftni qayta ishlash chuqurligini kengaytirish, katalitik va gidrokreking jarayonlarini rivojlantirish, polimer va boshqa yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarishni ko‘paytirish hamda mahalliylashtirishni kuchaytirish belgilanadi.

Kimyo va neft-gaz tarmoqlarining texnologik kooperatsiyasini rivojlantirish alohida ahamiyatga ega. Uglevodorod xomashyosini gaz-kimyo va neft-kimyo mahsulotlariga aylantirish, kimyoviy xomashyodan esa keyingi bosqichlarda plastmassa, sintetik material va boshqa tayyor mahsulotlar olish sanoatning qo‘shilgan qiymatini oshiradi. Investitsiyalarni energiya tejamkor texnologiyalar, ilmiy ishlanmalar va malakali kadrlar tayyorlash bilan uyg‘unlashtirish ushbu jarayonning barqarorligini ta’minlaydi.

Shu tariqa, O‘zbekiston sanoatining kelgusi samaradorligi xomashyo hajmidan ko‘ra uni qay darajada chuqur va samarali qayta ishlashga, texnologik zanjirlarni qanchalik to‘liq shakllantirishga va raqobatbardosh tayyor mahsulot ishlab chiqarishga bog‘liq. Modernizatsiya, diversifikatsiya, innovatsiya va investitsiyalarni yagona tizimda rivojlantirish sanoatning barqarorligini, iqtisodiy samaradorligini va tashqi bozordagi raqobatbardoshligini mustahkamlashning muhim shartidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1]. Mirkomilov M.N. Развитие промышленности и её роль в экономике Республики Узбекистан // Иқтисод ва молия / Экономика и финансы. 2017. №10.

[2]. Мухамедов Д.Д., Шипкова О.Т. Химическая промышленность Республики Узбекистан: основные препятствия на пути развития отрасли // Успехи в химии и химической технологии. 2017. Т. XXXI. №14. С. 25–27.

[3]. Ахунова Ш.Н., Мамаджанов И.Б., Урозова Д.Д. Химическая промышленность Узбекистана: проблемы развития и пути их преодоления // Journal of Economy and Business. 2019. Vol. 6-1. С. 34–38. DOI: 10.24411/2411-0450-2019-10814.

[4]. Курбанкулов С.Р., Фахрутдинов Р.З., Зиннурова О.В. Нефтегазовая промышленность Узбекистана // Вестник технологического университета. 2016. Т.19. №14. С. 70–73.

[5]. Каримов И.А. Узбекистан на пороге достижения независимости. Ташкент: Узбекистан, 2012. С. 138.

[6] Промышленность Узбекистана. Статистический сборник. Ташкент: Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике, 2016.

[7]. Статистический ежегодник. Ташкент: Статистический сборник Республики Узбекистан, 2019.

[8]. Программа мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства на 2015–2019 годы. Указ Президента Республики Узбекистан от 4 марта 2015 года №УП-4707.

[9]. Программа развития химической промышленности Республики Узбекистан на 2019–2030 годы. Приложение №1 к Постановлению Президента Республики Узбекистан от 3 апреля 2019 года №ПП-4256.

АНГРЕН КУЛРАНГ ВА ҚЎНҒИР РАНГЛИ ИККИЛАМЧИ КАОЛИНЛАРНИ АЛЮМОСИЛИКАТЛИ ПРОПАНТЛАР ОЛИШ УЧУН ХОМ АШЁ СИФАТИДА ЎРГАНИШ

Н.А. Байраева[1], Ф.Г. Хомидов[2], Б.З. Адизов[3]
Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси
Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент, Ўзбекистон.
E-mail: nasibabayrayeva@gmail.com

Аннотация. Ушбу ишда Ангрен ҳудудида жойлашган кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинларни алюмосиликатли керамик пропантлар олиш учун хом ашё сифатида қўллаш имкониятлари ўрганилди. Ушбу каолинларнинг кимёвий ва фазавий таркиби таҳлил қилинди. Кимёвий таҳлил натижаларига кўра, қўнғир рангли каолин таркибидаги Al_2O_3 миқдори 24,89 мас.% ни, кулранг каолинда эса 19,37 мас.% ни ташкил қилиши аниқланди. Қўнғир рангли каолинда Fe_2O_3 миқдори 5,91 мас.% бўлиб, кулранг каолинга нисбатан юқори эканлиги қайд этилди. Рентгенфазавий таҳлил натижасида ҳар икки намуна таркибида кварц ва каолинит фазалари мавжудлиги аниқланди. Қўнғир рангли каолин таркибида гематитга тегишли дифракция максимумлари ҳам қайд этилди. Олинган натижалар Ангрен иккиламчи каолинларини бойитиш ва улар асосида алюмосиликатли пропант таркибларини ишлаб чиқиш имконияти мавжудлигини кўрсатди.

Калит сўзлар: Ангрен каолини, кулранг каолин, қўнғир рангли каолин, алюмосиликат, керамик пропант, каолинит, кварц, гематит, рентгенфазавий таҳлил.

Аннотация. В статье исследована возможность использования серых и коричневых вторичных каолинов Ангренского региона в качестве сырья для получения алюмосиликатных керамических пропантов. Проведен анализ их химического и фазового состава. Согласно результатам химического анализа, содержание Al_2O_3 в коричневом каолине составляет 24,89 мас.%, тогда как в сером каолине — 19,37 мас.%. Содержание Fe_2O_3 в коричневом каолине составляет 5,91 мас.%, что выше по сравнению с серым каолином. По результатам рентгенофазового анализа в составе обоих образцов выявлены кварц и каолинит. В коричневом каолине также зарегистрированы дифракционные максимумы, соответствующие гематиту. Полученные результаты свидетельствуют о возможности обогащения вторичных каолинов Ангренского региона и разработки на их основе составов алюмосиликатных керамических пропантов.

Ключевые слова: Ангренский каолин, серый каолин, коричневый каолин, алюмосиликат, керамический пропант, каолинит, кварц, гематит, рентгенофазовый анализ.

Abstract. The article investigates the possibility of using gray and brown secondary kaolins from the Angren region as raw materials for the production of aluminosilicate ceramic proppants. Their chemical and phase compositions were analyzed. According to the chemical analysis results, the Al_2O_3 content in the brown kaolin was found to be 24.89 wt.%, while that in the gray kaolin was 19.37 wt.%. The Fe_2O_3 content in the brown kaolin was 5.91 wt.%, which was higher than that in the gray kaolin. X-ray diffraction analysis revealed the presence of quartz and kaolinite phases in both samples. Diffraction peaks corresponding to hematite were also detected in the brown kaolin. The obtained results indicate the potential for beneficiation of secondary kaolins from the Angren region and the development of aluminosilicate ceramic proppant compositions based on these raw materials.

Keywords: Angren kaolin, gray kaolin, brown kaolin, aluminosilicate, ceramic proppant, kaolinite, quartz, hematite, X-ray diffraction analysis.

Кириш

Бугунги кунда нефть ва газ қазиб чиқариш самарадорлигини оширишда гидравлик ёриш технологиясидан кенг фойдаланилмоқда. Гидравлик ёриш жараёнида ҳосил қилинган ёриқларни очиқ ҳолатда сақлаб туриш учун пропантлар қўлланилади. Пропантларнинг асосий вазифаси қатламда ҳосил қилинган ёриқларнинг ўтказувчанлигини сақлаш ва нефть ҳамда газнинг қудуққа ҳаракатланишини таъминлашдан иборат [1, 2].

Амалиётда пропантлар сифатида кварц қумлари ҳамда турли мустаҳкамликка эга синтетик керамик пропантлардан фойдаланилади. Кварц қумларининг асосий афзаллиги уларнинг кенг тарқалганлиги ва нисбатан арзонлиги бўлса, асосий камчилиги механик мустаҳкамлигининг пастлигидир. Чуқур қатламларда юқори босим таъсирида кварц қумлари емирилиши натижасида ёриқларнинг ўтказувчанлиги пасайиши мумкин. Шу сабабли чуқур қатламлар учун юқори мустаҳкамликка эга керамик пропантлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади [3].

Керамик пропантларнинг сифат кўрсаткичлари уларнинг мустаҳкамлиги, зичлиги, гранула ўлчами, гранулометрик таркиби, кислоталарда эрувчанлиги, сфериклиги ва думалоқлиги билан белгиланади [4].

Шу нуқтаи назардан маҳаллий минерал хом ашёлардан фойдаланган ҳолда алюмосиликатли пропантлар олиш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади. Айниқса, Ўзбекистон ҳудудида катта миқдорда мавжуд бўлган иккиламчи каолинларни технологик жараёнга жалб этиш маҳаллий хом ашё базасидан самарали фойдаланиш имконини беради [5].

Республика ҳудудидаги кулранг ва қўнғир рангли каолинларнинг асосий геологик захиралари Ангрен қўнғир кўмир, оловбардош гиллар ва каолин конлари ҳудудида жойлашган. Ушбу участкада ҳисобга олинган кулранг ва қўнғир рангли каолин захиралари 350,0 млн тоннадан ортиқни ташкил этади.

Бироқ мазкур хом ашёларнинг катта захираси мавжудлигига қарамасдан, уларни керамика саноатида тўғридан-тўғри юқори қимматли хом ашё сифатида ишлатиш имконияти чекланган. Шу сабабли уларни бойитиш орқали сифатли хом ашёга айлантириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, тадқиқотда Ангрен кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинлари алюмосиликатли пропант таркибларини ишлаб чиқиш учун хом ашё компонентлари сифатида танлаб олинди ҳамда уларнинг кимёвий ва фазавий таркиби ўрганилди.

Материаллар ва усуллар

Ишлатилган хом ашё ва синтез қилинган намуналарнинг кристалл фазаларини аниқлаш учун LABX XRD-6100 SHIMADZU ва Rigaku MiniFlex 600 (Япония) дифрактометрларидан фойдаланилди. Рентгенфазавий таҳлил CuKα-нурланиш (Ni-фильтр, тўлқин узунлиги 1,5418 Å, ток кучи 30 mA, кучланиш 30 kV) шароитида олиб борилди. Детекторнинг айланиш тезлиги 0,02° (ω/2θ бирлигида) қадам билан 4°дақиқани ташкил этди, сканерлаш бурчаги эса 4° дан 80° гача ўзгартирилди. Кристалл фазалар ва рентген параметрларини аниқлашда ICDD PDF-2 халқаро рентген маълумотлар базасидан фойдаланилди. Фазалар тақсимоти ва кристалл панжара параметрлари PowderCell 2.4 дастури ёрдамида ҳисобланди.

Натижалар ва мухокама

Ангрен кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинларининг кимёвий таркиби аниқланди. Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Ангрен кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинларининг кимёвий таркиби

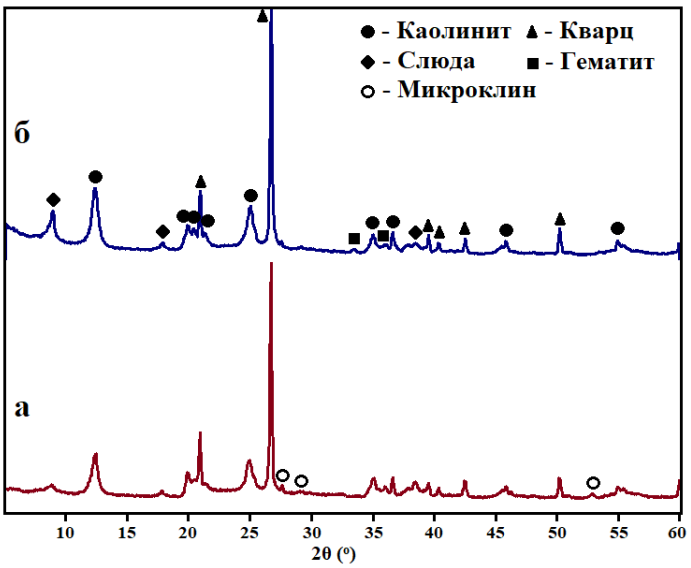
Хом ашё номи	Оксидлар миқдори, мас.%								КЙ, мас.%
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO		K_2O	SO_3	
Қўнғир рангли каолин	54,28	24,89	5,91	1,12	1,11	1,09	1,02	0,34	10,24
Кулранг каолин	66,31	19,37	1,29	1,67	0,23	0,52	0,81	0,17	9,63

Кимёвий таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, кулранг каолин таркибидаги Al_2O_3 миқдори 19,37 мас.% ни ташкил этиб, қўнғир рангли каолинга нисбатан паст эканлиги аниқланди. Қўнғир рангли каолин таркибида Al_2O_3 миқдори 24,89 мас.% бўлиб, кулранг каолинга нисбатан 5,52 мас.% юқори.

Каолинларнинг SiO_2 миқдори бўйича ҳам сезиларли фарқ кузатилди. Кулранг каолинда SiO_2 миқдори 66,31 мас.%, қўнғир рангли каолинда эса 54,28 мас.% ни ташкил этди. Демак, кулранг каолин кремний диоксиди билан бойроқ бўлса, қўнғир рангли каолин алюминий оксиди миқдори юқорироқ бўлган хом ашё ҳисобланади.

Шунингдек, қўнғир рангли каолин таркибида Fe_2O_3 миқдори 5,91 мас.% ни ташкил қилиб, кулранг каолиндаги 1,29 мас.% кўрсаткичдан анча юқори эканлиги аниқланди. Бу ҳолат қўнғир рангли каолиннинг ранг хусусияти ва минералогик таркибида темирли минералларнинг мавжудлиги билан боғлиқ бўлиши мумкин.

Ангрен кулранг ва қўнғир рангли каолинларининг минералогик-фазавий таркибини аниқлаш мақсадида рентгенфазавий таҳлил ўтказилди. Таҳлил натижалари 1-расмда келтирилган.



1-расм. Ангрен кулранг (а) ва қўнғир рангли (б) каолинларининг рентгенограммалари.

Ангрен қўнғир рангли каолини намунасининг рентгенфазавий таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, унинг таркибида асосан кварц ва каолинит минералларига хос дифракция максимумлари мавжуд.

Кварц минералига хос дифракция максимумлари d = 0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,223; 0,212; 0,198; 0,181; 0,154 нм қийматларда қайд этилди. Каолинит минералига тегишли дифракция максимумлари эса d = 0,718; 0,445; 0,337; 0,279; 0,256; 0,249; 0,234; 0,228; 0,199; 0,173; 0,167 нм қийматларда аниқланди.

Бундан ташқари, нисбатан паст интенсивликка эга бўлган гематит минералига тегишли дифракция максимумлари ҳам кузатилди. Улар d = 0,268; 0,249; 0,167 нм қийматларга мос келади. Бу натижа кимёвий таҳлилда қўнғир рангли каолин таркибида Fe_2O_3 миқдорининг юқорилиги билан ҳам мувофиқ келади.

Ангрен кулранг каолинининг рентгенограммаси таҳлил қилинганда, кварц минералига хос дифракция максимумлари интенсивлиги қўнғир рангли каолинга нисбатан юқорироқ эканлиги аниқланди. Аксинча, кулранг каолинда каолинит минералига тегишли дифракция максимумларининг интенсивлиги қўнғир рангли каолинга нисбатан паст эканлиги кузатилди.

Хулоса

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, Ангрен кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинлари минералогик таркиби бўйича бир-биридан фарқ қилади. Кулранг каолин кварц билан нисбатан бой бўлса, қўнғир рангли каолинда каолинит ва темирли минераллар мавжудлиги яққолроқ намоён бўлади.

Пропант ишлаб чиқаришда хом ашёнинг минералогик таркиби муҳим аҳамиятга эга, чунки пишириш жараёнида фазаларнинг қайта шаклланиши керамик гранулаларнинг мустаҳкамлиги ва бошқа эксплуатацион хусусиятларига таъсир қилади. Замонавий тадқиқотларда каолин асосидаги енгил пропантлар истиқболли материаллардан бири сифатида қаралади.

Ангрен ҳудудидаги катта захирага эга кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинларни алюмосиликатли пропантлар ишлаб чиқариш учун маҳаллий хом ашё сифатида қўллаш имкониятлари ўрганилди.

Кимёвий таҳлил натижасида қўнғир рангли каолин таркибида 24,89 мас.% Al_2O_3 ва 5,91 мас.% Fe_2O_3, кулранг каолинда эса 19,37 мас.% Al_2O_3 ва 1,29 мас.% Fe_2O_3 мавжудлиги аниқланди.

Рентгенфазавий таҳлил натижалари ҳар икки каолин намунаси таркибида асосан кварц ва , Ангрен кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинларини мақсадли бойитиш ва уларнинг таркибини алюмосиликатли компонентлар билан оптималлаштириш орқали керамик пропантлар олиш учун истиқболли маҳаллий хом ашё сифатида фойдаланиш мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар

[1]Tang Y., Ranjith P.G., Perera M.S.A. Major factors influencing proppant behavior and associated damage mechanisms during hydraulic fracturing // Acta Geotechnica. – 2018. – Vol. 13. – P. 757–780.

[2]Zhu J., Li F., Li X., Yang Z., Liao Z., Zhang J., Dorosti F., Wang H., Ge L. Valorization of aluminum–silica-based industrial solid waste to high-quality ceramic proppants: Waste sources and design strategies // Journal of Cleaner Production. – 2026. – Vol. 546. – P. 147800.

[3]Ren Y., Ren Q., Huo Z., Wu X., Zheng J., Hai O. Preparation of glass-shell fly ash–clay-based lightweight aggregate with low water absorption using sodium carbonate solution as a binder // Materials Chemistry and Physics. – 2020. – Vol. 256. – P. 123606.

[4]Bayrayeva N., Adizov B.Z., Homidov F.G. Angren secondary kaolinite clays in the production of aluminosilicate proppants // The USA journals the american journal of applied sciences -2024. (issn – 2689-0992) volume 06 issue 09. P, 12-16. doi:- https://doi.org/10.37547/tajas/volume06issue09-03 12-16 p.

[5]Bayrayeva N., Adizov B.Z., Homidov F.G. Перспективность применения Ангренского вторичного каолина и глинозёмсодержащего отхода для получения алюмосиликатных керамических проппантов // Ўзбекистон кимё журнали. 2025, №5. 33-38 б.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ БАЗАЛЬТОВОЙ МАГМЫ

Нурматов Жахонгир Тогаймурадович

Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

Annotatsiya.Maqolada bazalt magmasini eritish, har xil sharoitlarda oldingan tayyorlangan mahsulotlar, bazalt metall almashtirgichlarini olish va tanlash jarayonidagi nazariy va ilmiy

tadqiqotlar to‘g‘risida ma’lumotlar yoritilgan.Maqola tog‘ jinsini eritish va tadqiqot izlanishlari bilan shug‘ullanuvchi mutaxassislar, ilmiy xodimlar, magistrlar va talabalarga mo‘ljallangan.

Kalit so‘zlar. Eritish, toblash, tigel, o‘tga chidamlilik, yuqori harorat, fizik-kimyoviy xossalar, kimyoviy xossalar, quyish, erish, qattiqlik, deformatsiya, uzilish, metall, bazalt, magma, sinov jihozlari.

Аннотация.В данной статьи приводятся сведения об теоретических и экспериментальных исследованиях процесса плавки базальтовой магмы, отпуск полученных заготовок в разных условиях и подбора материалов формы для получения базальтовых металлозаменителей. Статья предназначена для специалистов, научных сотрудников, магистров и студентов занимающихся вопросами исследования и плавки горной породы.

Ключевые слова. Плавка, отпуск, тигель, огнеупорность, высокая температура, физико-механические свойства, химические свойства, литьё, плавление, твердость, деформация, разрыв, металл, базальт, магма, испытательные машины.

Annotation .This article provides information on theoretical and experimental traces of the process of melting basalt magma, the release of the obtained blanks under various conditions and the selection of mold materials for the production of basalt metal substitutes. The article is intended for specialists, researchers, masters and students involved in the research and smelting of rock.

Keywords. Melting, tempering, crucible, refractory, high temperature, physical and mechanical properties, chemical properties, casting, melting, hardness, deformation, breaking, metal, basalt, magma, testing machines.

Введение. Учеными установлено, что из известных в настоящее время элементов Периодической таблицы Д.И. Менделеева около восьмидесяти являются металлами. Хотя Узбекистан является богатейшим краем по имеющемуся количеству и объему полезных ископаемых, однако, как природные ресурсы любого государства объем нашего природного богатства тоже ограничен. Особенно последние годы по нашей республике остро ощущаются усложнения вопросов, касающихся переработки полезных ископаемых и добычи металла. Поэтому перед учеными ставится вопрос не только изыскать возможные варианты экономии металла, но и разработать новые виды технологии получения металлозаменяющих материалов, которые и по свойству, и по служебным характеристикам были не хуже чем, металл.

Материалы и методы. Процесс плавления и процессы кристаллизации базальтовой - жидкой массы изучались многими учеными разных стран. Однако, основываясь на полученные результаты исследования, ученые делают упор на химический состав базальтовой породы. По мнению специалистов, последние в разных местах земного шара могут иметь сильно отличающиеся друг от друга химические составы, которые, в свою очередь, требуют своего рода отдельного подхода изучения и анализа.

Первые работы авторов [1,3,5] былы посвящены в основном изучению химического состава базальтовой породы массива «Коратош» Навоийского региона. Результаты анализа химического состава базальтовой породы массива «Коратош» Навоийского региона ещё раз доказали, что состав базальта в разных местах может быть разный. На основании полученных результатов предыдущих работ в данной методике авторы уделяют большое внимание изучению физико-механических свойств базальтового сплава, с целью разработки предпосылок выбора возможных вариантов изготовления композиционных материалов.

Ученые утверждают, что горные породы можно подразделять на три группы: а) породы изверженные; б) породы осадочные; в) породы метаморфические [1]. Из выше перечисленного, породы первой группы образуются в расплавленные массы, часто вытекающие в виде лав на поверхность земли, которые образуются путем застывания расплавленных, поднявшихся под влиянием тех или иных геолого-тектонических процессов из глубин земной коры. Эту расплавленную застывшую массу называют магмой. Эти породы имеют остывшую, силикатную, оксидную, иногда карбонатную магму. Значит, магма -

природный расплав, образованный при высоких температурах и давлениях в земной коре, где силикаты и сульфиды находится в жидком состоянии.

Из таких широко распространенных на нашей планете магматических пород являются базальты и диабазы. Базальты и диабазы представляют собой излившиеся аналоги глубинных габбро, являющиеся продуктами застывания тех же базальтовых магм. Поскольку диабазы являются зернистой породой с различной крупностью зерна, то трудно поддаётся переработке и их дольше приходится обрабатывать, чем базальты.

Для базальтов и диабазов характерна равномерно зернистая и иногда порфировая структура. Результаты изучения материалов технической литературы и патентных источников, а также материалов, полученных по сети Интернет, позволили анализировать компьютерную модель силикатных структур цепочного типа и компьютерную модель кремнекислородной структуры [1,9], которые способствовали установить, что одна из основных причин требования высокой температуры для плавления базальтовой породы является: высокое содержание влаги – высокая гигроскопичность, слабое выделение влаги при низких температурах, высокое процентное содержание кремния и титана.

Структура базальтов отличается значительным разнообразием. Обычно они полностью кристаллизованы, реже в них присутствует бурое стекло в разных относительных количествах, иногда порода имеет вид вулканического стекла. В отличие от диабазов базальты имеют мелкие зерна. Зерна легко заметить в микроскопе. В литературных источниках говорится, благодаря тому, что базальтовые магмы в расплавленном состоянии очень подвижны, очень текучи и мало вязки, они могут долго оставаться в жидком состоянии. [1,4,9,12,6].

Поэтому они могут течь по склону вулкана со значительной скоростью, заливать огромные пространства, образуя покровы, проникать в самые тонкие трещины на значительные расстояния. Однако одновременно следует учесть, что базальты характеризуются процентным соотношением химических элементов состава породы.

Есть многочисленные подтверждения тому, что в процессе получения из базальта строительных, изоляционных и других видов материалов требуются различные температуры плавки породы. Для переплавки приходиться повысить температуру плавления ещё выше [2,4,5]. Причем, базальтовые породы, полученные из разных регионов земного шара, имеют разную температуру плавления [10,11]. Базальты являются хорошим материалом для постройки домов, мостов и укреплений. Твердость и вязкость делают их превосходным материалом в дорожном строительстве. Из-за гладкой поверхности отливок не требуется дополнительная обработка поверхности.

Таким образом, следует отметить, что базальты представляют собой незаменимый материал для получения плавных пород при температуре 1650 ± 100^0C, легко отливаются в формы, кристаллизуются и закаливаются в виде очень вязкой базальтовидной массы [5,13,14,15].

Результаты и обсуждения. За последние годы все шире используется базальтовое литьё для изготовления кислотоупорных труб, химической аппаратуры и т. п. Сырьем для новой отрасли промышленности петургии, из траппов не только базальты, но и диабазов, из которых делают брусчатку для мощения улиц. С траппами связан ряд промышленных типов месторождений оптического исландского штата железных руд (типа Ангаро-Илимских месторождений в Восточной Сибири), высококачественного графита (результат метаморфизма каменных углей в контакте с траппами Курейка и Тунгусского бассейна), отчасти самородной меди, медно-никелевых сульфидных руд. Базальтовые манделынтейны — один из главных источников получения самоцветных камней — агатов, опалов, сердоликов.

Ученые России утверждают, что процесс плавки базальтовой породы управляемый. Базальтовая порода в процессе плавки даёт не только хороший изоляционный материал, но и высококачественную комплексную базальтовую нить (или иначе - ровинг). Комплексная базальтовая нить - это пучок параллельно уложенных элементарных волокон, скрепленных замаслевателем.

Ровинг является исходным материалом для:

-намотки тел вращения (труб диаметром от 5 до 2000 мм при внутреннем давлении от 0 до 400 атм для транспорта нефти и газа, горячей и холодной воды, химически агрессивных жидкостей, сыпучих тел, кабельной канализации, баллонов низкого и высокого давления);

-производства арматуры, стержней, профилей (уголок, тавр и т.д.) методом пултрузии для строительства дорог, домов, портовых сооружений, особенно для сейсмоопасных зон;

-ровингового долгоживущего препрега для производства деталей машин, корпусов сложной формы методом литья под давлением, прессования и т.п.

-рубленого волокна для трехмерного армирования бетонов, торкретобетонов, асфальтовых покрытий при строительстве домов, дорог, взлетно-посадочных полос (ВПП) аэродромов; для получения объемно-армированных базальтопластиков различного назначения;

-производства сеток с различными размерами ячеек для двухмерного армирования рабочих и несущих покрытий дорог, ВПП, закрепления осыпей и оползней и других строительных технологий;

-производства широкой номенклатуры крученых базальтовых нитей как исходного материала для ткачества;

-производства тканей различного назначения: конструкционных, фильтровальных, огнезащитных, электротехнических, кровельных и других.;

-производства термохимических и радиационных тканевых препрегов для получения базальтокомпозитов и широкой номенклатуры изделий на их основе для машиностроения, авиации, судостроения, строительства и др.; ремонта строительных конструкций (стен зданий и сооружений, тоннелей, мостов, трубопроводов, несущих колонн и другие) [4.11.].

Заключение

Следует отметить, что все это уже товарная продукция, поставляемая потребителям по согласованным техническим условиям и используемая ими в реальных объектах по назначению. Опыт эксплуатации базальтоволокнистых материалов и изделий в реальных объектах (дороги; трубопроводы для нефтепродуктов, воды, кислот; строительные конструкции; огнезащитные сооружения; электроизоляционные и конструкционные материалы; детали машин; фильтры, и т.п.) наглядно подтверждает все преимущества этих материалов перед металлическими, стекловолокнистыми и полимерными, как по эксплуатационным свойствам и долговечности, так и по ценовым показателям.

Второй пример: газопровод (нефтепровод), смонтированный из базальтоволокнистых труб, может служить без капитального ремонта и применения дорогостоящей электрохимической защиты трубопровода более 80 лет. Стекловолокнистые трубы работоспособны в этом случае около 30 лет, а стальные из высоколегированных марок стали даже при наличии электрохимической защиты и постоянно обновляемой антикоррозионной защиты - 25, в лучшем случае - 30 лет.

При этом следует иметь в виду, что в тех местах, где трасса проходит по поверхности геопатогенных зон Земли, стресс-коррозия разрушает трубопровод до аварийного состояния за 1-2 года. В этом случае для ремонта труб необходимо прекратить транспортировку нефти или газа, продуть магистраль, провести ремонт, спрессовать и вновь запустить магистраль. Все это огромные расходы и убытки, не говоря уже о том, что в случае ремонта газопровода при продувке в атмосферу выбрасывается 10-15 mln. m^3 газа.

Базальтовые трубопроводы в случае их незначительного механического повреждения могут быть восстановлены без остановки магистрали с использованием тех же базальтотканевых долгоживущих препрегов. Цены на трубы из высоколегированной стали и из базальтопластика соизмеримы. Как видим, преимущества очевидны.

А также известно о незаменимости электроизоляционных стеклопластиков, применяемых в электронике и электротехнике для производства печатных плат, на которых впоследствии монтируется вся элементная база макро- и микросхем. Так вот, электроизоляционный базальтопластик для этих же целей по своим диэлектрическим (электроизоляционным) свойствам превосходит стеклопластик на 1-2 порядка: объемное

удельное сопротивление стеклопластика 1-10-11 Ом, а у базальтопластика от 4,6-10-12 до 2,3-10-13 Ом. При этом конструкционные и служебные свойства базальтопластика и его долговечность значительно выше, а цены - сопоставимы.

Литературные источники

[1]. Курбанов, А. А., Нурматов, Ж. Т., Халилова, Ш. И., Рашидова, Р. К., & Абдуллаева, А. О. (2019). Процесс очистки минеральных пород от примесей. *Международный академический вестник*, (5), 125-127.

[2]. Samadova, M. X., Nurmatov, J. T., Samadov, A. X., Abdiraximov, I. E., Tog'ayev, A. I., & Kurbanov, A. T. (2022). Neft va gaz konlari asoslari. *Kholmamatov DH, Jurakulov OM, CRITERIA FOR SELECTING SALES CHANNELS IN SMALL BUSINESS AND PRIVATE ENTREPRENEURSHIP*, *227*.

[3]. Курбанов, А. А., Нурматов, Ж. Т., Рашидова, Р. К., Умрзакова, Ш. У., & Абдуллаева, А. О. (2019). ФОРМИРОВАНИЯ ЖИДКОГО БАЗАЛЬТА И ЕГО СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ. *Международный академический вестник*, (5), 123-125.

[4]. Нурматов, Ж. Т. (2021). Курбанов Абдирахим Ахмедович, Кобилов Сарвар Сирож Угли, Жумаев Жасурбек Рустам Угли ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА И ИЗМЕНЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЗАЛЬТОВ. *Universum: технические науки,(12-5)*, *93*.

[5]. Нурматов Ж.Т. (2022). О СВОЙСТВАХ БАЗАЛЬТОВ И ИЗДЕЛИЙ. Экономика и социум, (12-2 (103)), 747-750.

[6]. Нурматов Ж.Т. (2022). ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПЕЧИ ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТА. Экономика и социум, (12-2 (103)), 759-764.

[7]. Нурматов Ж.Т. (2022). ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ БАЗАЛЬТОВ И ПРОЦЕСС ПЛАВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО КАМНЯ. Экономика и социум, (12-2 (103)), 751-754.

[8]. T., N. J., A., K. A., & K., R. R. (2019). Comparative Analysis of the Physical and Chemical Properties of Uzbekistan's Basalts and Ways of Solutions to the Problems of Choice of Raw Processing Directions. *Land Science*, *1*(1), p59. https://doi.org/10.30560/ls.v1n1p59

[9]. K, R. R., Ahmedovich, K. A., T, A., B, J. A., J, T. O., & T, N. J. (2020). Heat Processing and Change of Proper Indicators of Basalts. *Land Science*, *2*(2), p1. https://doi.org/10.30560/ls.v2n2p1

[10]. Нурматов Ж.Т. (2022). ОСОБЫЕ СВОЙСТВА БАЗАЛЬТОВОГО МИНЕРАЛА. Экономика и социум, (12-2 (103)), 755-758.

[11]. Нурматов Ж.Т. (2022). МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОВ. Экономика и социум, (12-2 (103)), 765-771.

[12]. Нурматов Ж.Т. (2022). ОСОБЕННОСТИ РАСПЛАВА БАЗАЛЬТОВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД. Экономика и социум, (12-2 (103)), 743-746.

[13]. Нурматов Жахонгир Тогаймурадович, Курбанов Абдирахим Ахмедович, Кобилов Сарвар Сирож Угли, & Жумаев Жасурбек Рустам Угли (2021). ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА И ИЗМЕНЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЗАЛЬТОВ. Universum: технические науки, (12-5 (93)), 31-37.

[14]. Нурматов Ж.Т. (2023). РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕСМОТРЕННЫХ НОРМ ТОРМОЗНОЙ КОЛОДКИ БУРОВОЙ ЛЕБЁДКИ. Экономика и социум, (12 (115)-2), 932-934.

[15]. Нурматов Ж.Т. (2023). РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ КОЛОДКИ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВ. Экономика и социум, (12 (115)-2), 928-931.

NEFT BERUVCHANLIKNI OSHIRISH USULLARINI QO‘LLASHNING ZAMONAVIY HOLATI TAHLILI

Oripova Shahlo Karimovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Annotatsiya. *Ushbu maqolada neft konlarida neft beruvchanlikni oshirish usullarini qo‘llashning zamonaviy holati tahlil qilingan. Neft konlarini ishlatishning turli bosqichlarida qatlamning tabiiy energiyasidan foydalanish, suv haydash orqali qatlam bosimini saqlash hamda uchlamchi neft beruvchanlikni oshirish usullarining ahamiyati yoritilgan. Issiqlik, gaz, kimyoviy va mikrobiologik usullarning qo‘llanish xususiyatlari hamda ularning neft qazib olish samaradorligiga ta’siri ko‘rib chiqilgan.*

Kalit so‘zlar: *neft beruvchanlik, neft beruvchanlik koeffitsiyenti, neft qazib olish, neft koni, qatlam bosimi, suv haydash, uchlamchi neft qazib olish, issiqlik usullari, gaz haydash, kimyoviy usullar, sirt-faol moddalar, polimerlar, uglerod ikki oksidi, mikrobiologik usullar, neftni siqib chiqarish.*

Abstract. *This article analyzes the current state of enhanced oil recovery methods in oil fields. The main stages of oil field development are considered, including the use of natural reservoir energy, maintenance of reservoir pressure through water flooding, and application of tertiary enhanced oil recovery methods. The features of thermal, gas, chemical, and microbial methods and their influence on oil production efficiency are analyzed.*

Keywords: *enhanced oil recovery, oil recovery factor, oil production, oil field, reservoir pressure, water flooding, tertiary recovery, thermal methods, gas injection, chemical methods, surfactants, polymers, carbon dioxide, microbial methods, oil displacement.*

Аннотация. *статье проведён анализ современного состояния применения методов повышения нефтеотдачи пластов. Рассмотрены основные этапы разработки нефтяных месторождений, включая использование естественной пластовой энергии, поддержание пластового давления посредством заводнения и применение третичных методов увеличения нефтеотдачи. Проанализированы особенности тепловых, газовых, химических и микробиологических методов, а также их влияние на эффективность добычи нефти.*

Ключевые слова: *нефтеотдача, коэффициент нефтеотдачи, добыча нефти, нефтяное месторождение, пластовое давление, заводнение, третичные методы, тепловые методы, газовое воздействие, химические методы, поверхностно-активные вещества, полимеры, углекислый газ, микробиологические методы, вытеснение нефти.*

An’anaviy manbalar bo‘lgan neft, gaz, ko‘mir o‘rniga muqobil yoqilg‘i manbalaridan foydalanish orqali energiya ta'minoti masalasi o‘n yildan ko‘proq vaqt davomida muhokama qilinmoqda. Biroq, ko‘plab mutaxassislarning fikriga ko‘ra, bu jarayon yaqin kelajakda tugallanishi ehtimoldan yiroq emas. Hozirda dunyodagi eng yirik o‘zlashtirilgan konlarning aksariyati qazib olishning so‘nggi bosqichlariga o‘tmoqda va ularning qoldiq zaxiralari qayta tiklash qiyin deb tasniflanadi. Shuni ta'kidlash kerakki, hozirgi paytda dunyoda neft qazib olishda konning mavjud resurs bazasidan ishlab chiqarilgan neft hajmini tavsiflovchi neftni qazib olish koeffitsienti o‘sishi hisobiga dastlabki qayta tiklanadigan zaxiralardan foydalanish samaradorligini oshirishning asosiy yo‘nalishi neftni qazib olishni ko‘paytirishning zamonaviy integral usullarini ishlab chiqish va sanoat asosida qo‘llashdir [1].

XXI asrning ikkinchi o‘n yilligining oxiriga kelib, dunyo an'anaviy neftni qazib olishning cho‘qqisini bosib o‘tdi, bu esa mavjud resurs bazasini iste'mol qilish bilan emas, balki talabning o‘sishi va muqobil bo‘lmagan yangi raqobatbardosh neft manbalari yuqori qovushqoq neft, tabiiy bitum, sintetik kerogendan neft paydo bo‘ldi. Ular global miqyosda neft xom-ashyosini ishlab chiqarishda 10% ni egalladilar. An'anaviy bo‘lmagan neftlarning faol rivojlanishining boshlanishi

asosan, neft sohasidagi loyihalarga mafkura va yondashuvlarni o‘zgartirdi. Har bir alohida holatda muqobil konlarni ishlab chiqish alohida-alohida talab qilinadigan ilmiy-amaliy savolga aylandi. Bundan tashqari, an'anaviy bo‘lmagan loyihalar ko‘pincha bozor sharoitida o‘zgarishlarga nisbatan yuqori moslashuvchanlikni namoyish etadi [2].

Hozirgi kunda dunyoda yuzdan ortiq tegishli texnologiyalar mavjud, ammo yangi yechimlarni ishlab chiqish jarayoni tez sur'atlarda davom etmoqda. Shu bilan birga, takomillashtirilgan neftni qazib olish usullarining birlamchi va ikkilamchi avlodlari o‘rnini uchinchi darajalar egalladi, bu mening tadqiqotimning asosiy ob'ekti bo‘ldi. Ushbu usullar an'anaviy ravishda innovatsion yechimlarga asoslangan neft qazib olishni ko‘paytirishning zamonaviy texnologiyalarini, birinchi navbatda issiqlik, gaz, kimyoviy va mikrobiologik usullarni o‘z ichiga oladi [3].

Ishlab chiqarishning iqtisodiy samarasining yuqorilashi tufayli uglevodorod konlaridan ko‘proq neft olish uch bosqichga bo‘linadi (2-rasm).

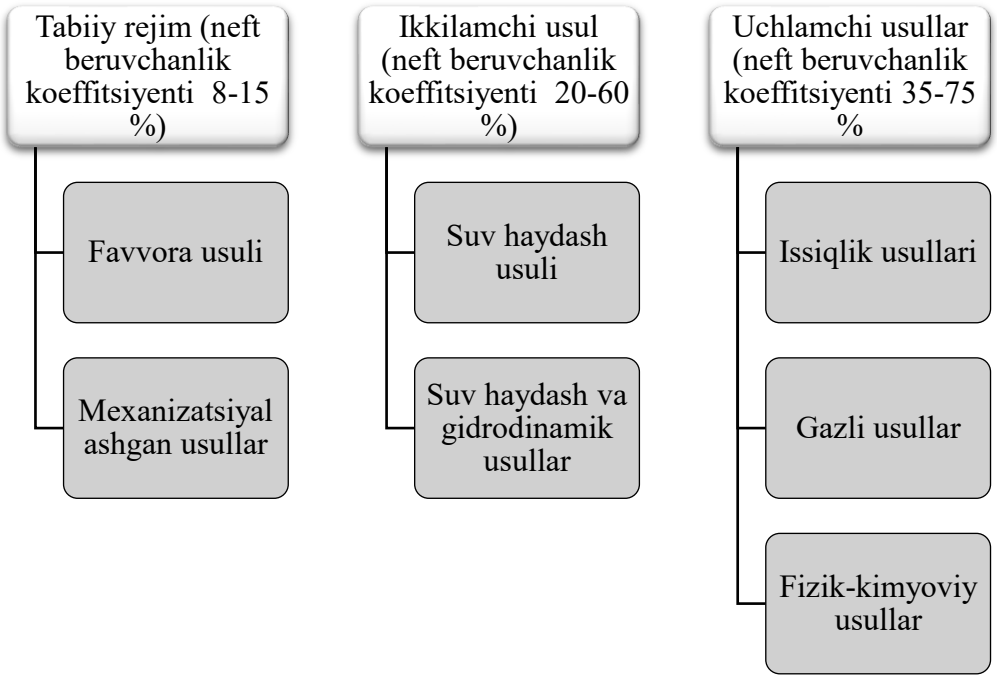
I bosqichda nefni qazib olishda qatlamning tabiiy energiyasi qatlam bosimidan foydalaniladi, bu suv bosimi, gaz bosimi, erigan gaz bosimi, taranglik kuchlari va gravitatsion kuchlar energiyasi hisoblanadi. Uglevodorod konlarini ishlashda neft beruvchanlik 5%-15%gacha o‘zgaradi.

II bosqichda amalga oshiriladigan usullarni qo‘llash orqali suvni haydash yo‘li bilan qatlam bosimini saqlashni ta’minlaydi. Bunda neft beruvchanlik 20%-60%gacha o‘zgaradi.

III bosqichda konlarning yuqori darajada suvlanganligi va neftning kamayishi tufayli samaradorlikni oshirish uchun neft beruvchanlikni oshirish
usullaridan foydalaniladi. Bunda neft beruvchanlik 35–75%gacha o‘zgaradi.

Shuni ta’kidlash kerakki, neft beruvchanlikni yaxshilaydigan va neft beruvchanlikni oshiruvchi texnologiya va usullar bir-birini to‘ldiradi: gaz haydash qatlamga uglerod ikki oksidi(CO_2)ni, azot va gaz haydash; fizik-kimyoviy metodlar – qatlamga kimyoviy reagentlarni haydash (SFM, ishqor, polemer); issiqlik metodlari – bug‘ haydash; gorizontal quduqlarni qazish [4].

Neft beruvchanlik koeffitsiyentini suv haydash usuliga nisbatan qo‘shimcha oshirish istiqbollari asosan, uchlamchi usullar deb ataluvchi – issiqlik, gazli va kimyoviy usullar bilan bog‘liq (1-jadval).



2-rasm: Uglevodorodlarni neft beruvchanligini oshirish usullari

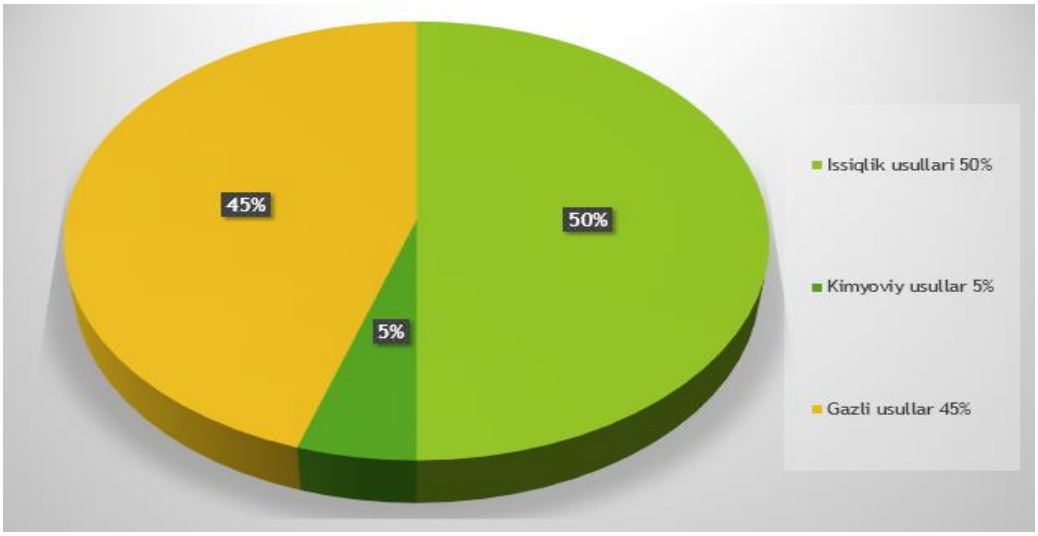
1-jadval

	1. Issiqlik usullari:
1.	qatlamga bug‘-issiqlik bilan ta’sir ko‘rsatish;
2.	qatlam ichida yong‘in hosil qilish;
3.	neftni issiq suv bilan siqib chiqarish;
4.	quduqlarga davriy ravishda bug‘ bilan ishlov berish.
5.	neftni issiq suv bilan siqib chiqarish;
6.	quduqlarga davriy ravishda bug‘ bilan ishlov berish.
	2. Gazli usullar:
7.	qatlamga uglevodorod gazi bilan ta’sir ko‘rsatish;
8.	qatlamga uglerod ikki oksidi bilan ta’sir ko‘rsatish;
9.	qatlamga azot bilan ta’sir ko‘rsatish;
10.	qatlamga tutun gazi bilan ta’sir ko‘rsatish.
	3. Kimyoviy usullar:
11.	neftni SFM bilan siqib chiqarish;
12.	neftni polimerlar va boshqa quyuq agentlar bilan siqib chiqarish;
13.	neftni ko‘pikli sistemalar bilan siqib chiqarish;
14.	neftni nordon eritmalar bilan siqib chiqarish;
15.	neftni kislotalar bilan siqib chiqarish;
16.	neftni kimyoviy reagentlar kompozitsiyasi bilan siqib chiqarish.
	4. Mikrobiologik usullar.

Jahon tajribasi shuni ko‘rsatadiki, gazli usullar bilan qo‘llashda neft beruvchanlik 5-10%, fizik-kimyoviy metodlar bilan 3-8% va issiqlik metodlari bilan 15-20%ni tashkil etadi. Shuni aytish kerakki, jahonda issiqlik metodlarini qo‘llashdan 50% , azot va CO2 bilan 45%, kimyoviy metodlar yordamida 5% uglevodorod qazib olish imkoniyati mavjud. (3-rasm). AQSHda esa gazli va issiqlik usullari bilan yuqori neft beruvchanlikka erishish mumkin.

Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, mavjud neft konlarining katta qismi ishlatishning kechki bosqichiga o‘tishi va qoldiq neft zaxiralarini qazib olishning murakkablashishi neft beruvchanlikni oshirishning zamonaviy usullarini keng qo‘llash zaruratini yuzaga keltirmoqda. Konlarni ishlatishning dastlabki bosqichlarida tabiiy qatlam energiyasidan, keyingi bosqichlarda esa suv va gaz haydash usullaridan foydalanish neft qazib olishni ta’minlasa-da, qatlamdagi qoldiq neftni maksimal darajada olish uchun uchlamchi usullardan foydalanish talab etiladi.

Issiqlik, gaz, kimyoviy va mikrobiologik usullar orasida muayyan kon sharoitiga mos texnologiyani tanlash neft beruvchanlikni oshirishning muhim sharti hisoblanadi. Ayniqsa, yuqori qovushqoqlikka ega neftlarni qazib olishda issiqlik usullari, qatlam bosimini boshqarish va neftni siqib chiqarish samaradorligini oshirishda gaz haydash, qatlamning qamrab olinish darajasini yaxshilashda esa polimer, sirt-faol moddalar va ko‘pik sistemalaridan foydalanish istiqbolli yo‘nalishlar hisoblanadi.



3-rasm: Jahonda qo‘llanilayotgan neft beruvchanlikni oshirish usullari diagrammasi.

Alohida usullarni qo‘llash bilan bir qatorda, ularni kompleks va bosqichma-bosqich qo‘llash neft beruvchanlikni oshirishning samarali yo‘llaridan biridir. Bunda konning geologik tuzilishi, neftning fizik-kimyoviy xususiyatlari, qatlam bosimi, harorati va suvlanganlik darajasini hisobga olish lozim [5].

Neft beruvchanlikni oshirishning zamonaviy texnologiyalarini takomillashtirish mavjud konlarning qoldiq zaxiralaridan samarali foydalanish, neft qazib olish hajmini oshirish va konlarning iqtisodiy samaradorligini ta’minlash imkonini beradi. Kelgusida kimyoviy va fizik-kimyoviy reagentlarning yangi kompozitsiyalarini ishlab chiqish, issiqlik va gaz usullarini takomillashtirish hamda bir nechta usullarni kompleks qo‘llash texnologiyalarini rivojlantirish ushbu yo‘nalishning istiqbolli vazifalaridan biri bo‘lib qoladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

[1] «Применение современных методов увеличения нефтеотдачи и России: важно не упустить время» © 2013 «Эрнст энд Янг (СНГ) Б.В.»

[2] International Energy Agency. World Energy Outlook 2018, Paris, 2018.

[3] Сургучев М.Л. «Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи».

[4] «Нетрадиционная нефть: технология, экология, перспективы» Институт энергитических исследований Российской академик наук. Москва, 2019. www.ERIRAS.RU

[5] Oripova Shahlo, Adizov Bobirjon, Akramov Baxshillo, Umurzakov Azizbek CONSTRUCTION OF A THREE-DIMENSIONAL GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL OF THE ALAN FIELD // Universum: технические науки. 2023. №3-5 (108). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/construction-of-a-three-dimensional-geological-and-geophysical-model-of-the-alan-field.

NEFT VA GAZ SANOATIDA ILG‘OR TEXNOLOGIYALARNING DOLZARB MUAMMOLARI

Ergashev Olim Raxmatullayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston
olimergashev459@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda neft va gaz sanoatida zamonaviy ilg‘or texnologiyalarni joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan dolzarb muammolar tahlil qilingan. Neft va gaz konlarini qidirish, burg‘ilash, qazib olish, tayyorlash, tashish va qayta ishlash jarayonlarida raqamli texnologiyalar, sun’iy intellekt, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, IoT qurilmalari, raqamli egizaklar, masofaviy monitoring hamda ekologik texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari yoritilgan.

Shuningdek, texnologik uskunalarning eskirishi, katta kapital xarajatlar, malakali mutaxassislar yetishmasligi, kiberxavfsizlik, ma’lumotlar sifati, energiya samaradorligi va atrof-muhitga ta’sirni kamaytirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Neft-gaz sanoatida metan chiqindilarini aniqlash va kamaytirish, gazni yo‘qotmasdan utilizatsiya qilish hamda uglerod tutish, undan foydalanish va saqlash (CCUS) texnologiyalarini rivojlantirishning ahamiyati asoslangan. Tadqiqot natijasida ilg‘or texnologiyalarni samarali joriy etish bo‘yicha ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: neft va gaz sanoati, ilg‘or texnologiyalar, raqamlashtirish, sun’iy intellekt, IoT, raqamli egizak, avtomatlashtirish, metan emissiyasi, CCUS, energiya samaradorligi, ekologik xavfsizlik, kiberxavfsizlik.

Аннотация

В тезисе анализируются актуальные проблемы внедрения передовых технологий в нефтегазовой промышленности. Рассматриваются возможности применения цифровых технологий, искусственного интеллекта, автоматизированных систем управления, технологий Интернета вещей, цифровых двойников, дистанционного мониторинга и экологических технологий на этапах разведки, бурения, добычи, подготовки, транспортировки и переработки нефти и газа. Особое внимание уделено проблемам износа технологического оборудования, высоким капитальным затратам, дефициту квалифицированных специалистов, кибербезопасности, качеству данных, энергоэффективности и снижению воздействия на окружающую среду. Обоснована необходимость развития технологий обнаружения и сокращения выбросов метана, утилизации попутного газа, а также улавливания, использования и хранения углерода (CCUS). В результате сформулированы научно-практические предложения по эффективному внедрению передовых технологий в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, передовые технологии, цифровизация, искусственный интеллект, Интернет вещей, цифровой двойник, автоматизация, выбросы метана, CCUS, энергоэффективность, экологическая безопасность, кибербезопасность.

Abstract

This thesis analyzes the current challenges associated with the implementation of advanced technologies in the oil and gas industry. The possibilities of using digital technologies, artificial intelligence, automated control systems, Internet of Things technologies, digital twins, remote monitoring and environmental technologies in exploration, drilling, production, processing and transportation of oil and gas are considered. Particular attention is paid to equipment ageing, high capital costs, shortage of qualified specialists, cybersecurity, data quality, energy efficiency and environmental protection. The importance of methane emission detection and reduction, associated gas utilization, as well as carbon capture, utilization and storage (CCUS) technologies is substantiated. Based on the analysis, scientific and practical recommendations for the effective implementation of advanced technologies in the oil and gas industry are proposed.

Keywords: oil and gas industry, advanced technologies, digitalization, artificial intelligence, Internet of Things, digital twin, automation, methane emissions, CCUS, energy efficiency, environmental safety, cybersecurity.

Kirish. Neft va gaz sanoati jahon energetika tizimining muhim tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohaning barqaror rivojlanishi iqtisodiyotning ko‘plab tarmoqlarini energiya resurslari bilan ta’minlash, sanoat ishlab chiqarishining uzluksizligini ta’minlash va davlatlarning energetik xavfsizligini mustahkamlashda katta ahamiyatga ega. Shu bilan birga, uglevodorod zaxiralarining murakkab geologik sharoitlarda joylashishi, mavjud konlarning ishlash bosqichining yetuklashishi, ishlab chiqarish xarajatlarining ortishi va ekologik talablarning kuchayishi neft-gaz korxonalaridan yangi texnologik yechimlarni talab qilmoqda.

Bugungi kunda neft va gaz sanoatida raqamlashtirish, sun’iy intellekt, avtomatlashtirish, robototexnika, IoT, katta ma’lumotlar, raqamli egizaklar va masofaviy monitoring tizimlaridan foydalanish kengayib bormoqda. Ushbu texnologiyalar quduqlar ishini optimallashtirish, avariya

xavfini kamaytirish, uskunalarning texnik holatini oldindan baholash va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Shu bilan birga, ilg‘or texnologiyalarni joriy qilish jarayoni bir qator muammolarni ham yuzaga keltirmoqda. Jumladan, katta miqdordagi dastlabki investitsiyalar, mavjud ishlab chiqarish infratuzilmasini yangi tizimlarga moslashtirish, xodimlarning raqamli kompetensiyalarini oshirish, ma’lumotlarni himoya qilish va kiberxavfsizlikni ta’minlash shular jumlasidandir.

Ekologik jihatdan esa metan emissiyalarini kamaytirish, mash’alada gaz yoqilishini qisqartirish, energiya sarfini optimallashtirish va uglerod chiqindilarini boshqarish dolzarb vazifaga aylanmoqda. Xalqaro energetika agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, neft-gaz operatsiyalarida metan chiqindilarining katta qismini mavjud texnologiyalar yordamida kamaytirish imkoniyati mavjud.

Asosiy qism. 1. Neft va gaz sanoatida raqamli texnologiyalarning o‘rni

Neft-gaz sanoatida raqamlashtirish texnologik jarayonlarni real vaqt rejimida nazorat qilish va boshqarish imkonini beruvchi muhim yo‘nalishdir. Zamonaviy konlarda datchiklar, IoT qurilmalari, SCADA tizimlari, avtomatlashtirilgan boshqaruv vositalari va ma’lumotlarni tahlil qilish platformalaridan foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshirmoqda.

Raqamli texnologiyalarning asosiy afzalligi ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan o‘zgarishlarni tezkor aniqlash imkoniyatidir. Masalan, quduq tubi bosimi, harorat, debit, suvlanish darajasi va boshqa parametrlarni doimiy monitoring qilish orqali quduqning ish rejimini optimallashtirish mumkin.

Sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar katta hajmdagi geologik va texnologik ma’lumotlarni tahlil qilib, uglevodorod zaxiralarini baholash, quduq mahsuldorligini prognoz qilish va uskunalarning nosozlik ehtimolini aniqlashda qo‘llanilishi mumkin.

2. Sun’iy intellekt va raqamli egizaklardan foydalanish muammolari

Neft va gaz sanoatida sun’iy intellektning istiqbollari katta bo‘lsa-da, uni amaliyotga joriy etishda ma’lumotlarning sifati muhim muammo hisoblanadi. Sun’iy intellekt algoritmlari qanchalik mukammal bo‘lmasin, noto‘g‘ri, yetarli bo‘lmagan yoki tizimsiz ma’lumotlar asosida aniq natija bera olmaydi.

Raqamli egizak texnologiyasi esa real obyektning virtual modelini yaratish orqali texnologik jarayonlarni oldindan modellashtirish imkonini beradi. Masalan, neft yoki gaz qudug‘i, separator, kompressor, quvur liniyasi yoki butun texnologik majmuaning raqamli modeli yaratilishi mumkin.

Biroq raqamli egizaklarni yaratish uchun katta hajmdagi tarixiy ma’lumotlar, yuqori aniqlikdagi datchiklar, kuchli hisoblash infratuzilmasi va malakali mutaxassislar talab etiladi. Shu sababli ushbu texnologiyani barcha korxonalarda bir xil darajada joriy qilish imkoniyati mavjud emas.

3. Quduqlarni qazib olishda ilg‘or texnologiyalar

Neft va gaz qazib olishda mahsuldor qatlamlarning geologik tuzilishi murakkablashib borayotganligi sababli gorizontal burg‘ilash, ko‘p stvolli quduqlar, gidravlik yorish, yo‘naltirilgan burg‘ilash va intellektual quduq texnologiyalaridan foydalanish dolzarb hisoblanadi.

Intellektual quduqlarda maxsus datchiklar va boshqariladigan klapanlar yordamida qatlamning holati real vaqt rejimida kuzatiladi. Natijada qatlam bosimini boshqarish, suvlanishni kamaytirish va neft berish koeffitsiyentini oshirish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Biroq ilg‘or quduq texnologiyalarining kamchiligi ularning yuqori qiymati va texnik xizmat ko‘rsatishning murakkabligidir. Shu sababli texnologiyani tanlashda uning texnik samaradorligi bilan bir qatorda iqtisodiy samaradorligi ham baholanishi lozim.

4. Energiya samaradorligi va ekologik muammolar

Neft va gazni qazib olish, tayyorlash va qayta ishlash jarayonlarida katta miqdorda energiya sarflanadi. Nasoslar, kompressorlar, separatorlar, pechlar va boshqa texnologik qurilmalar korxonaning umumiy energiya iste’molida katta ulushga ega.

Energiya samaradorligini oshirish uchun elektr yuritmalarini modernizatsiya qilish, issiqlikni qayta tiklash, jarayonlarni avtomatik optimallashtirish va energiya monitoringi tizimlarini joriy etish muhimdir.

Bundan tashqari, neft-gaz sanoatining asosiy ekologik muammolaridan biri metan chiqindilaridir. 2026-yilgi IEA ma'lumotlariga ko‘ra, mavjud texnologiyalar yordamida qazib olinadigan yoqilg‘i sektori metan chiqindilarining qariyb 70 foizini kamaytirish imkoniyati mavjud; neft-gaz sektorida sizib chiqishni aniqlash va bartaraf etish, bug‘larni qayta tiklash qurilmalari va boshqa texnologiyalar muhim rol o‘ynaydi.

Shuning uchun zamonaviy neft-gaz korxonalarida **LDAR (Leak Detection and Repair)** tizimlarini rivojlantirish, ya'ni gaz sizib chiqish joylarini aniqlash, monitoring qilish va tezkor bartaraf etish tizimini yo‘lga qo‘yish muhimdir.

5. Metan emissiyalarini kamaytirish texnologiyalari

Metan atmosferaga tushganda iqlim o‘zgarishiga sezilarli ta'sir ko‘rsatadigan gazlardan biridir. Neft va gaz obyektlarida metan chiqishi quduqlar, kompressorlar, armaturalar, rezervuarlar, quvur liniyalari va boshqa uskunalar orqali yuzaga kelishi mumkin.

Zamonaviy monitoring tizimlarida lazerli gaz analizatorlari, dronlar, sun'iy yo‘ldosh ma'lumotlari va avtomatik datchiklardan foydalanish imkoniyatlari kengaymoqda. IEA ma'lumotlariga ko‘ra, metan monitoringida sun'iy yo‘ldosh texnologiyalari yangi imkoniyatlar yaratmoqda va 2024-yildan boshlab metanni aniqlashga yo‘naltirilgan yangi sun'iy yo‘ldoshlar ham faol ishlay boshlagan.

Ushbu texnologiyalarni O‘zbekiston neft-gaz sanoatida bosqichma-bosqich joriy etish orqali yo‘qotishlarni kamaytirish, ekologik xavfsizlikni oshirish va qo‘shimcha gaz resurslarini iqtisodiy muomalaga qaytarish mumkin.

6. CCUS texnologiyalarining istiqbollari

Neft va gaz sanoatida uglerod chiqindilarini kamaytirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri karbonat angidridni tutish, undan foydalanish va yer ostida saqlash — CCUS texnologiyasidir.

CCUS texnologiyasi sanoat korxonalarida hosil bo‘ladigan CO_2 ni ajratib olish, qayta foydalanish yoki geologik qatlamlarda uzoq muddat saqlashga asoslanadi. IEA ma'lumotlarida neft-gaz sohasi dunyodagi amaldagi CCUS quvvatlarining katta qismida ishtirok etayotgani qayd etilgan.

Tabiiy gazni suyultirish jarayonlarida ham CCUS texnologiyalarining ahamiyati ortib bormoqda. IEA tahliliga ko‘ra, LNG ishlab chiqarish zanjirida CO_2 ni tutish va saqlash texnologiyalari mahsulotning emissiya intensivligini kamaytirishga xizmat qilishi mumkin.

7. Ilg‘or texnologiyalarni joriy etishdagi asosiy muammolar

Neft va gaz sanoatida ilg‘or texnologiyalarni joriy qilishda quyidagi muammolarni ajratib ko‘rsatish mumkin:

1. **Yuqori investitsiya xarajatlari.** Yangi uskunalar, dasturiy ta'minot, sensorlar va avtomatlashtirish tizimlarini o‘rnatish katta mablag‘ talab qiladi.
2. **Mavjud uskunalarning eskirishi.** Zamonaviy raqamli tizimlarni eski texnologik infratuzilma bilan integratsiya qilish murakkab kechadi.
3. **Malakali mutaxassislar yetishmasligi.** Neft-gaz texnologiyasi bilan bir qatorda dasturlash, ma'lumotlar tahlili, avtomatika va kiberxavfsizlikni biladigan mutaxassislar zarur.
4. **Kiberxavfsizlik.** Korxonalar ishlab chiqarish jarayonlarini raqamlashtirgan sari sanoat boshqaruv tizimlarini kiberhujumlardan himoyalash muhimlashadi.
5. **Ma'lumotlar sifati.** Sun'iy intellekt va prognozlash tizimlarining natijadorligi ishonchli ma'lumotlar bazasiga bog‘liq.
6. **Ekologik talablarning kuchayishi.** Metan, CO_2 va boshqa chiqindilarni kamaytirish bo‘yicha yangi texnologik va tashkiliy choralar talab etilmoqda.
7. **Texnologik va iqtisodiy samaradorlikning nomutanosibligi.** Har qanday yangi texnologiya faqat texnik jihatdan samarali emas, balki iqtisodiy jihatdan ham asoslangan bo‘lishi kerak.

8. Muammolarni bartaraf etish bo‘yicha takliflar

Neft-gaz sanoatida ilg‘or texnologiyalardan foydalanish samaradorligini oshirish uchun quyidagi yo‘nalishlarni taklif etish mumkin:

a) neft va gaz obyektlarini bosqichma-bosqich raqamlashtirish;
b) quduqlarga real vaqt monitoringi tizimlarini joriy qilish;

d) sun’iy intellekt asosida ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarini prognozlash;
e) raqamli egizak texnologiyalarini yirik kon va texnologik qurilmalarda qo‘llash;
f) metan sizib chiqishini avtomatik aniqlash va bartaraf etish tizimlarini kengaytirish;
g) kompressor va nasos agregatlarining energiya samaradorligini oshirish;
h) mash’alada gaz yoqilishini kamaytirish va yo‘ldosh gazdan samarali foydalanish;
i) CCUS texnologiyalarini texnik-iqtisodiy jihatdan istiqbolli obyektlarda sinovdan o‘tkazish;
j) korxonalarda kiberxavfsizlik standartlarini kuchaytirish;
k) muhandis-texnik xodimlarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish;
l) ilmiy-tadqiqot institutlari, oliy ta’lim muassasalari va neft-gaz korxonalari hamkorligini kuchaytirish.

Xulosa. Neft va gaz sanoatining zamonaviy rivojlanish bosqichida ilg‘or texnologiyalarni joriy etish ularni qo’llash va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, uglevodorod resurslaridan oqilona foydalanish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashning muhim sharti hisoblanadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, raqamlashtirish, sun’iy intellekt, IoT, raqamli egizaklar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va zamonaviy monitoring vositalari neft-gaz obyektlarining texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun katta imkoniyat yaratadi. Shu bilan birga, yuqori investitsiya qiymati, eskirgan infratuzilma, malakali kadrlar yetishmasligi, ma’lumotlar sifati va kiberxavfsizlik masalalari texnologik modernizatsiyaning asosiy to‘siqlari biri bo‘lib qolmoqda.

Ayniqsa, metan emissiyalarini kamaytirish bo‘yicha mavjud texnologiyalardan foydalanish katta ekologik va iqtisodiy samara berishi mumkin. IEA ma’lumotlariga ko‘ra, metan chiqindilarini kamaytirishning ko‘plab texnologik yechimlari bugungi kunda mavjud bo‘lib, ayrim chora-tadbirlar qo‘shimcha gazni qayta olish orqali iqtisodiy jihatdan ham o‘zini oqlashi mumkin.

Shu sababli neft va gaz sanoatida texnologik modernizatsiyani faqat yangi uskunalar xarid qilish bilan cheklamasdan, **raqamlashtirish + avtomatlashtirish + ekologik monitoring + energiya samaradorligi + malakali kadrlar tayyorlash**ning yagona tizimi sifatida amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

Kelgusida O‘zbekiston neft-gaz sanoatida mahalliy sharoitga mos raqamli texnologiyalarni ishlab chiqish, sun’iy intellekt asosidagi diagnostika tizimlarini kengaytirish, metan emissiyalarini sun’iy yo‘ldosh va avtomatik monitoring vositalari yordamida nazorat qilish hamda uglerod chiqindilarini kamaytirishga qaratilgan texnologiyalarni bosqichma-bosqich joriy etish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. International Energy Agency (IEA). Global Methane Tracker 2026. Paris: IEA, 2026.
2. International Energy Agency (IEA). Global Methane Tracker 2025. Paris: IEA, 2025.
3. International Energy Agency (IEA). The Oil and Gas Industry in Net Zero Transitions. Paris: IEA, 2023.
4. International Energy Agency (IEA). Gas 2025: Analysis and Forecasts to 2030. Paris: IEA, 2025.
5. International Energy Agency (IEA). Energy Technology Perspectives. Paris: IEA.

NEFT-GAZ-SUV MUHITIDA KORROZIYANING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

Ataqulova Dilbar Dusmurodovna
dotsent, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston
dilbarataqulova362@gmail.com
Xo’jamov A.S
talaba, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz sohasida ishlatiladigan jihoz va uskunalarni foydalanish davomida ularning ish qobiliyatini saqlash, ishonchli ishlashini ta’minlash uchun ularni korroziyadan himoya qilish dolzarb vazifalardan biri ekanligi yoritilgan. Neft va gaz mahsulotlarini qazib olish, saqlash va transport qilishda ishlov beriladigan mahsulotlarning o‘ziga xos xususiyatlari

shu sohada qo‘llaniladigan jihozlarning korroziya bardoshliligini oshirishni talab qiladi.

Kalit so‘z: korroziya, korrozion muhit, kimyoviy korroziya, eletrokimyoviy korroziya, agressiv muhit.

Respublikamiz neft va gaz sanoati tarmoqlarining keng miqyosda rivojlanishi natijasida ishlab chiqarishda zamonaviy texnologik usullar, jihozlar va uskunalardan keng foydalanilmoqda.

Jihoz va uskunalardan foydalanish davomida ularning ish qobiliyatini saqlash, ishonchli ishlashini ta’minlash uchun ularni korroziyadan himoya qilish dolzarb vazifalardan biridir. Ayniqsa atmosferaning har xil korrozion-faol moddalar bilan umumiy ifloslanishi, hamda neft va gaz mahsulotlarini qazib olish, saqlash va transport qilishda ishlov beriladigan mahsulotlarning o‘ziga xos xususiyatlari shu sohada qo‘llaniladigan jihozlarning korroziya bardoshliligini oshirishni talab qiladi.

Korroziya - metallarning korrozion muhitlar bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy o‘zaro ta’siri natijasida yemirilish jarayonidir.

Korrozion muhit - metallarning korrozion jarayonlar sodir bo‘lishiga olib keladigan agressiv atmosfera, kislotali eritmalari, ishqorlar, tuzlar va boshqa muhitlardir. Ko‘pgina metallar agressiv muhitlar ta’sirida termodinamik noturg‘un bo‘lganligi uchun oksidlangan holatga o‘tadi va yemiriladi. Metallarning korrozion jarayonlar keshishi natijasida massalari kamayadi, zaruriy texnologik xossalari, mexanik mustahkamligi; plastikligi; qattiqligi kabi xossalari o‘zgaradi.

Korroziya detallarning va mexanizmlarning ish qobiliyatining pasayishi va ishdan chiqishiga olib keluvshi asosiy yemiruvshi omillardan biri hisoblanadi.

Korroziya natijasida yo‘qotishlarni *bevosita* va *bilvosita* usullarga bo‘lish mumkin.

Bevosita korroziyadan yo‘qotishga buyumlarni himoyalash uchun qilinadigan sarf-harajatlar va metallning ish qobiliyatini yo‘qotish natijasida to‘liq ishdan chiqishi kiradi. Mutaxassislar hisob-kitobiga ko‘ra, metallarning to‘liq ishdan chiqishi hozirgi vaqtda yiliga 10-15% ini tashkil etadi.

Bilvosita korroziyadan yo‘qotishga jihozlarning ish unumdorligi kamayishi natijasida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar sifati va hajmi kamayishi, hamda metallar sarfining oshishi kiradi.

Neft va gaz sanoatida korroziya natijasida ko‘pgina jihozlarning ish unumdorligi kamayishi va ishdan chiqishi kuzatiladi. Ayniqsa, quvurlar, jo‘mraklar va rezervuarlar shular jumlasidandir.

Metallarning korroziyaga qarshilik ko‘rsatish qobiliyati korroziyabardoshlik deyiladi. Metall va ularning qotishmalari har xil haroratli sharoitlarda va har xil tashqi muhitlarda turlisha korroziyabardoshlilikka ega bo‘ladi.

Korroziyaga qarshi himoya usullari konstruksion, texnologik va foydalanish davridagi tadbirlarga bo‘linadi va uning usullari korrozion eksperimental tadqiqotlar asosida ishlab chiqiladi.

Metall materiallar ularni qurshab turgan muhit ta’sirida har xil tezlikda yemiriladi. Bu yemirilishning asosiy sababi metall sirtining tashqi muhit bilan kimyoviy o‘zaro ta’siri natijasida bo‘ladi.

Korrozion jarayonlar metall sirtida sodir bo‘ladigan reaksiyalar mexanizmiga ko‘ra kimyoviy va elektrokimyoviy korroziyalarga bo‘linadi.

Kimyoviy korroziya metallning agressiv muhit bilan o‘zaro kimyoviy ta’sirida sodir bo‘ladigan jarayonlar orqali kechadi. Kimyoviy korroziyada metall sirti bilan suyuq yoki gazli muhitlarning kimyoviy geterogen reaksiyalari sodir bo‘lib, natijaviy elektr toki hosil bo‘lishi kuzatilmaydi. Korroziya metall sirtiga quruq gazlar va bug‘lar, suyuq eletrolitmaslar (neft va uning mahsulotlari, spirtlar, mineral yog‘lar, organik birikmalar) ta’sirida kuzatiladi.

Eletrokimyoviy korroziya geterogen elektrokimyoviy reaksiyalar bo‘lib, unga suvli eritmalarda, nam gazlarda, tuz va ishqorli eritmalarda sodir bo‘ladigan jarayonlar kiradi va metallning muhit bilan o‘zaro ta’siri natijasida elektr toki hosil bo‘lishi kuzatiladi. Elektrokimyoviy korroziyani sodir bo‘lish sharoiti, muhitning xossalariga va boshqa turlarga ko‘ra tasniflash mumkin.

Agressiv muhitlarning turlariga ko‘ra korrozion jarayonlar atmosferaviy, gazda, suyuqliklarda, tuproqda, adashgan toklar ta’sirida, biologik korroziyalarga bo‘linadi.

Metall qurilmalarning korroziyalanishi ikki mexanizm asosida sodir etadi: kimyoviy va elektrokimyoviy. Kimyoviy mexanizmdagi ko’rinish yuqori haroratda gazlar ta’sirida, “Quriq”

atmosfera sharoitida va tok o‘tkazmaydigan suyuqliklarda sodir bo‘ladi. Metallarning kimyoviy korroziyasida oksidlanish va qaytarilish jarayoni bir vaqtni o‘zida tashqi muhit va metall ta’sir chegarasida sodir bo‘ladi (geterogen muhit). Natijada metallarning oksidlari hosil bo‘ladi.

Masalan: FeO; Fe_2O_3; Fe_3O_4; Al_2O_3; ZnO_2 va boshqalar.

Metallarning elektrokimyoviy mexanizmi asosidagi yemirilishi elektrolitlarda, tuproq sharoitida, bakteriyalar ta’sirida va “Xo‘l”, “Nam” atmosfera sharoitida sodir bo‘ladi.

Elektrokimyoviy korroziya yemirilish mexanizmi galvanik neftlarning yemirilish mexanizmiga o‘xshash bo‘ladi. Metall yuzasida quyidagi sabablarga ko‘ra makro va mikro galvanik juftlar hosil bo‘ladi:

- Metall makro va mikro tarkibining bir xil bo‘lmasligi;
- Metall makro va mikro yuza tekisligini bir xil bo‘lmasligi;
- Iflosliklarni va korroziya mahsulotlarini metall yuzasida bir xil tarqalmaganligi;
- Metall yuzasida ezilgan va chizilgan joylarni bo‘lish va boshqalar.

Neft va gaz quvurlari, foydalanish davrida, yuqorida ko‘rsatilgan sharoitlar ta’sirida bo‘ladilar va tegishlicha korroziyalanadilar.

Hosil bo‘lgan galvanik juftlarning anod bo‘limida oksidlanish ($Me \rightarrow Me^n + ne$), katod bo‘limida esa qaytarilish jarayonlari ($D + ne \rightarrow ne$; $D = H^+$; O_2; Me^{n+}) sodir bo‘ladi. Natijada metallarning gidrooksidlari hosil bo‘ladi.

Masalan: $Fe(ON)_2$; $Fe(ON)_3$; $Al(ON)_3$ va boshqalar.

Shunday qilib, metallar korroziyasi deb, ularning tashqi muhit ta’sirida o‘zaro kimyoviy, elektrokimyoviy jarayonlar natijasida o‘zicha yemirilishiga aytiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров Изучение Ингибирующих Свойств 2, 7-Диметил-2, 7-Дицианид-3, 6-Диазаоктана Universum: технические науки 5-4 (86). Москва 2021. стр 16-19.
2. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.
3. Атакулова, Д. Д., & Абдувалиев, С. А. (2023). Использование Ингибиторов Коррозии Металлов. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 938-942 ст.
4. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).
5. Ataqulova D.D., Qurbanov M.J. MAD-20 preperatining ingibitorlik xossasini gravimetrik usulda o‘rganish. QDU XABARNOMA. 2022 6/1(56). 55-58 bet.
6. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.
7. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

GAZ QUDUQLARINI ISHLATISHNING SO‘NGGI BOSQICHLARIDA SUYUQLIK YUKLANISHINI BOSHQARISH VA TEXNOLOGIK YECHIMLARNI TANLASH

Samatov Sherzod Shavkatovich[1], Xushvaqtov G‘ayrat Abdiraimovich[2]
[1] Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: sh.sh.samatov@gmail.com
[2] Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: gayratxushvaqtov2210@gmail.com

Abstract. The paper considers technological approaches to maintaining stable operation of gas wells at the late stage of field development when reservoir pressure and gas rate decline and liquid loading becomes a limiting factor. A screening workflow is proposed that combines the critical gas velocity criterion, the ratio of actual to critical gas rate, nodal analysis, and selection of deliquification technology. The applicability of surface compression, velocity strings, foaming agents, plunger lift, gas lift and intermittent operation is compared. It is shown analytically that tubing downsizing reduces the critical flow-rate requirement in proportion to the cross-sectional area, but its benefit must be checked against increasing friction losses. The proposed workflow supports technically justified selection of late-life well operating methods without relying on a single empirical criterion.

Keywords: late-life gas well, liquid loading, critical gas velocity, velocity string, compression, plunger lift, nodal analysis.

Аннотация. В статье рассмотрены технологические подходы к устойчивой эксплуатации газовых скважин на поздней стадии разработки месторождений, когда снижение пластового давления и дебита газа приводит к жидкостной загрузке ствола. Предложена схема выбора решения, объединяющая критерий критической скорости газа, отношение фактического расхода к критическому, узловой анализ и подбор технологии удаления жидкости. Сопоставлены наземная компрессия, колонны малого диаметра, пенообразователи, плунжерный и газлифтный способы, а также периодическая эксплуатация. Аналитически показано, что уменьшение диаметра НКТ снижает требуемый критический расход пропорционально площади сечения, однако эффект должен оцениваться совместно с ростом потерь на трение.

Ключевые слова: поздняя стадия разработки, газовая скважина, жидкостная загрузка, критическая скорость газа, компрессия, плунжерный лифт, узловой анализ.

Annotatsiya. Maqolada konlarni ishlashning so‘nggi bosqichida qatlam bosimi va gaz debiti pasayishi natijasida quduq stvolida suyuqlik yuklanishi yuzaga keladigan sharoitlarda gaz quduqlarini barqaror ishlatish yondashuvlari ko‘rib chiqilgan. Kritik gaz tezligi mezoni, haqiqiy va kritik gaz sarflari nisbati, nodal tahlil hamda suyuqlikni chiqarish texnologiyasini tanlashni birlashtiruvchi skrining algoritmi taklif etilgan. Yer usti kompressiyasi, kichik diametrli lift quvurlari, ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar, plunjerli lift, gazlift va davriy ishlatish usullari taqqoslangan. Analitik jihatdan lift quvuri diametrini kamaytirish kritik sarf talabini kesim yuzasiga mutanosib ravishda pasaytirishi, biroq bu samara ishqalanish yo‘qotishlari ortishi bilan birgalikda baholanishi zarurligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: ishlashning so‘nggi bosqichi, gaz qudug‘i, suyuqlik yuklanishi, kritik gaz tezligi, kompressiya, plunjerli lift, nodal tahlil.

Kirish. Gaz konlarini ishlashning so‘nggi bosqichida qatlam bosimi pasayishi, quduq tubi bosimining nisbatan yuqori saqlanib qolishi va gaz tezligining kamayishi quduqning tabiiy ravishda suv hamda kondensatni yer yuzasiga olib chiqish qobiliyatini susaytiradi. Natijada suyuqlik quduq stvolida to‘planib, gidrostatik qarshi bosimni oshiradi, gaz oqimini cheklaydi va ayrim hollarda geologik zaxira hali mavjud bo‘lsa ham quduqning muddatidan oldin to‘xtashiga olib keladi [1-6]. Shu sababli yakuniy bosqichdagi quduqlar uchun “maksimal debit” emas, balki quduq–qatlam–yer usti tizimining barqaror ishlash chegarasini aniqlash muhimdir. Turner va hammualliflar suyuqlik

tomchisining gaz oqimida ko‘tarilishi uchun zarur minimal tezlikka asoslangan kritik tezlik mezonini taklif qilgan [1, 7]. Coleman va hammualliflar past bosimli quduqlar uchun Turner modelidagi 20 % tuzatish har doim ham zarur emasligini kon ma’lumotlari bilan ko‘rsatgan [2, 8]. Keyingi tadqiqotlarda quduq og‘maligi, oqim rejimi, qatlam IPR va quvur TPR tavsiflarining o‘zaro ta’siri hisobga olinmasa, klassik mezon kritik sarfni yetarli aniqlikda bermasligi mumkinligi aniqlangan [3].

Tadqiqot usuli. Ishda gaz qudug‘ida suyuqlik yuklanishini baholash uchun kritik tezlik mezoni boshlang‘ich skrining vositasi sifatida qabul qilindi. Umumlashgan ko‘rinishda kritik gaz tezligi quyidagicha ifodalanadi [1, 2]:

$$v_{cr} = C_T \left[\frac{\sigma(\rho_l - \rho_g)}{\rho_g^2}\right]^{1/4}$$

bu yerda

v_{cr} – suyuqlikni uzluksiz olib chiqish uchun kritik gaz tezligi;

σ – gaz–suyuqlik chegarasidagi sirt tarangligi;

ρ_l va ρ_g – suyuqlik va gaz zichliklari;

C_T – tanlangan birliklar tizimi va model variantiga bog‘liq koeffitsiyent.

Quduqning ma’lum kesimidagi kritik sarf tezlik va oqim yuzasi orqali aniqlanadi. Standart sharoitga keltirilganda:

$$q_{cr} = v_{cr} A \frac{p\, T_{sc}\, Z_{sc}}{p_{sc}\, T\, Z}$$

bu yerda

A – lift quvurining ichki kesim yuzasi;

p va T – hisob nuqtasidagi bosim va harorat;

Z – gazning siqiluvchanlik koeffitsiyenti.

Amaldagi gaz sarfi q_g bilan taqqoslash uchun $\Lambda = q_g/q_{cr}$ nisbati qo‘llanadi: $\Lambda > 1$ bo‘lsa suyuqlikni tabiiy olib chiqish ehtimoli yuqori, $\Lambda \approx 1$ holati yuklanish boshlanishiga yaqin, $\Lambda < 1$ esa suyuqlik to‘planishi xavfini bildiradi. Biroq og‘ma quduqlarda va dinamik rejimlarda bu mezon alohida holda yakuniy qaror uchun yetarli emas [3, 4, 8, 9]. Shu sababli keyingi bosqichda qatlam IPR va quduq TPR egri chiziqlarini birgalikda tahlil qilish, yer usti qarshi bosimini va suyuqlik manbasini aniqlash tavsiya etiladi.

Natijalar va muhokama. Quduqning yakuniy bosqichdagi ishlashini takomillashtirishda texnologiya tanlashning fizik mohiyati uch yo‘ldan biriga borib taqaladi: gaz tezligini oshirish, suyuqlikni ko‘tarish uchun talab etiladigan kritik tezlikni kamaytirish yoki tizimga tashqi energiya kiritish [5, 6]. Kichik diametrli lift quvuri gaz tezligini oshiradi. Agar boshqa sharoitlar o‘zgarmasa, $q_{cr} \propto A \propto D^2$ bo‘ladi. Masalan, ichki diametrni 73 mm dan 50 mm gacha kamaytirish kritik sarf talabini $(50/73)^2 = 0.469$ nisbatgacha, ya’ni nazariy jihatdan taxminan 53.1 % ga pasaytiradi. Shu bilan birga kichik diametr ishqalanish bosim yo‘qotishlarini oshiradi; demak, velocity string tanlovi faqat kritik tezlik bo‘yicha emas, nodal tahlil orqali quduqning butun ish diapazonida tekshirilishi kerak. Yer usti kompressiyasi esa quduq boshidagi qarshi bosimni pasaytirib, qatlamdan olinadigan gaz sarfini oshiradi va Λ nisbatini kritik chegaradan yuqoriga ko‘tarishi mumkin. Bu usul ayniqsa qatlamning qolgan mahsuldorlik zaxirasi yetarli, ammo yig‘ish tizimi bosimi quduq ishini cheklayotgan sharoitda samarali [5, 6, 11].

Ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar sirt tarangligini kamaytirib, suyuqlikni gaz bilan olib chiqishni yengillashtiradi; plunjerli lift esa quduq energiyasidan davriy foydalanib suyuqlik slugini yer yuzasiga ko‘tarishga xizmat qiladi. Qatlam energiyasi juda kamayganda gazlift yoki nasos kabi tashqi energiya talab qiluvchi usullar ko‘rib chiqiladi. Davriy ishlatish qisqa muddatda quduqni tiklashi mumkin, biroq to‘planish–tozalash sikllari qatlam va stvol dinamikasiga bog‘liq bo‘lgani uchun optimal ochish/yopish davrlarini hisoblash talab etiladi [3, 6]. Veeken va hammualliflarning kon ma’lumotlari klassik Turner prognoziga nisbatan ayrim yuklanish nuqtalari yuqoriroq sarflarda yuz berishini, ya’ni xavfsizlik zaxirasi va ko‘p fazali oqim xususiyatlarini hisobga olish zarurligini

ko‘rsatgan [4]. Zamonaviy tadqiqotlarda ma’lumotlarga asoslangan modellar klassik korrelyatsiyalarni to‘ldirishi mumkin, ammo ularni sifatli quduq ma’lumotlari va fizik cheklovlar bilan bog‘lash zarur [7].

1-jadval.

Yakuniy bosqichdagi gaz quduqlari uchun texnologik yechimlarni tanlash matritsasi

Asosiy diagnostik holat	Maqsad	Ustuvor yechim	Asosiy cheklov
Gaz sarfi kritik qiymatga yaqin, suv ulushi kichik–o‘rtacha	Kritik ko‘tarish shartini yengillashtirish	Ko‘pik hosil qiluvchi reagent; rejimni optimallashtirish	Reagentning suv/kondensat tarkibiga mosligi
Lift quvuri diametri katta, qatlam bosimi hali yetarli	Gaz tezligini oshirish	Kichik diametrli lift quvuri (velocity string)	Ishqalanish yo‘qotishi va kelajakdagi yuqori sarf cheklovi
Quduq boshidagi/yig‘ish tizimidagi qarshi bosim yuqori	Depressiyani va gaz sarfini oshirish	Yer usti kompressiyasi	Kompressor quvvati, iqtisodiy va tizim bosimi cheklovlari
Davriy suyuqlik sluglari, bosim yig‘ilishi mavjud	Quduq energiyasi bilan suyuqlikni chiqarish	Plunjerli lift	Komplektatsiya va siklni to‘g‘ri boshqarish talabi
Qatlam energiyasi tabiiy unload uchun yetarli emas	Tashqi energiya bilan ko‘tarish	Gazlift yoki nasosli usul	Kapital/operatsion xarajat va quduq konstruktsiyasi
Beqaror yuklanish, qayta ishga tushish sikllari	Barqaror ishlash chegarasini topish	Dinamik/nodal tahlil asosida davriy ishlatish	Noto‘g‘ri sikl suyuqlik to‘planishini kuchaytirishi mumkin

Taklif etilayotgan algoritm quyidagi ketma-ketlikka asoslanadi: birinchidan, quduqning haqiqiy gaz va suyuqlik sarfi, quduq boshi va tubi bosimlari hamda lift quvuri parametrlari bo‘yicha yuklanish belgilari aniqlanadi; ikkinchidan, q_{cr} va Λ hisoblanadi; uchinchidan, IPR–TPR nodal tahlili bilan asosiy cheklov – qatlam inflowi, quvur gidravlikasi yoki yer usti qarshi bosimi – ajratiladi; to‘rtinchidan, 1-jadval bo‘yicha bir yoki bir nechta yechim tanlanib, ularning kombinatsiyasi texnik-iqtisodiy jihatdan baholanadi. Bunday yondashuv “bitta quduq – bitta universal usul” tamoyilidan voz kechib, quduqning vaqt bo‘yicha o‘zgaradigan holatiga mos boshqaruvni ta’minlaydi. Tugan tomonidan keltirilgan kon holatlari ham deliquifikatsiya usulini tanlashda suyuqlik manbasi, quduq energiyasi va ish sharoitlarini birgalikda ko‘rish zarurligini ta’kidlaydi [6].

Xulosa. Gaz konlarini ishlashning so‘nggi bosqichida quduq mahsuldorligining pasayishi ko‘p hollarda faqat qatlam zaxirasining kamayishi bilan emas, balki quduq stvolida suyuqlik yuklanishi va yer usti qarshi bosimining ortishi bilan ham bog‘liq. Kritik gaz tezligi mezoni yuklanishni erta skrining qilish uchun qulay, biroq og‘ma va beqaror oqimlarda u nodal va zarur hollarda dinamik ko‘p fazali tahlil bilan to‘ldirilishi lozim. Lift quvuri diametrini kamaytirish, kompressiya, ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar, plunjerli lift, gazlift va davriy ishlatish usullarining samaradorligi turli fizik mexanizmlarga asoslangan. Shu bois eng maqbul yechim quduqning q_g/q_{cr} holati, IPR–TPR muvozanati, suyuqlik manbasi va mavjud energiya zaxirasiga qarab tanlanishi kerak. Taklif etilgan bosqichma-bosqich skrining algoritmi yakuniy bosqichdagi gaz quduqlarini ishlatish texnologiyasi va texnikasini tizimli takomillashtirish uchun amaliy metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

[1] Turner, R.G., Hubbard, M.G., Dukler, A.E. Analysis and Prediction of Minimum Flow Rate for the Continuous Removal of Liquids from Gas Wells. Journal of Petroleum Technology, 21(11), 1969, 1475–1482. https://doi.org/10.2118/2198-PA

[2] Coleman, S.B., Clay, H.B., McCurdy, D.G., Norris, L.H. A New Look at Predicting Gas-Well Load-Up. Journal of Petroleum Technology, 43(3), 1991, 329–333. https://doi.org/10.2118/20280-PA.

[3] Belfroid, S.P.C., Schiferli, W., Alberts, G.J.N., Veeken, C.A.M., Biezen, E. Predicting Onset and Dynamic Behaviour of Liquid Loading Gas Wells. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 2008, SPE-115567-MS. https://doi.org/10.2118/115567-MS

[4] Veeken, C.A.M., Hu, B., Schiferli, W. Gas-Well Liquid-Loading–Field-Data Analysis and Multiphase-Flow Modeling. SPE Production & Operations, 25(3), 2010, 275–284. https://doi.org/10.2118/123657-PA

[5] Lea, J.F., Nickens, H.V., Wells, M.R. Gas Well Deliquification: Solution to Gas Well Liquid Loading Problems. Gulf Professional Publishing, 2003.

[6] Tugan, M.F. Deliquification Techniques for Conventional and Unconventional Gas Wells:

Review, Field Cases and Lessons Learned for Mitigation of Liquid Loading. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 83, 2020, 103568. https://doi.org/10.1016/j.jngse.2020.103568
[7] Abhulimen, K.E., Abhulimen, K.E., Oladipupo, A.D. Modelling of Liquid Loading in Gas Wells Using a Software-Based Approach. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 13, 2023, 1–17. https://doi.org/10.1007/s13202-022-01525-x
[8] He, F., Huang, X., Yang, Y., Bu, C., Xing, H., Pu, L., Zhang, S. Review on Critical Liquid Loading Models and Their Application in Deep Unconventional Gas Reservoirs. Frontiers in Energy Research, 12, 2024, 1407384. https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1407384.
[9] Samatov Sh.Sh., Ahatova G.A., Xayitov L.K., Jo‘rayeva G.Ch., Maxmudov S.I. The role of well workover and intensification methods in improving the development efficiency of small-reserve gas condensate fields. Modern Education and Development, 2026, 43(2), 88–97. https://journalss.org/index.php/mod/article/view/17527/
[10] Xaitov L.K., Axatova G.A., Maxmudov S.I., Samatov Sh.Sh., Bozorov U.S. Quduq atrofi zonasining ifloslanishi va gazkondensat quduqlarida kapital ta’mir samaradorligiga ta’siri. “Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida yosh olimlarning o‘rni” Respublika ilmiy-amaliy anjumani, Qarshi, 2026, 70–75.
[11] Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh. Повышение эффективности капитального ремонта газоконденсатных скважин методом кислотной обработки. «Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса»: XV международная научно-практическая конференция, Нижневартовск, 2026, 158–162.

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ БАЗАЛЬТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Нурматов Жахонгир Тогаймурадович
Каршинский государственный технический университет, Карши, Узбекистан

Annotatsiya. *Maqolada bazalt magmasini eritish, har xil sharoitlarda oldingan tayyorlangan mahsulotlar, bazalt metall almashtirgichlarini olish va tanlash uslub va texnikalarini nazariy va ilmiy tadqiqotlar to‘g‘risida ma’lumotlar yoritilgan. Metodika tog‘ jinsini eritish va tadqiqot izlanishlari bilan shug‘ullanuvchi mutaxassislar, ilmiy xodimlar, magistrlar va talabalarga mo‘ljallangan.*

Kalit so‘zlar. *Eritish, toblash, tigel, o‘tga chidamlilik, yuqori harorat, fizik-kimyoviy xossalar, kimyoviy xossalar, quyish, erish, qattiqlik, deformatsiya, uzilish, metall, bazalt, magma, sinov mashinalari.*

Аннотация. *В данной статьи приводятся сведения о методики и техники проведения теоретических и экспериментальных исследованиях процесса плавки базальтовой магмы, отпуск полученных заготовок в разных условиях и подбора материалов формы для получения базальтовых металлозаменителей. Методика предназначена для специалистов, научных сотрудников, магистров и студентов занимающихся вопросами исследования и плавки горной породы.*

Ключевые слова. *Плавка, отпуск, тигель, огнеупорность, высокая температура, физико-механические свойства, химические свойства, литьё, плавление, твердость, деформация, разрыв, металл, базальт, магма, испытательные машины.*

Annotation*. This article provides about procedure and technique of information on theoretical and experimental traces of the process of melting basalt magma, the release of the obtained blanks under various conditions and the selection of mold materials for the production of basalt metal substitutes. The technique is intended for specialists, researchers, masters and students involved in the research and smelting of rock.*

Keywords. *Melting, tempering, crucible, refractory, high temperature, physical and mechanical properties, chemical properties, casting, melting, hardness, deformation, breaking, metal, basalt, magma, testing machines.*

ВВЕДЕНИЕ. В традиционных методах изготовления формы в основном обращают внимание на то, чтобы не усложнять конструкцию формы и её частей. Например, обычно в традиционных простых конструкциях формы число частей зависит от конструкции отливки и принятой технологии изготовления формы. Допустим, для формовки короткой трубы в двух опоках используют опоку, представляющую собой жесткую рамку, в которой изготовляют форму (на рисунках не показано).

Материалы и методы. Разовые формы изготовляют при помощи деревянных или металлических моделей, которые удаляют из опок после заполнения их формовочной смесью. Разъемная модель может состоять из двух половинок и иметь знаки (выступы) с торцовых сторон для того, чтобы подготовить место под стержни. Такая модель позволяет получать только внешние очертания фасонной отливки; внутренние полости, сквозные отверстия и впадины в отливке получаются с помощью стержней. Стержни устанавливают в форме при ее сборке. В собранной форме образуется пространство между полуформами и стержнями, которое заполняется жидким металлом. После затвердевания металла в форме стержни выбивают, и в отливке остаются сквозные отверстия или выемки. Стержень получается из стержневой смеси в сборном ящике [10,12]. Перед сдачей готового изделия литниковую систему отрезают, а поверхностные дефекты отливки исправляют.

В таких случаях многое зависит от состава формовочной смеси, которую получают смешиванием свежего кварцевого песка и огнеупорной глины с определенным количеством отработанной (горелой) формовочной смеси и различных добавок. Свойства формовочных смесей зависят от качества исходных материалов (химического состава, формы и величины зерен песка, размеров частиц глины), правильно подобранного соотношения между исходными материалами, рациональных способов их смешивания и влажности. Основными физико-механическими свойствами формовочных и стержневых смесей являются газопроницаемость, прочность, податливость, пластичность, огнеупорность, долговечность.

В жидком металле всегда содержится некоторое количество растворенных газов, которые при затвердевании металла выделяются из него. Если образующиеся газы и выделяющиеся из формовочной смеси водяные пары не успевают полностью удалиться через стенки формы, то они могут проникнуть в жидкий металл и образовать в отливке газовые раковины и поры. Во избежание брака вследствие газовых раковин формовочная смесь должна иметь хорошую газопроницаемость, т.е. способность пропускать газы и водяные пары, образующиеся при заливке формы расплавом.

Литейные цехи потребляют большое количество формовочных и стержневых смесей. На 1 т годного литья расходуется 5-12 т формовочной смеси. Поэтому в каждом литейном цехе устраивают отделение для приготовления формовочных и стержневых материалов и смесей на механизированных и автоматизированных установках.

Чтобы получить формовочные и стержневые смеси, свежие материалы сушат, размельчают или разминают и просеивают. Затем их смешивают в однородную массу. Чем равномернее распределяются между зернами песка глинистые добавки, влага и другие составные части, тем выше основные качества смеси, т.е. её способность пропускать пары и газы, а также прочность и огнеупорность при наименьших количествах связующих веществ.

Формовочные смеси по назначению разделяют на облицовочные, наполнительные и единые; по виду металла – на смеси для чугунного, стального и цветного литья; по видам формовки – на смеси для сырых и сухих форм.

Облицовочные формовочные смеси прилегают непосредственно к поверхности модели; при заливке формы они соприкасаются с жидким металлом и, следовательно, находятся в наиболее тяжелых условиях работы; поэтому они должны быть более прочными и огнеупорными, изготовляться из кварцевого песка и глины без добавок отработанной смеси.

Обычно толщина слоя облицовочной смеси в форме равна 20-30 мм. Расход облицовочной смеси составляет 10-15% количества формовочной смеси.

Наполнительными формовочными смесями заполняют весь объем опоки. В основном это отработанная формовочная смесь с добавкой некоторого количества свежих материалов. Наполнительная смесь должна быть достаточно газопроницаемой.

В механизированных литейных цехах при массовом производстве и машинной формовке применяют единую формовочную смесь для изготовления форм и заполнения всего объема опоки. Она состоит из отработанной формовочной земли с добавкой песка и глины. Так как из этой массы изготовляют всю форму, то прочность, газопроницаемость и огнеупорность ее должны быть более высокими, чем наполнительной формовочной смеси.

При изготовлении сухих форм всегда применяют облицовочную смесь, а при изготовлении сырых форм часто используют единую смесь. Крупные формы для отливок массового производства, а также стержни некоторых видов изготовляют из глины или из «формовочных» масс с очень большим содержанием глинистых веществ [12,13,14].

Приведенные сведения о формах и литейных работах относятся только к металлам. Поэтому по ниже следующим причинам считалось нецелесообразным использование для отливки жидкой базальтовой массы традиционных форм:

- как будет вести себя жидкая базальтовая масса в таких традиционных формах;
- какую остывшую массу можно получить после литья;
- какова степень показателей качества получаемых заготовок;
- отвечает ли качество заготовки предъявляемым к ним требованиям;
- базальтовая порода - не металл и не рудный материал;
- базальтовая порода - неоднородный материал;

-входящие в состав базальта химические элементы требуют разную температуру плавления;

-при переплавке базальтовый сплав может потребовать дополнительную температуру из-за изменения структуры базальта.

Хотя существуют многочисленные сведения о свойствах базальтов и возможностях их использования, но в литературных источниках и в сведениях, полученных из Интернета, информации о получении отливок из базальтовой магмы не было обнаружено. Кроме этого следует подчеркнуть, что химический состав базальтовой породы (CaO, K_2O, Na_2O, MgO, Al_2O_3, FeO, Fe_2O_3, TiO_2, SiO_2 и прочие материалы [1,2,3,4]) в разных месторождениях земли разный, что требует разработать особый режим плавки.

Из выше изложенного следует, что процесс изготовления формы и её использование для плавки базальтовой породы требует особого подхода и есть необходимость произвести плавку базальтовой породы в лабораторных условиях, причем использовать для этих целей специальную форму, изготовленную из жаропрочных материалов. Такое предположение возникло оттого, что при предварительной плавке порода плавилась при температуре 1600 ± 100^0C.

Для проведения экспериментального исследования, прежде всего, было необходимо подобрать материал и изготовить форму опок. В нашем случае самым подходящим материалом был выбран огнеупорный кирпич марки 2ХП-3, который имеет температуру выдержки до $+2500^0$C и является прочным материалом для плавки базальтовой породы.

Форму изготовили из огнеупорного кирпича 2ХП-3, который состоит из 1 и 2 опок (рис.1), полученных путем разделения кирпича ровно пополам (размеры кирпича 230x120x65 mm). Прежде чем разделить кирпич пополам, было просверлено по три отверстия на боковой (по ширине) стороне кирпича размером: диаметр отверстия 15 mm, глубина отверстия 100 mm и расстояние между отверстиями по 30-:-40 mm (так как, просверливая, легче было создать пространство, чем, например, создать пространство в виде четырехугольника или ромба). Хотя после разделения кирпича на две части просверленные отверстия потеряли свой прежний размер в диаметре, но это незначительно повлияло на внешний вид получаемых заготовок.

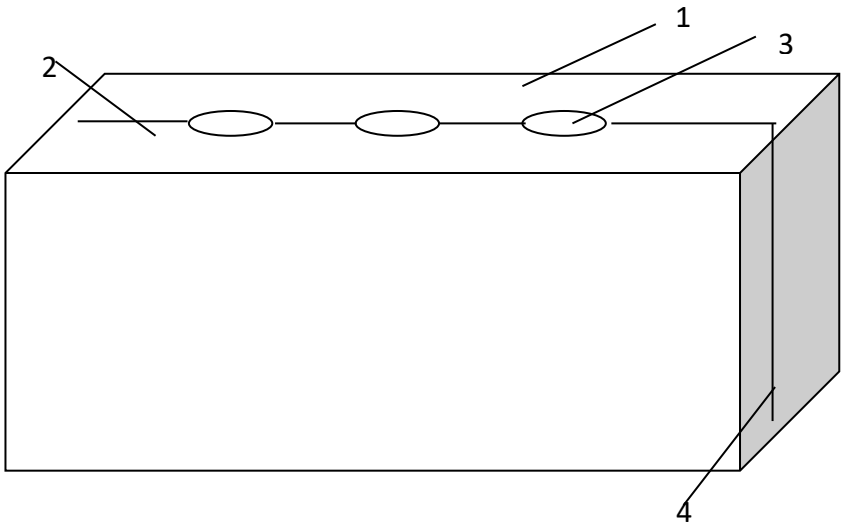


Рис.1. Внешний вид формы, изготовленной из материала огнеупорно го кирпича 2ХП-3 (пояс не показано): 1 и 2 - опоки; 3 – отверстия; 4-линия разделения опоек.

Результаты и обсуждения

По мнению специалистов, базальтовая порода после плавления практически не выделяет отходы. Однако, чтобы при разогреве породы и при отливке жидкой массы не оставались пузырьки внутри заготовки, были просверлены дополнительные отверстия диаметром 3-5 mm, что было достаточно для пропускания воздуха и удаления массы базальта. Каналы отверстий были направлены вверх под таким углом, чтобы при отливке жидкой массы не протекала и пропускала в открытое пространство газы лишних примесей [5,6,7,8].

Следующей основной задачей являлась подготовка для осуществления плавки базальтовой породы в лабораторной печи маркой KSL-1075-1 (Южная Корея) с температурной выдержкой 2000^0C, где показание температуры печи измеряется с помощью электронного термометра.

Для начала выполнили пробный подогрев печи KSL-1075-1 до температуры 1900^0C . Затем печь отключили и дали ей остыть до достижения комнатной температуры +20 ^{0}C. При этом подготовили формы и заполнили отверстия мелкими крошками базальтовой породы. При температуре +20 ^{0}C начали загрузку печи формами.

За процессом плавки базальтовой породы наблюдали через окошко двери печи. Таких форм было изготовлено три с целью отпуска заготовки в открытом воздухе, при комнатной и при высокой температуре (+800-850^{0}C). При показании электронного термометра температуры 1700^0C начали подготовку для вынимания заложенных в печь форм. [9,10].

При достижении температуры 1750^0C печь отключили, открыли дверцу и вынули из печи две из трех форм с помощью традиционных металлических клещей, используемых в литейных цехах Навоийского металлургического завода. Одну форму оставили в печи при открытых дверях, чтобы произвести отпуск жидкой массы при выше указанной температуре.

Одну форму продержа-ли в открытом воздухе при температуре воздуха +12^{0}C, для остывания заготовок до комнатной температуры. Вторую форму продержали в лабораторных условиях до остывания - до комнатной температуры. Затем были сняты керамические бандажи, разделены опоки и были вынуты остывшие заготовки базальтовой магмы, после чего была произведена их очистка.

Результаты проведенного лабораторного экспериментального исследования показали, что в двух случаях – на улице и в помещении, процесс остывания заготовок происходил быстро и почти одновременно. В третьей форме заготовка остывала вместе с печью, т.е. влияние теплоты внутри печи ощущалось.

Заключение. Следует отметить, во всех случаях происходила постепенная кристаллизация остывающей массы, в результате которой можно предположить, что (если учитывать, что в составе базальтовой породы имеются химические элементы такие, как

кремний, титан), не исследуя физико-механические свойства полученных заготовок, не возможно будет разработать план мероприятий по использованию базальтовой остывшей массы в практических целях. В результате проведенного экспериментального исследования было установлено, что время, температура и скорость плавления взаимосвязаны между собой и от этих трех параметров зависит производительность оборудования, предназначенного для плавки базальтовой породы.

Литературные источники

1. Курбанов, А. А., Нурматов, Ж. Т., Халилова, Ш. И., Рашидова, Р. К., & Абдуллаева, А. О. (2019). Процесс очистки минеральных пород от примесей. *Международный академический вестник*, (5), 125-127.

2. Samadova, M. X., Nurmatov, J. T., Samadov, A. X., Abdiraximov, I. E., Tog'ayev, A. I., & Kurbanov, A. T. (2022). Neft va gaz konlari asoslari. *Kholmamatov DH, Jurakulov OM, CRITERIA FOR SELECTING SALES CHANNELS IN SMALL BUSINESS AND PRIVATE ENTREPRENEURSHIP*, *227*.

3. Курбанов, А. А., Нурматов, Ж. Т., Рашидова, Р. К., Умрзакова, Ш. У., & Абдуллаева, А. О. (2019). ФОРМИРОВАНИЯ ЖИДКОГО БАЗАЛЬТА И ЕГО СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ. *Международный академический вестник*, (5), 123-125.

4. Нурматов, Ж. Т. (2021). Курбанов Абдирахим Ахмедович, Кобилов Сарвар Сирож Угли, Жумаев Жасурбек Рустам Угли ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА И ИЗМЕНЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЗАЛЬТОВ. *Universum: технические науки,(12-5)*, *93*.

5. Нурматов Ж.Т. (2022). О СВОЙСТВАХ БАЗАЛЬТОВ И ИЗДЕЛИЙ. Экономика и социум, (12-2 (103)), 747-750.

6. Нурматов Ж.Т. (2022). ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПЕЧИ ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТА. Экономика и социум, (12-2 (103)), 759-764.

7. Нурматов Ж.Т. (2022). ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ БАЗАЛЬТОВ И ПРОЦЕСС ПЛАВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО КАМНЯ. Экономика и социум, (12-2 (103)), 751-754.

8. T., N. J., A., K. A., & K., R. R. (2019). Comparative Analysis of the Physical and Chemical Properties of Uzbekistan's Basalts and Ways of Solutions to the Problems of Choice of Raw Processing Directions. *Land Science*, *1*(1), p59. https://doi.org/10.30560/ls.v1n1p59

9. K, R. R., Ahmedovich, K. A., T, A., B, J. A., J, T. O., & T, N. J. (2020). Heat Processing and Change of Proper Indicators of Basalts. *Land Science*, *2*(2), p1. https://doi.org/10.30560/ls.v2n2p1

10. Нурматов Ж.Т. (2022). ОСОБЫЕ СВОЙСТВА БАЗАЛЬТОВОГО МИНЕРАЛА. Экономика и социум, (12-2 (103)), 755-758.

11. Нурматов Ж.Т. (2022). МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОВ. Экономика и социум, (12-2 (103)), 765-771.

12. Нурматов Ж.Т. (2022). ОСОБЕННОСТИ РАСПЛАВА БАЗАЛЬТОВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД. Экономика и социум, (12-2 (103)), 743-746.

13. Нурматов Жахонгир Тогаймурадович, Курбанов Абдирахим Ахмедович, Кобилов Сарвар Сирож Угли, & Жумаев Жасурбек Рустам Угли (2021). ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА И ИЗМЕНЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЗАЛЬТОВ. Universum: технические науки, (12-5 (93)), 31-37.

14. Нурматов Ж.Т. (2023). РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕСМОТРЕННЫХ НОРМ ТОРМОЗНОЙ КОЛОДКИ БУРОВОЙ ЛЕБЁДКИ. Экономика и социум, (12 (115)-2), 932-934.

15. Нурматов Ж.Т. (2023). РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ КОЛОДКИ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВ. Экономика и социум, (12 (115)-2), 928-931.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ СМЕШАННЫХ РУД КАЛЬМАКЫРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОТОКОВ В ЦИКЛЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ФЛОТАЦИИ

Шомуродов Улугбек Мейли угли, **Маллаев Шамшод Обиджон угли**
Каршинский государственный технический университет

Аннотация. *В работе представлены результаты исследований технологических показателей обогащения смешанных медных руд Кальмакырского месторождения. Выполнен статистический анализ влияния неравномерности потоков руды в цикле измельчения на эффективность флотационного процесса. Установлено, что колебания производительности мельниц и плотности пульпы приводят к снижению извлечения меди на 7–8 %. Подтверждена эффективность двухстадиальной схемы измельчения с межцикловой флотацией. Предложены технологические мероприятия по стабилизации потоков материала, позволяющие повысить технологические показатели фабрики.*

Ключевые слова: *смешанные руды, Кальмакыр, флотация, измельчение, извлечение меди, статистический анализ, технологическая схема.*

Введение. Кальмакырское месторождение является одним из крупнейших медно-порфировых месторождений Центральной Азии. В последние годы наблюдается увеличение доли смешанных руд в общем объеме переработки, что требует совершенствования существующих технологий обогащения.

Одной из основных причин потерь меди является нестабильность технологических режимов измельчения и флотации. Изменение гранулометрического состава питания и расхода материала приводит к ухудшению селективности флотации и снижению извлечения металла.

Целью работы является исследование влияния неравномерности потоков руды на показатели обогащения смешанных руд и разработка рекомендаций по совершенствованию технологической схемы.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на технологических данных 3-й секции медной обогатительной фабрики.

Методы исследования включали:

- статистический анализ производственных данных;
- корреляционный анализ технологических параметров;
- лабораторные испытания продуктов флотации;
- сравнительную оценку различных схем измельчения.

Основными контролируемыми параметрами являлись:

- производительность мельниц;
- плотность пульпы;
- крупность измельчения;
- содержание меди;
- извлечение меди.

Результаты и обсуждение.

3.1 Влияние неравномерности потоков на извлечение меди

Анализ данных показал наличие устойчивой зависимости между стабильностью подачи материала и показателями флотации.

Таблица 1 – Влияние колебаний потока руды на извлечение меди

Режим работы	**Коэффициент вариации потока, %**	**Извлечение Cu, %**
Стабильный	5	89,4
Умеренно нестабильный	10	86,8

Нестабильный	15	83,7
Сильно нестабильный	20	81,5

Полученные результаты свидетельствуют о снижении извлечения меди на 7–8 % при значительных колебаниях подачи руды.

Рисунок 1. Зависимость извлечения меди от неравномерности потока руды

Извлечение Cu (%)

5 10 15 20

Коэффициент вариации потока (%)

3.2 Оценка двухстадиальной схемы измельчения

Результаты подтвердили эффективность проектного решения по использованию двухстадиального измельчения с межцикловой флотацией.

Таблица 2 – Сравнение технологических схем

Показатель	Одностадиальная	Двухстадиальная
Извлечение Cu, %	82,6	89,1
Содержание Cu в концентрате, %	18,4	22,7
Потери Cu в хвостах, %	17,4	10,9

Повышение извлечения составило более 6 %.

3.3 Технологическое обоснование

При двухстадиальном измельчении происходит:

- снижение переизмельчения минералов;
- повышение раскрытия сульфидов меди;
- уменьшение циркуляционной нагрузки;
- стабилизация гранулометрического состава питания флотации.

Заключение. Установлено, что неравномерность потоков материала снижает извлечение меди на 7–8 %.

1. Подтверждена эффективность двухстадиальной схемы измельчения с межцикловой флотацией.

2. Стабилизация потоков материала обеспечивает повышение извлечения меди и качества концентрата.

3. Рекомендуется внедрение автоматизированной системы регулирования загрузки мельниц и плотности пульпы.

Литература

1. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 2018.
2. Ергешев А.Р. Обогащение медных руд Узбекистана. – Ташкент, 2021.
3. Wills B.A., Finch J. Mineral Processing Technology. Elsevier, 2023.
4. Fuerstenau M.C. Froth Flotation. SME, 2021.
5. Bulatovic S.M. Handbook of Flotation Reagents. Elsevier, 2022.

PARAFIN UGLEVODORODLARINING IZOMERIZATSIYA REAKTSIYALARI MEXANIZMI

Djuraeva G.X., Barotova N.A.

[1]t.f.n., professor v.b., Qarshi davlat texnika universiteti, djurayeva60@mail.ru

[2]magistratura student, Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Izomerlanish reaksiyasi tarkibida metall bo‘lgan katalizatorda vodorod atmosferasida olib borilish sabablari, vodorod va oraliq to‘yinmagan birikmalarning katalizator yuzasida adsorbsiyasi hodisalari tahlili o‘rganildi. Parafin uglevodorodlarining izomerlanish reaksiyasi tezligi uglevodorodning parsial bosimi oshishi bilan ortadi va vodorodning parsial bosimi oshishi bilan esa kamayadi. Har bir uglevodorod va katalizator uchun ushbu qiymatlarning optimal

nisbati izomerizatsiya chuqurligiga va vaqt o‘tishi bilan katalizatorning barqarorlikka erishilishini ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: izomerizatsiya, gidrokreking, disproportsiyalanish reaktsiyasi, seolit, platina, katalizator, karbkationlar konsentratsiyasi.

Аннотация. Были изучены причины протекания реакции изомеризации водородной среде на металлосодержащем катализаторе, а также проведён анализ явлений адсорбции водорода и промежуточных ненасыщенных соединений на поверхности катализатора. Скорость реакции изомеризации парафиновых углеводородов возрастает с увеличением парциального давления углеводородов и уменьшается с увеличением парциального давления водорода. Оптимальное соотношение этих значений для каждого углеводорода и катализатора обеспечивает глубину изомеризации и стабильность катализатора во времени.

Ключевые слова: изомеризация, гидрокрекинг, реакция диспропорционирования, цеолит, платина, катализатор, концентрация карбокатионов.

Abstract. The reasons for the isomerization reaction being carried out in a hydrogen atmosphere on a metal-containing catalyst, and the analysis of the adsorption phenomena of hydrogen and intermediate unsaturated compounds on the catalyst surface were studied. The rate of the isomerization reaction of paraffin hydrocarbons increases with increasing hydrocarbon partial pressure and decreases with increasing hydrogen partial pressure. The optimal ratio of these values for each hydrocarbon and catalyst ensures the depth of isomerization and the stability of the catalyst over time.

Keywords: isomerization, hydrocracking, disproportionation reaction, zeolite, platinum, catalyst, carbocation concentration.

Parafin uglevodorodlarning izomerizatsiya reaksiyalari izo-birikmalar olish manbai hisoblanadi. Bu reaksiyalar, shuningdek, neftni qayta ishlashning ayrim jarayonlarida - katalitik kreking, katalitik riforming va gidrokrekingda muhim rol o'ynaydi. Ushbu jarayonlarda n-parafinlar sezilarli darajada yuqori oktan soniga ega tarmoqlangan uglevodorodlarga izomerlanadi [1].

Parafin uglevodorodlarining izomerizatsiyasi gidrokreking va disproportsiyalanish reaksiyalari bilan birga boradi. Har bir katalizator va uglevodorod uchun ushbu yon reaksiyalarni minimallashtirishda optimal sharoitlar tanlanishi kerak. N-geksan molekulasini gidrokrekingi natijasida quyidagi reaktsiyalar boradi:

$$\mathrm{n-C_6 + H_2 \rightarrow 2C_3}$$
$$\mathrm{n-C_6 + H_2 \rightarrow C_2 + C_4}$$
$$\mathrm{n-C_6 + H_2 \rightarrow C_1 + C_5}$$

Disproportsiyalanish reaksiya past va yuqori molekulyar massaga ega bo‘lgan parafin uglevodorodlar hosil bo‘lishi bilan sodir bo'ladi:

$$\mathrm{2C_6 \rightarrow C_5 + C_7}$$

Parafin uglevodorodlarning tarkibidagi mordenitli seolit katalizatorlaridagi disproportsiyalanish reaksiyasi jarayonida molekulyar og'irligi boshlang‘ichga nisbatan yuqori bo‘lgan uglevodorodlar reaksiya mahsulotlarida aniqlanmaydi, chunki ularning gidrokreking reaksiyasi sodir bo'ladi.

Shuning uchun vodorod muhitida seolit katalizatorida geksanlarning disproportsiyalanish jami reaksiyasi quyidagicha:

$$\mathrm{2C_6H_{14} + H_2 \rightarrow C_3H_8 + C_4H_{10} + C_5H_{12}}$$

Platinali katalizatorlarda izomerizatsiya jarayonida ushbu uglevodorodlar quyidagi reaksiyalar bo‘yicha har bir uglevodorod uchun termodinamik muvozanat shartlariga muvofiq o‘zgarishga uchraydi:

$$\mathrm{C_6H_6 + 3H_2 \leftrightarrow C_6H_{12}}$$
$$\mathrm{C_5H_9 - CH_3 \leftrightarrow C_6H_{12}}$$
$$\mathrm{C_7H_{16} + H_2 \leftrightarrow C_3H_8 + C_4H_{10}}$$

Parafin uglevodorodlarining izomerlanish reaksiyasi tezligi uglevodorodning parsial bosimi oshishi bilan ortadi va vodorodning parsial bosimi oshishi bilan esa kamayadi. Har bir uglevodorod va katalizator uchun ushbu qiymatlarning optimal nisbati izomerizatsiya chuqurligiga va vaqt o‘tishi bilan katalizatorning barqarorlikka erishilishini ta’minlaydi [2].

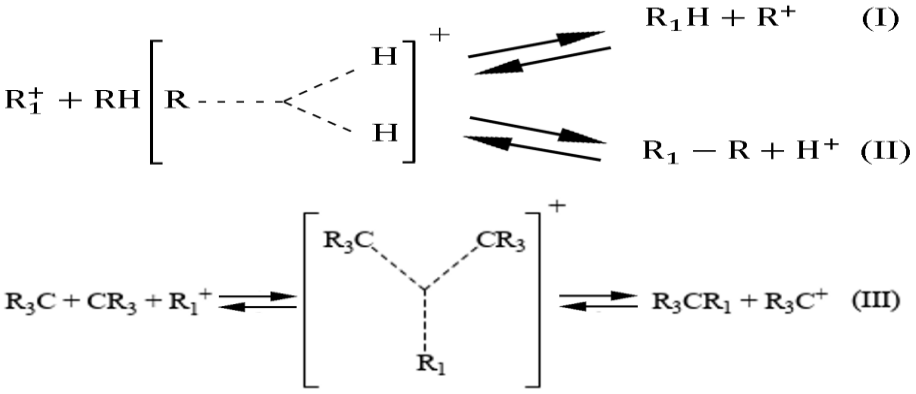
Izomerlanish reaksiyasi tarkibida metall bo‘lgan katalizatorda uzluksiz davom etishi uchun uni vodorod atmosferasida o'tkazish kerak. Bu vodorodning adsorbsiya va dissotsiatsiya hodisalari va vodorod zarralarining metaldan tashuvchiga o'tishi bilan bog‘liq [3]. Vodorod va oraliq to‘yinmagan birikmalarning katalizator yuzasida adsorbsiyasi hodisalari ham sodir bo'ladi, shu bilan birga bu birikmalarning bir qismi katalizator yuzasidan vodorod bilan siqib chiqariladi, bu ham uning barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Ftor va xlor bilan promotorlangan alyumoplatina katalizatorlarida va metall seolit katalizatorlarida reaksiya olib borilsa, gidrokreking va disproportsiyalanish reaksiyalari vodorod ishtirokisiz maksimal qiymatga ega bo‘ladi, vodorod partsial bosimining oshishi bilan asta-sekin ma’lum bir chegaragacha kamayadi va keyinchalik uning ko'payishi bilan ortadi.

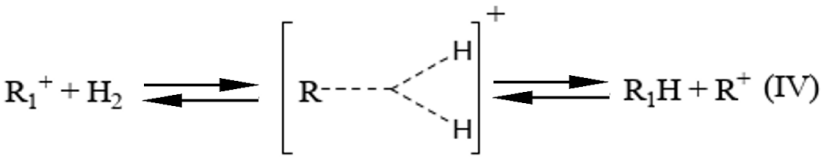
$HCl\text{-}A1Cl_3$ va $HF\text{-}BF_3$ katalizatorlari ishtirokida gidrokreking va disproportsiyalanish reaksiyasini vodorod bilan ingibirlash, shuningdek izomerlash reaksiyasini quyidagi reaksiya bo'yicha karbkationlar konsentratsiyasining kamayishi bilan izohlanadi:

$$R^+ + H_2 \rightarrow RH + H^+$$

Karbkation va parafin uglevodorod molekulasining o'zaro ta'siri bir necha usul bilan parchalanadigan oraliq pentakoordinatsiyalangan ion hosil bo'lishi orqali boradi:



Ushbu reaksiyalarning birinchisi - parafin uglevodorod izomerlanishining cheklangan bosqichi hisoblanadi; kreking va disproportsiyalanish mahsulotlarining hosil bo'lishi (II) va (III) reaktsiyalar borishiga asoslangan; vodorod ishtirokida karbkation yana boshqa bir reaksiyaga kirishadi:



Ushbu reaksiya (I)-(III) reaksiyalar bilan raqobatlashadi. Shunday qilib, vodorod parafin uglevodorodlarni kuchli kislotalar ishtirokida izomerlanish, gidrokreking va disproportsiyalanish reaktsiyalari tezligini pasaytiradi [4,5].

Vodorod katalizatorning kislota markazlarida adsorbsiyalangan ko’rinishlarning izomerlanish reaksiyalari sekin bosqichida qatnashishi taklif qilinadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. И доп. –М. Химия, 1988. – 592 с.

2. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: Учеб.-метод. комплекс для студ. в 2-х ч./Сост.: С.М. Ткачев – ч.1 Курс лекций. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 345 с.

3. Рябов В.Д. Химия нефти и газа: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 336 с

4. Джураева Г.Х., Исматов Б.А. ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ИЗОМЕРИЗАЦИИ ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ. “NEFT VA GAZ SOHASIDA KADRLAR TAYYORLASH SIFATINI OSHIRISHDA TA’LIM VA ISHLAB CHIQARISH KLASTERINING AHAMIYATI”. Ilmiy-amaliy konferensiya. QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI. 2023 yil.

5. Джураева Г.Х., Исматов Б.А. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ИЗОМЕРИЗАЦИИ ПЕНТАН-ГЕКСАНОВОЙ .ФРАКЦИИ. Инновационные подходы к локализацию: Сборник научных трудов по материалам Международной научно практической конференции г. Карши, 14 октябрь 2023 г. – 628 с.

ICHKI BOSIM TA’SIRIDAGI YER OSTI PE80 VA PE100 POLIETILEN QUVURLARINING ZO‘RIQISH–DEFORMATSIYA HOLATINI SONLI MODELLASHTIRISH ASOSIDA QIYOSIY BAHOLASH

Abdimo‘minov Erkin
Qarshi davlat uneversiteti professori Qarshi shahri,
Almardonov Oybek Maxmatqulovich
Qarshi davlat uneversiteti dotsenti Qarshi shahri,

Annotatsiya. Mazkur maqolada ichki bosim ta’sirida ishlaydigan yer osti PE80 va PE100 polietilen quvurlarining zo‘riqish–deformatsiya holati qiyosiy o‘rganilgan. Tadqiqot uchun tashqi diametri 110 mm, devor qalinligi 10 mm va SDR 11 o‘lcham nisbatiga ega quvur modeli tanlangan. Quvurning zichlangan qumloq gruntda 1,2 m chuqurlikda joylashishi hamda unga 0,4; 0,8 va 1,2 MPa miqdoridagi ichki bosimlar ta’sir etishi qabul qilingan. Quvur–grunt tizimining uch o‘lchamli geometrik modeli ANSYS Workbench dasturining Static Structural modulida chekli elementlar usuli asosida tahlil qilinadi. Hisoblash jarayonida quvur devoridagi ekvivalent kuchlanishlar, halqasimon deformatsiyalar, radial siljishlar va quvur ko‘ndalang kesimining ovalizatsiyasi baholanadi. PE80 va PE100 materiallari uchun olingan natijalarni taqqoslash orqali material mustahkamligi va qattiqligining quvur deformatsiyalanishiga ta’siri aniqlanadi. Tadqiqot nat yer osti bosimli quvurlarini loyihalashda quvur materiali va ishchi bosimni oqilona tanlashga xizmat qiladigan hisoblash yondashuvini taklif etadi.

Kalit so‘zlar: polietilen quvur, PE80, PE100, ichki bosim, yer osti quvuri, quvur–grunt tizimi, zo‘riqish, deformatsiya, chekli elementlar usuli, ANSYS Workbench.

Аннотация. В статье проведена сравнительная оценка напряжённо-деформированного состояния подземных полиэтиленовых труб PE80 и PE100 под воздействием внутреннего давления. В качестве объекта исследования выбрана полиэтиленовая труба с наружным диаметром 110 мм, толщиной стенки 10 мм и стандартным размерным отношением SDR 11. Рассмотрен случай прокладки трубы в уплотнённом супесчаном грунте на глубине 1,2 м от поверхности земли до верхней образующей трубы. Исследование выполнено при значениях внутреннего давления 0,4; 0,8 и 1,2 МПа. Для определения кольцевых, продольных и эквивалентных напряжений проведены аналитические расчёты. Разработана методика трёхмерного моделирования системы «труба–грунт» в модуле Static Structural программного комплекса ANSYS Workbench с использованием метода конечных элементов. Результаты расчётов показали линейное увеличение напряжений и деформаций с ростом внутреннего давления. При одинаковых геометрических параметрах труба PE100 характеризуется меньшей деформацией и более высоким условным запасом прочности по сравнению с трубой PE80. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании подземных напорных трубопроводов, выборе материала труб и оценке их эксплуатационной надёжности.

Ключевые слова: полиэтиленовая труба, PE80, PE100, внутреннее давление, подземный трубопровод, напряжение, деформация, взаимодействие трубы с грунтом, метод конечных элементов, ANSYS.

Abstract. This article presents a comparative assessment of the stress–strain state of buried PE80 and PE100 polyethylene pipes subjected to internal pressure. A polyethylene pipe with an outer diameter of 110 mm, a wall thickness of 10 mm, and a standard dimension ratio of SDR 11 was selected as the research object. The pipe was assumed to be installed in compacted sandy loam at a burial depth of 1.2 m, measured from the ground surface to the pipe crown. Internal pressures of 0.4, 0.8, and 1.2 MPa were considered. Analytical calculations were performed to determine the circumferential, longitudinal, and von Mises equivalent stresses. A three-dimensional finite element modelling methodology for the pipe–soil system was developed using the Static Structural module of ANSYS Workbench. The calculation results demonstrated a linear increase in stresses and deformations with increasing internal pressure. Under identical geometric and loading conditions, the PE100 pipe exhibited lower deformation and a higher conditional strength margin than the PE80 pipe. The obtained results can be used in the design of buried pressure pipelines, pipe-material selection, and assessment of their operational reliability.

Keywords: polyethylene pipe, PE80, PE100, internal pressure, buried pipeline, stress, deformation, pipe–soil interaction, finite element method, ANSYS.

KIRISH. Hozirgi vaqtda polietilen quvurlar suv ta’minoti, gaz uzatish, drenaj, kanalizatsiya hamda turli texnologik suyuqliklarni tashish tizimlarida keng qo‘llanilmoqda. Ularning metall quvurlarga nisbatan korroziyaga chidamliligi, egiluvchanligi, kichik solishtirma massasi, tashish va montaj qilish qulayligi hamda uzoq muddat xizmat qilishi muhim afzallik hisoblanadi [1, 2].

ISO 4427-1:2019 standartida polietilen quvurlarning ichimlik va texnik suv, bosimli drenaj hamda kanalizatsiya tizimlarida yer osti va yer usti sharoitlarida qo‘llanishi nazarda tutilgan. Mazkur standart bo‘yicha quvurlarning hisobiy ishlash harorati 20 °C, maksimal ruxsat etilgan ish bosimi esa 25 bargacha bo‘lishi mumkin [1].

Yer osti polietilen quvurlarining yuklanish holati yer ustida joylashgan quvurlarnikiga qaraganda murakkab hisoblanadi. Bunday quvurlarga ichki bosim bilan birgalikda gruntning o‘z og‘irligi, yer yuzasidagi transport va boshqa tashqi yuklar, gruntning yon bosimi, harorat o‘zgarishi hamda quvur–grunt kontaktidagi ishqalanish kuchlari ta’sir qiladi [3, 4].

Polietilen materialining mexanik xususiyatlari yuklanish davomiyligi va haroratga bog‘liq. Uning viskoelastik xususiyati tufayli uzoq muddatli yuklanishda quvur deformatsiyasi vaqt davomida ortishi mumkin. Shuning uchun yer osti polietilen quvurlarini loyihalashda faqat qisqa muddatli elastiklik modulidan foydalanish har doim ham quvurning haqiqiy ishlash holatini to‘liq ifodalamaydi [2, 3, 5].

Yer osti PE quvurlariga bag‘ishlangan tadqiqotlarda quvurning yotqizilish chuqurligi, grunt xususiyatlari, ichki bosim, transport yuklari va materialning viskoelastik xususiyatlari quvur devoridagi kuchlanish hamda deformatsiyalar taqsimotiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan [3–6]. Xususan, M. Shishesaz va boshqalar tomonidan bajarilgan tadqiqotda 1,2 m chuqurlikda joylashgan, SDR 11 o‘lcham nisbatiga ega polietilen quvurning zo‘riqish holati ANSYS dasturida chekli elementlar usuli bilan o‘rganilgan [3].

PE80 va PE100 belgilari polietilen materialining uzoq muddatli minimal mustahkamligi — MRS ko‘rsatkichi bilan bog‘liq. PE80 materiali uchun MRS qiymati 8 MPa, PE100 uchun esa 10 MPa ni tashkil etadi [7, 8]. Binobarin, PE100 materiali PE80 bilan solishtirilganda uzoq muddatli yuklanishlarga nisbatan yuqoriroq mustahkamlik ko‘rsatkichiga ega. Shu sababli bir xil geometrik o‘lcham va yuklanish sharoitida ushbu materiallarning zo‘riqish–deformatsiya holatini qiyosiy o‘rganish quvur materialini asosli tanlash imkonini beradi.

Quvur devorida ichki bosim ta’sirida hosil bo‘ladigan kuchlanishlarni dastlabki baholashda yupqa devorli silindr nazariyasidan foydalanish mumkin. Biroq mazkur analitik usul quvur–grunt kontaktini, grunt qatlamlarining xususiyatlarini, quvur kesimi deformatsiyasini va kuchlanishlarning notekis taqsimlanishini to‘liq hisobga olmaydi [4, 6]. Shu bois murakkab yuklanish sharoitida ishlaydigan yer osti quvurlarini tadqiq etishda chekli elementlar usulidan foydalanish maqsadga muvofiq [3–6].

Tadqiqotning maqsadi — ichki bosimning turli qiymatlarida yer ostiga yotqizilgan PE80 va PE100 polietilen quvurlarining kuchlanishi, deformatsiyasi va mustahkamlik zaxirasini analitik hisoblash hamda ANSYS dasturidagi sonli modellashtirish asosida qiyosiy baholash.

Tadqiqot maqsadiga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

1. PE80 va PE100 quvurlari uchun yagona geometrik va yuklanish parametrlarini tanlash.
2. Quvur–grunt tizimining uch o‘lchamli chekli elementlar modelini ishlab chiqish.
3. Ichki bosimning 0,4–1,2 MPa oralig‘ida quvur kuchlanishi va deformatsiyasiga ta’sirini aniqlash.
4. Analitik va sonli hisoblash natijalarini o‘zaro solishtirish.
5. PE80 va PE100 quvurlarining mustahkamlik zaxirasini qiyosiy baholash.

Tadqiqot materiallari va usullari. Tadqiqot obyekti sifatida PE80 va PE100 materiallaridan tayyorlangan SDR 11 bosimli polietilen quvurlar tanlandi. Quvur geometrik o‘lchamlarini tanlashda ISO 4427 standartining bosimli suv uzatish quvurlariga qo‘yilgan umumiy talablari e’tiborga olindi [1].

Quvurning geometrik parametrlari quyidagicha qabul qilindi: tashqi diametri — D_o*=110 mm;* devor qalinligi — *t=10 mm;* ichki diametri — D_i*=90 mm;* hisobiy uzunligi — *L=2000 mm;* o‘rtacha diametri — D_m*=100 mm.*

Quvurning standart o‘lcham nisbati quyidagicha aniqlandi:

$$SDR = \frac{D_o}{t} = \frac{110}{10} = 11. \quad (1)$$

SDR 11 o‘lcham nisbatiga ega quvurlardan yer osti bosimli suv va gaz uzatish tizimlarida foydalaniladi [1, 3]. PE80 va PE100 materiallari bir xil geometrik o‘lchamlarda qabul qilinishi ularning mexanik holatini teng sharoitda qiyoslash imkonini beradi.

Hisoblash variantlari. Quvur devorining zo‘riqish–deformatsiya holati ichki bosimning quyidagi uchta qiymatida o‘rganiladi:

$$P_1 = 0,4 \text{ MPa}, \qquad P_2 = 0,8 \text{ MPa}, \qquad P_3 = 1,2 \text{ MPa}.$$

Bosimning 0,4 MPa qiymati avvalgi sonli tadqiqotlarda yer osti PE quvurlarining hisobiy yuklanishi sifatida qo‘llanilgan [3, 6]. Ushbu maqolada ichki bosim ta’sirining o‘zgarish qonuniyatini aniqlash uchun bosim qiymatlari 1,2 MPagacha oshirildi.

Quvurning gruntda joylashish sharoiti. Quvur zichlangan qumloq gruntda, yer yuzasidan quvur tepasigacha 1,2 m chuqurlikda joylashtirilgan deb qabul qilindi. Bunday yotqizish chuqurligi yer osti polietilen quvurlarini modellashtirishga bag‘ishlangan tadqiqotlarda ham qo‘llanilgan [3, 6].

Gruntning hisobiy xususiyatlari quyidagicha qabul qilindi: zichligi — ρ_s=1800\rho_s=1800 kg/m³; elastiklik moduli — E_s=25E_s=25 MPa; Puasson koeffitsiyenti — νs=0,30\nu_s=0,30; quvur va grunt orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti — μ=0,30\mu=0,30.

Quvur–grunt o‘zaro ta’sirini to‘g‘ri ifodalash yer osti quvurlarining kuchlanishi va deformatsiyasini aniqlashda muhim ahamiyatga ega [3, 4]. Grunt quvurga tashqi yuk beradi, shu bilan birga uning ko‘ndalang yo‘nalishdagi deformatsiyasini cheklaydi.

Analitik hisoblash usuli. Sonli modellashtirish natijalarini nazorat qilish uchun quvur devoridagi halqasimon kuchlanish yupqa devorli silindr formulasi asosida hisoblanadi:

$$\sigma_h = \frac{PD_i}{2t}, \quad (2)$$

bu yerda σh\sigma_*h* — halqasimon kuchlanish, MPa; P — ichki bosim, MPa; D_m — quvurning o‘rtacha diametri, mm; *tt* — devor qalinligi, mm.

Quvur uchlari yopiq deb qaralganda bo‘ylama kuchlanish:

$$\sigma_l = \frac{PD_i}{4t} \quad (3)$$

formula yordamida aniqlanadi.

Murakkab kuchlanish holatidagi ekvivalent kuchlanish von Mises mezoni bo‘yicha hisoblanadi:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_l^2 - \sigma_h \sigma_l}. \quad (4)$$

Analitik formulalar quvur devoridagi nominal kuchlanishlarni aniqlash imkonini beradi. Biroq ular grunt bosimi va quvur–grunt kontaktining mahalliy ta’sirlarini to‘liq hisobga olmaydi. Shu sababli analitik natijalardan chekli elementlar modelini tekshirish vositasi sifatida foydalaniladi [3, 4].

Sonli modelni ishlab chiqish. Quvur–grunt tizimining uch o‘lchamli modeli ANSYS Workbench dasturining Static Structural modulida ishlab chiqiladi. Quvur va grunt alohida jismlar sifatida modellashtirilib, ularning tutashgan yuzalari o‘rtasida ishqalanishli kontakt belgilanadi. Yer osti PE quvurlarini modellashtirishda uch o‘lchamli chekli elementlar va kontakt elementlaridan foydalanish quvur devoridagi kuchlanishlarning taqsimlanishini aniqlash imkonini beradi [3, 6].

Modelda quyidagi yuklanishlar hisobga olinadi: quvurning ichki yuzasiga ta’sir qiluvchi bosim; gruntning o‘z og‘irligi; quvur ustidagi grunt qatlamining statik bosimi; quvur va grunt o‘rtasidagi kontakt ta’siri.

Grunt blokining pastki yuzasidagi barcha siljishlar cheklanadi. Grunt blokining yon yuzalarida ushbu yuzalarga normal yo‘nalishdagi siljishlar cheklanib, vertikal deformatsiyaga ruxsat beriladi. Quvurning chetki kesimlariga simmetriya va uzun quvur sharoitiga mos chegaraviy shartlar beriladi [3].

Chekli elementlar to‘rining natijalarga ta’sirini kamaytirish uchun kamida uch xil to‘r o‘lchamida yaqinlashuv tahlili o‘tkazilishi kerak. Oldingi tadqiqotlarda to‘r zichligi oshirilishi hisoblangan maksimal von Mises kuchlanishining barqarorlashishiga olib kelgani ko‘rsatilgan [3].

Natijalar va ularning muhokamasi. Dastlab PE80 va PE100 quvurlari devorida ichki bosim ta’sirida hosil bo‘ladigan nominal kuchlanishlar analitik usulda hisoblandi. Quvurlarning geometrik o‘lchamlari bir xil bo‘lganligi sababli elastik sohada halqasimon, bo‘ylama va ekvivalent kuchlanishlarning qiymatlari ikkala material uchun ham bir xil bo‘ladi. Materiallar orasidagi farq asosan deformatsiya miqdori va mustahkamlik zaxirasida namoyon bo‘ladi.

Hisoblashlarda quvurning o‘rtacha diametri $D_m=100$ *mm* va devor qalinligi $t=10$ *mm* deb qabul qilindi. Hisoblash natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Ichki bosim ta’sirida quvur devorida hosil bo‘ladigan nominal kuchlanishlar

Ichki bosim, MPa	Halqasimon kuchlanish, MPa	Bo‘ylama kuchlanish, MPa	Von Mises ekvivalent kuchlanishi, MPa
0,4	2,00	1,00	1,73
0,8	4,00	2,00	3,46
1,2	6,00	3,00	5,20

Natijalardan ichki bosim 0,4 MPadan 1,2 MPagacha, ya’ni uch baravar oshirilganda, halqasimon kuchlanish 2,00 MPadan 6,00 MPagacha oshishi aniqlandi. Bo‘ylama kuchlanish tegishlicha 1,00–3,00 MPa, von Mises ekvivalent kuchlanishi esa 1,73–5,20 MPa oralig‘ida o‘zgardi. Demak, qabul qilingan chiziqli-elastik hisoblash sharoitida ichki bosim bilan quvur devoridagi kuchlanish o‘rtasida to‘g‘ri proporsional bog‘lanish mavjud.

Shunga o‘xshash bog‘lanishlar yer osti polietilen quvurlarini chekli elementlar usulida o‘rgangan tadqiqotlarda ham qayd etilgan. Biroq ularda ichki bosimga qo‘shimcha ravishda grunt og‘irligi, transport yuki, harorat va quvur–grunt kontakti hisobga olinganligi sababli kuchlanishlarning quvur devori bo‘ylab notekis taqsimlanishi kuzatilgan [3, 4, 6].

Hisoblangan halqasimon kuchlanish barcha bosim variantlarida bo‘ylama kuchlanishdan ikki baravar katta bo‘ldi. Bu holat ichki bosim ostida ishlaydigan yopiq uchli silindrik quvurlarning nazariy kuchlanish holatiga mos keladi. Shuning uchun polietilen quvurning mustahkamligini baholashda halqasimon yo‘nalishdagi kuchlanish asosiy ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi [3, 4].

Natijalarning umumiy muhokamasi. O‘tkazilgan analitik hisoblashlar ichki bosim quvur devoridagi kuchlanish va deformatsiyani belgilovchi asosiy omillardan biri ekanini ko‘rsatdi. Ichki bosimning uch baravar oshirilishi kuchlanish va elastik deformatsiyaning ham taxminan uch baravar ortishiga olib keldi.

PE80 va PE100 quvurlarining geometrik o‘lchamlari bir xil bo‘lganida ichki bosimdan hosil bo‘ladigan nominal kuchlanishlar teng bo‘ldi. Shunga qaramay, PE100 materialining elastiklik moduli va minimal uzoq muddatli mustahkamligi yuqoriroq bo‘lganligi sababli uning deformatsiyasi kamroq, mustahkamlik zaxirasi esa kattaroq bo‘ldi.

Olingan qonuniyatlar yer osti polietilen quvurlarini sonli modellashtirish bo‘yicha ilgari bajarilgan tadqiqotlarning umumiy xulosalariga mos keladi [3, 4, 6]. Shu bilan birga, avvalgi ishlarda mufta, mahalliy nuqson, transport yuki va viskoelastik xususiyatlarga alohida e’tibor qaratilgan bo‘lsa [3, 4, 6], mazkur tadqiqotning asosiy farqi bir xil geometrik hamda grunt sharoitida PE80 va PE100 quvurlarining ichki bosimga reaksiyasini qiyosiy baholashdan iborat.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda yer ostiga yotqizilgan PE80 va PE100 polietilen quvurlarining ichki bosim ta’siridagi zo‘riqish–deformatsiya holatini baholash uchun analitik hisoblash va chekli elementlar usuliga asoslangan sonli modellashtirish metodikasi ishlab chiqildi. Olingan natijalar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Ichki bosim 0,4 MPadan 1,2 MPagacha oshirilganda quvur devoridagi halqasimon kuchlanish 2,00 MPadan 6,00 MPagacha, bo‘ylama kuchlanish 1,00 MPadan 3,00 MPagacha va von Mises ekvivalent kuchlanishi 1,73 MPadan 5,20 MPagacha ortdi. Bu ichki bosim bilan quvur devoridagi kuchlanishlar o‘rtasida chiziqli bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatdi.
2. Quvurlarning geometrik o‘lchamlari bir xil bo‘lganligi sababli PE80 va PE100 materiallarida ichki bosimdan hosil bo‘ladigan nominal kuchlanishlar teng bo‘ldi. Materiallar o‘rtasidagi asosiy farq ularning deformatsiyasi va mustahkamlik zaxirasida namoyon bo‘ldi.
3. PE100 materialining elastiklik moduli yuqoriroq bo‘lgani sababli uning hisoblangan diametr deformatsiyasi PE80 quvurinikiga nisbatan taxminan 20 foizga kam bo‘ldi. Ichki bosim 1,2 MPa bo‘lganda PE80 quvurining diametr o‘zgarishi 0,581 mm, PE100 quvuriniki esa 0,465 mm ni tashkil etdi.
4. Eng katta nisbiy diametr deformatsiyasi PE80 quvurida 0,646 foiz, PE100 quvurida esa 0,517 foizni tashkil etdi. Mazkur qiymatlar polietilen quvurlar uchun qabul qilingan 3 foizlik chegaradan sezilarli darajada kichik bo‘lib, tanlangan geometrik parametrlarning ko‘rib chiqilgan yuklanish sharoitida qoniqarli ekanini ko‘rsatdi.
5. Ichki bosim 1,2 MPa bo‘lganda MRS ko‘rsatkichiga nisbatan aniqlangan shartli mustahkamlik zaxirasi PE80 uchun 1,54, PE100 uchun esa 1,92 ni tashkil etdi. Natijada PE100 quvuri bir xil geometrik va yuklanish sharoitida PE80 quvuriga nisbatan yuqoriroq mustahkamlik zaxirasiga ega ekanligi aniqlandi.
6. Ishlab chiqilgan ANSYS modeli ichki bosim, gruntning o‘z og‘irligi va quvur–grunt kontaktini birgalikda hisobga olish imkonini beradi. Sonli natijalarning ishonchliligini ta’minlash uchun to‘r zichligiga bog‘liqlik tahlilini o‘tkazish hamda hisoblangan kuchlanishlarni analitik qiymatlar bilan taqqoslash zarur.

Umuman, yuqori ichki bosim sharoitida PE100 quvurlaridan foydalanish deformatsiyani kamaytirish va quvur tizimining mustahkamlik zaxirasini oshirish imkonini beradi. Olingan natijalardan yer osti bosimli quvurlarini loyihalash, quvur materialini tanlash va ularning ekspluatatsion ishonchliligini baholashda foydalanish mumkin.

Kelgusidagi tadqiqotlarda polietilenning vaqtga bog‘liq viskoelastik xususiyatlari, harorat o‘zgarishi, transport yuklari, gruntning turli holatlari va quvurdagi mahalliy nuqsonlarning kuchlanish–deformatsiya holatiga ta’sirini kompleks o‘rganish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] ISO 4427-1:2019. *Plastics piping systems for water supply and for drainage and sewerage under pressure — Polyethylene (PE) — Part 1: General.* International Organization for Standardization, Geneva, 2019.

[2] Plastic Pipe Institute. *Handbook of Polyethylene Pipe. Chapter 3: Material Properties.* 2nd ed. Irving, Texas: Plastic Pipe Institute, 2008.

[3] Shishesaz M., Gatea A.H., Moradi S., Yaghoubi S. Stress analysis in the buried polyethylene pipes with viscoelastic behavior: a finite element study // *Discover Applied Sciences*. 2024. Vol. 6. Article 616. DOI: 10.1007/s42452-024-06331-0.

[4] Khademi-Zahedi R., Shishesaz M. Application of a finite element method to stress distribution in buried patch repaired polyethylene gas pipes // *Underground Space*. 2019. Vol. 4. P. 48–58. DOI: 10.1016/j.undsp.2018.05.001.

[5] Muntakim A.H., Dhar A.S., Reza A. Modelling time dependent behavior of buried polyethylene pipes using ABAQUS // *Proceedings of GeoEdmonton 2018*. Edmonton, Canada, 2018.

[6] Khademi-Zahedi R. Application of the finite element method for evaluating the stress distribution in buried damaged polyethylene gas pipes // *Underground Space*. 2019. Vol. 4. P. 59–71. DOI: 10.1016/j.undsp.2018.05.002.

[7] ISO 12162:2009. *Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications — Classification, designation and design coefficient.* International Organization for Standardization, Geneva, 2009.

[8] Teodorescu-Draghicescu H. et al. Finite-element-analysis-based study of a failure of a polyethylene pipe in natural gas distribution networks // *Materials*. 2023. Vol. 16, No. 21. Article 6944. DOI: 10.3390/ma16216944.

[9] Абдимуминов Э, Алмардонов О.М. Давление грунта по контуру трубы. O‘zbekiston Milliy Axbopot agentligi O‘Za Ilm – fan bo‘limi Elektron jurnal 2024-yil, iyun soni, №7

[10] Almardonov O.M. Basic Methods and Tools for Solving Contact Issues. American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture, Vol. 1.10, pp.292-294. (2023).

ORGANIK ASOSLI XONA HARORATIDA FOSFORESSENSIYALANUVCHI VA ANTIBAKTERIAL XUSUSIYATLI MATERIALLARNI SINTEZ QILISH HAMDA ULARNING FUNKSIONAL XOSSALARINI TADQIQ ETISH

Ruziyev Suxrob Qahramon o‘g‘li, Muxamedov Qobiljon G‘afurjonovich, Xolikova Sevara Jasurovna[1]

[1] Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston
e-mail: suxrobjonroziyev@gmail.com

Annotatsiya. Xona haroratida fosforessensiyalanuvchi (RTP) organik materiallar uzoq davom etuvchi nurlanish, moslashuvchan kimyoviy modifikatsiya va biopolimer matritsalar bilan uyg‘unlashish imkoniyati tufayli funksional qoplamalar yaratishda istiqbolli hisoblanadi. Ushbu ishning maqsadi sellyuloza hosilasi, ε-polilizin va organik RTP xromofor asosida fosforessensiyalanuvchi hamda antibakterial xususiyatlarni birlashtiruvchi yupqa kompozit plyonka olish konsepsiyasini shakllantirish va uni baholash mezonlarini tizimlashtirishdan iborat. Adabiyot ma’lumotlari asosida xromofor molekulalarining qattiq polimer muhitida immobilizatsiyasi, vodorod bog‘lari va ion o‘zaro ta’sirlarining triplet holatni barqarorlashtirishdagi roli tahlil qilindi. Qiyosiy tajriba uchun matritsa, matritsa–xromofor, matritsa–ε-polilizin va uch komponentli tizimlardan iborat to‘rtta nazorat tarkibi taklif etildi. Optik xossalarni FTIR, UV–Vis, statsionar va kechiktirilgan emissiya spektroskopiyasi, antibakterial faollikni esa Staphylococcus aureus va Escherichia coli bilan kontakt usulida baholash tavsiya qilindi. Namlik, kislorod, komponentlarning ajralishi va plyonka yaxlitligi funksional barqarorlikning asosiy cheklovchi omillari sifatida ko‘rsatildi.

Kalit so‘zlar: organik fosforessensiya, xona harorati, sellyuloza, ε-polilizin, antibakterial plyonka, triplet holat.

Аннотация. Органические материалы с фосфоресценцией при комнатной температуре (RTP) представляют интерес для создания функциональных покрытий благодаря длительному послесвечению, возможности химической модификации и совместимости с биополимерными матрицами. Цель работы — сформировать концепцию получения тонкой композитной пленки на основе производного целлюлозы, ε-полилизина и органического RTP-хромофора, совмещающей фосфоресцентные и антибактериальные свойства, а также систематизировать

критерии ее оценки. На основе литературных данных проанализированы иммобилизация хромофора в жесткой полимерной среде и роль водородных связей и ионных взаимодействий в стабилизации триплетного состояния. Для сравнительного исследования предложены четыре состава: матрица, матрица–хромофор, матрица–ε-полилизин и трехкомпонентная система. Оптические свойства предлагается исследовать методами FTIR, UV–Vis, стационарной и задержанной эмиссионной спектроскопии, а антибактериальную активность — контактным методом с использованием Staphylococcus aureus и Escherichia coli. В качестве ключевых факторов функциональной стабильности рассмотрены влажность, кислород, вымывание компонентов и целостность пленки.

Ключевые слова: органическая фосфоресценция, комнатная температура, целлюлоза, ε-полилизин, антибактериальная пленка, триплетное состояние.

Abstract. Room-temperature phosphorescent (RTP) organic materials are promising for functional coatings because of their persistent afterglow, chemical tunability, and compatibility with biopolymer matrices. This study aims to formulate a concept for a thin composite film based on a cellulose derivative, ε-polylysine, and an organic RTP chromophore that combines phosphorescent and antibacterial functions, and to systematize criteria for its evaluation. Literature evidence was analyzed with emphasis on chromophore immobilization in a rigid polymer environment and the roles of hydrogen bonding and ionic interactions in stabilizing the triplet state. Four comparative formulations are proposed: the matrix alone, matrix–chromophore, matrix–ε-polylysine, and a three-component system. Optical properties are proposed to be assessed by FTIR, UV–Vis, steady-state emission, delayed emission, and decay measurements, while antibacterial activity is evaluated by a surface-contact method using Staphylococcus aureus and Escherichia coli. Humidity, oxygen exposure, component leaching, and film integrity are identified as major factors governing functional stability.

Keywords: organic phosphorescence, room temperature, cellulose, ε-polylysine, antibacterial film, triplet state.

Kirish. Organik xona haroratidagi fosforessensiya (room-temperature phosphorescence, RTP) foton yutilgandan so‘ng singlet S_1 holatdan triplet T_1 holatga intersistemali o‘tish va keyinchalik $T_1 \rightarrow S_0$ nurlanish jarayoniga asoslanadi. Oddiy organik molekulalarda triplet holat kislorod bilan to‘qnashuv, molekulyar tebranish va aylanishlar sababli tez so‘nadi. Shu sababli uzoq davom etuvchi fosforessensiyani ta’minlash uchun xromofor harakatchanligini qattiq polimer muhitida cheklash, vodorod bog‘lari, elektrostatik va ion o‘zaro ta’sirlar yordamida nurlanmasdan so‘nish kanallarini kamaytirish muhimdir [1, 2].

Biopolimerlar asosidagi RTP tizimlari ekologik jihatdan maqbul xomashyo, plyonka hosil qilish qobiliyati va funksional guruhlarning ko‘pligi bilan ajralib turadi. Sellyuloza va uning hosilalari ko‘p sonli gidroksil guruhlari tufayli zich vodorod bog‘lari tarmog‘ini hosil qilishi mumkin. ε-Polilizin esa amin guruhlari hisobiga kation tabiatga ega bo‘lib, mikroorganizmlar hujayra membranasi bilan elektrostatik o‘zaro ta’sirga kirishishi mumkin. Shu jihatdan optik va antibakterial funksiyalarni bitta materialda birlashtirish funksional qadoqlash, himoya qoplamalari va ko‘rinadigan identifikatsiya elementlari uchun ilmiy-amaliy qiziqish uyg‘otadi.

Zhang va hammualliflar sellyulozaga sianometilimidazoliy xlorid fragmentlarini kiritib, suvli muhitda shakllanadigan uzoq davom etuvchi RTP plyonka va qoplamalarni olgan hamda tikilgan namunalarda antibakterial va suvga chidamli xususiyatlarni ko‘rsatgan [1]. Cui va hammualliflar ε-polilizin matritsasiga organik luminofor kiritish orqali ultrauzoq RTP kuzatgan va namlik vodorod bog‘larini susaytirishi sababli nurlanish intensivligi pasayishini qayd etgan [2]. Ushbu natijalar matritsaning optik barqarorligi, namlikka sezgirligi va mikroblarga qarshi sirt faolligini birgalikda o‘rganish zarurligini ko‘rsatadi.

O‘zbekiston olimlarining sellyuloza asosidagi funksional va antibakterial materiallar bo‘yicha tadqiqotlari ham mazkur yo‘nalish uchun muhim ilmiy asos yaratadi. X.E. Yunusov, A.A. Sarymsakov va hammualliflar natriy karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) hamda kumush nan zarrachalari asosidagi nanokompozit plyonkalarning fizik-kimyoviy va antimikrob xossalarini tadqiq etib, sellyuloza hosilalarining biologik faol plyonka matritsasi sifatidagi istiqbolini ko‘rsatgan [4].

Mirxolisov M.M., Yunusov X.E., Sarymsakov A.A. va hammualliflarning keyingi ishlarida karboksimetilsellyuloza asosidagi ZnO nanokompozit gidrogellarining antibakterial faolligi o‘rganilgan [5]. Shuningdek, G.Yu. Akmalova va E.A. Egamberdiev xitozanning sellyuloza saqlovchi materiallarda mexanik va antibakterial xossalarga ta’sirini ko‘rsatib, amin guruhli biopolimerlarning funksional qoplamalar yaratishdagi ahamiyatini ta’kidlagan [6]. Ushbu mahalliy natijalar sellyuloza hosilasi va kation tabiatli ε-polilizin asosidagi taklif etilayotgan tizimni tanlashni qo‘shimcha ravishda asoslaydi.

Tadqiqotning maqsadi — sellyuloza hosilasi, ε-polilizin va organik RTP xromofor asosidagi yupqa kompozit plyonkaning sintez yondashuvini ishlab chiqish hamda fosforessensiya, namlikka chidamlilik va antibakterial faollikni tekshirish uchun nazorat tarkiblari va baholash mezonlarini belgilash. Ishchi gipotezaga ko‘ra, zich polimer tarmoq xromofor harakatchanligini cheklab triplet holatning nurlanmasdan so‘nishini kamaytirishi, sirtga yaqin kation guruhlar esa bakteriya membranasi bilan o‘zaro ta’sirni kuchaytirishi mumkin. Bu mexanizmlar tajribada mustaqil tasdiqlanishi lozim.

Materiallar va usullar. Taklif etilayotgan sintez sxemasida suvda eruvchan sellyuloza hosilasi asosiy plyonka hosil qiluvchi matritsa sifatida olinadi. U ε-polilizin bilan bir jinsli eritma hosil bo‘lguncha aralashtiriladi, so‘ng kichik miqdordagi organik RTP xromofor bir tekis taqsimlanadigan sharoitda kiritiladi. Tayyor eritma inert taglikka quyilib, nazorat qilinadigan harorat va namlikda quritiladi. Suvga chidamlilik yetarli bo‘lmagan holatda tikish jarayoni alohida tajriba omili sifatida ko‘riladi; bunda tikuvchi reagent qoldig‘ining optik va mikrobiologik sinovlarga ta’siri nazorat qilinishi kerak.

1-jadval

Qiyosiy tajriba uchun taklif etilgan namuna tarkiblari

Namuna	Tarkib	Ajratib baholanadigan ta’sir
A	Sellyuloza hosilasi	Matritsa nazorati
B	A + RTP xromofor	Optik komponent hissasi
C	A + ε-polilizin	Antibakterial komponent hissasi
D	A + xromofor + ε-polilizin	Ikki funksiyaning birgalikda namoyon bo‘lishi

FTIR spektroskopiya funksional guruhlar va vodorod bog‘laridagi o‘zgarishlarni, UV–Vis yutilish hamda statsionar emissiya spektrlari esa optik o‘tish sohalarini aniqlash uchun qo‘llanadi. Impulsli qo‘zg‘atishdan keyingi kechiktirilgan emissiya spektri va so‘nish egri chizig‘i fosforessensiyani tezkor fluoressensiyadan ajratishga xizmat qiladi. Triplet holatning o‘rtacha davomiyligi τ va fosforessensiya kvant chiqimi barcha namunalarda bir xil asbob va muhit sharoitida qiyoslanishi kerak. O‘lchashlar xona haroratida quruq va yuqori namlik sharoitida, shuningdek havo va kislorod miqdori kamaytirilgan muhitda bajarilishi maqsadga muvofiq.

Antibakterial faollikni Staphylococcus aureus va Escherichia coli bilan sirtga kontakt sinovi orqali baholash taklif etiladi. Nazorat materiali, qorong‘i va yoritilgan sharoit, bir xil kontakt vaqti, boshlang‘ich hujayra konsentratsiyasi va kamida uch mustaqil takror belgilanishi kerak. Natija yashovchan koloniyalar soni (CFU) hamda logarifmik kamayish ko‘rsatkichi bilan ifodalanadi:

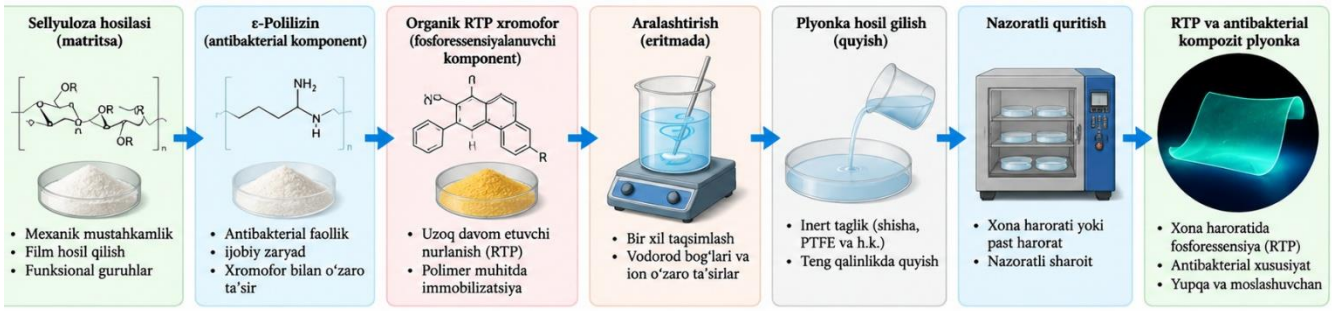
$$R = \log_{10}(N_0/N) \qquad (1)$$

bu yerda N_0 — nazorat namunasidagi yashovchan koloniyalar soni, N — material bilan kontaktdan keyingi CFU miqdori. Agar yoritish sharoitida qo‘shimcha antibakterial ta’sir kuzatilsa, reaktiv kislorod turlarining ishtiroki maxsus zondlar va so‘ndirgichlar bilan alohida tekshirilishi kerak. Fosforessensiyaning mavjudligi o‘z-o‘zidan fotodinamik antibakterial mexanizmni isbotlamaydi [3].

Natijalar va muhokama. Mazkur ish konseptual va adabiyotga tayangan tadqiqot dizayni bo‘lib, yangi sonli eksperimental natijalarni da’vo qilmaydi. Shuning uchun natijalar bo‘limida kutilayotgan funksional bog‘lanishlar va ularni tajribada ajratib ko‘rsatish mezonlari muhokama qilinadi. B va D tarkiblarida polimer matritsa xromoforning molekulyar harakatini yetarli darajada

cheklasa, kechiktirilgan emissiya paydo bo‘lishi yoki uning davomiyligi ortishi kutiladi. Bunda A namunasi matritsaning o‘z nurlanishini, B esa xromoforning matritsadagi optik hissasini ajratishga imkon beradi.

C va D tarkiblarida antibakterial faollik qayd etilsa, ε-polilizin hissasini B namunasi bilan taqqoslash orqali baholash mumkin. D namunasi optik va mikrobiologik ko‘rsatkichlarni bir vaqtda saqlagan taqdirdagina ikki funksiyaning bir materialda birlashtirilgani haqida asosli xulosa chiqarish mumkin. Bunda faqat maksimal fosforessensiya yoki maksimal antibakterial ta’sir emas, balki ularning barqaror muvozanati muhim hisoblanadi.

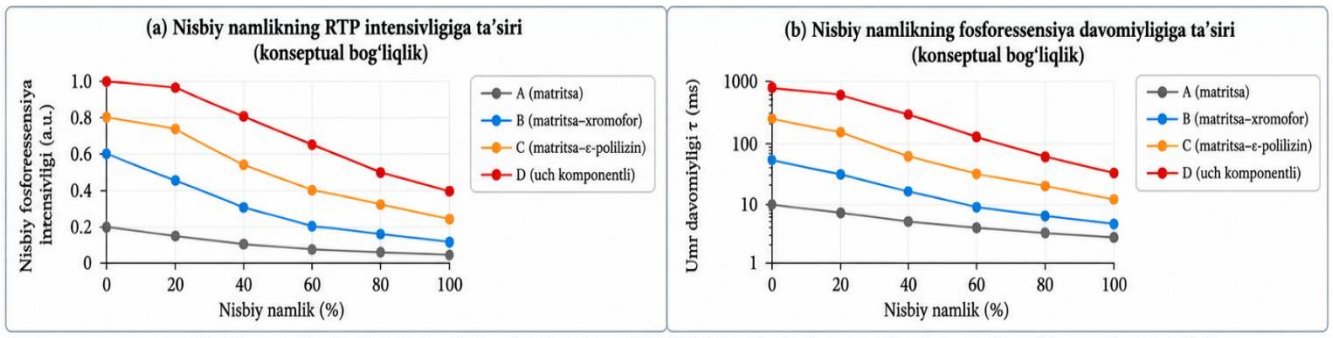


1-rasm. Fosforessensiyalanuvchi va antibakterial kompozit plyonkani olishning prinsipial sxemasi.

Mahalliy tadqiqotlar bilan qiyoslaganda, taklif etilayotgan materialning o‘ziga xosligi antibakterial funksiyani metall nan zarrachalari hisobiga emas, ε-polilizin kabi kation biopolimer komponent orqali shakllantirish va uni RTP optik funksiyasi bilan birlashtirishga qaratilganidadir. Yunusov va Sarymsakovlar maktabida Na-KMS–Ag tizimlarida antibakterial ta’sir kumush nan zarrachalari bilan bog‘langan bo‘lsa [4], Mirxolisov va hammualliflar KMS–ZnO tizimlarida metall oksidi nanostrukturalarining hissasini o‘rgangan [5]. Demak, ε-polilizinli tizim metall komponentlarsiz antibakterial sirt yaratish imkoniyatini tekshirish nuqtai nazaridan qiziqish uyg‘otadi. Shu bilan birga, bu farqni afzallik sifatida faqat qiyosiy mikrobiologik, toksikologik va migratsion sinovlardan keyin baholash mumkin.

Namlik RTP tizimlari uchun muhim cheklovchi omildir. Suv molekulalari polimer zanjirlari orasidagi vodorod bog‘larini qayta tashkil qilishi, matritsa harakatchanligini oshirishi va natijada triplet holatning nurlanmasdan so‘nish ehtimolini kuchaytirishi mumkin [1, 2]. Agar yuqori namlikda τ va emissiya intensivligi keskin kamayib, antibakterial faollik saqlanib qolsa, optik barqarorlikni oshirish uchun gidrofob sirt qatlamini yoki tikilgan polimer tarmog‘ini alohida variant sifatida sinash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Taqqoslash mezonlari sifatida fosforessensiya davomiyligi τ, kvant chiqimi, namlikdan keyin nurlanish intensivligining saqlanish ulushi, CFU bo‘yicha log kamayish, suv bilan kontaktdan keyin komponentlarning ajralishi va plyonkaning mexanik yaxlitligi olinadi. Ushbu ko‘rsatkichlar bir xil qalinlik, namlik, yoritish dozasi va kontakt vaqtida o‘lchansa, optik xossa bilan antibakterial ta’sir o‘rtasidagi bog‘liqlikni ishonchliroq baholash mumkin.



2-rasm. Nisbiy namlikning RTP xossalariga kutilayotgan ta’siri: (a) nisbiy fosforessensiya intensivligi; (b) umr davomiyligi

Kation guruhlar miqdorini oshirish avtomatik ravishda eng yaxshi natijani ta’minlaydi, deb qabul qilish mumkin emas. ε-Polilizin miqdorining o‘zgarishi xromoforning tarqalishi, plyonkaning shishishi, optik yutilish va sirt zaryadiga bir vaqtning o‘zida ta’sir qilishi mumkin. Shu sababli keyingi tajribalarda kamida ikki–uch konsentratsiya darajasini sinab, fosforessensiya davomiyligi va bakteriyalar yashovchanligining o‘zgarishini parallel ravishda tahlil qilish tavsiya etiladi. Shuningdek, bir xil namunani yoritishdan oldin va keyin tekshirish hamda yuvish suvida komponentlarning ajralishini aniqlash materialning amaliy xavfsizligi va barqarorligini baholash uchun zarur.

Xulosa. Sellyuloza hosilasi, ε-polilizin va organik RTP xromofor asosidagi kompozit plyonka xona haroratida fosforessensiya va antibakterial ta’sirni birlashtirish uchun ilmiy jihatdan asosli tadqiqot obyekti hisoblanadi. Qattiq biopolimer muhit xromofor harakatchanligini cheklash va triplet holatni barqarorlashtirish uchun, ε-polilizin esa kation tabiatli antibakterial komponent sifatida ko‘rib chiqiladi. Taklif etilgan A–D nazorat tarkiblari optik va mikrobiologik funksiyalarning manbasini alohida ajratib baholash imkonini beradi. FTIR, UV–Vis, kechiktirilgan emissiya va CFU asosidagi kontakt sinovlarini birgalikda qo‘llash materialning funksional xossalarini kompleks tavsiflashga xizmat qiladi. Kelgusidagi tajribalarda namlikka chidamlilik, kislorod ta’siri, komponentlarning ajralishi, mexanik yaxlitlik va xavfsizlik ko‘rsatkichlari majburiy ravishda tekshirilishi lozim. Mazkur yondashuv funksional qadoqlash va himoya qoplamalari uchun ikki funksiyali biopolimer materiallarni maqsadli optimallashtirishga metodik asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zhang X., Cheng Y., You J. va boshq. Ultralong phosphorescence cellulose with excellent anti-bacterial, water-resistant and ease-to-process performance // Nature Communications. — 2022. — Vol. 13. — Art. 1117. DOI: 10.1038/s41467-022-28759-x.
2. Cui J., Ali S.H., Shen Z. va boshq. ε-Polylysine organic ultra-long room-temperature phosphorescent materials based on phosphorescent molecule doping // Chemical Science. — 2024. — Vol. 15. — P. 4171–4178. DOI: 10.1039/D3SC06271F.
3. Amorim A.S., Arnaut Z.A., Mata A.I. va boshq. Efficient and selective, in vitro and in vivo, antimicrobial photodynamic therapy with a dicationic chlorin in combination with KI // ACS Infectious Diseases. — 2024. — Vol. 10. — P. 3368–3377. DOI: 10.1021/acsinfecdis.4c00492.
4. Yunusov K.E., Sarymsakov A.A. va boshq. Physicochemical properties and antimicrobial activity of nanocomposite films based on carboxymethylcellulose and silver nanoparticles // Polymers for Advanced Technologies. — 2021. — DOI: 10.1002/pat.5223.
5. Mirkholisov M.M., Yunusov K.E., Sarymsakov A.A. va boshq. Physicochemical Characteristics of Nanocomposite Hydrogels Based on Carboxymethylcellulose and Zinc Oxide Nanoparticles and Study Its Sun Protection Properties and Antibacterial Activity // Polymers for Advanced Technologies. — 2025. — Vol. 36, Issue 12. — e70434. — DOI: 10.1002/pat.70434.
6. Akmalova G.Yu., Egamberdiev E.A. The role of chitosan in increasing the mechanical and antibacterial properties of paper // Technical Science and Innovation. — 2025. — Issue 1.
7. Yunusov Kh.E. Bactericidal carboxymethyl cellulose films with silver nanoparticles for the treatment of burns // The Bulletin of Young Scientists. — 2018. — No. 1.

SHGKM HUDUDIDA HOSIL BO‘LADIGAN MAIShIY OQOVA SUVLARNI TOZALAB, YaShIL HUDUDLARNI SUG‘ORISHDA QAYTA FOYDALANISHNING EKOLOGIK-TEXNOLOGIK ASOSLARI

Xoliyorov Shovkat Bakirovich[1], Xolikova Sevara Jasurovna[2]
[1] “Shurtan gaz kimyo majmuasi” MCHJ, yetakchi muhandis, Qashqadaryo vil., O‘zbekiston
[2] I. Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston
e-mail: shavkat7902@mail.ru

Annotasiya. Maqolada SHGKM hududida hosil bo‘ladigan maishiy oqova suvlarni mahalliy suv resursi sifatida qayta baholash va ularni tegishli darajada tozalangandan so‘ng yashil hududlarni sug‘orishga yo‘naltirish konsepsiyasi ilmiy jihatdan asoslandi. Taklif etilayotgan yondashuv mexanik, biologik, uchlamchi filtrlash va dezinfeksiya bosqichlarini birlashtiradi. Suvning sug‘orishga yaroqliligini baholashda BPK5, XPK, muallaq moddalar, azot va fosfor birikmalari, elektr o‘tkazuvchanlik, TDS, SAR, natriy, xlorid, bor, og‘ir metallar va mikrobiologik ko‘rsatkichlarni nazorat qilish zarurligi ko‘rsatildi. Adabiyotlar tahlili tozalangan oqova suvlar chuchuk suv sarfini kamaytirishi va ozuqa elementlarini qisman qayta aylanishga kiritishi mumkinligini, biroq sho‘rlanish, natriylanish, patogenlar va yangi paydo bo‘layotgan ifloslantiruvchilar xavfi tizimli monitoringni talab qilishini ko‘rsatadi. Maqolada keltirilgan sonli qiymatlar SHGKMning haqiqiy laboratoriya natijalari emas, balki keyinchalik obekt malumotlari bilan kalibrlanishi lozim bo‘lgan hisobiy ssenariydir.

Kalit so‘zlar: maishiy oqova suv, qayta foydalanish, sug‘orish, suv tejamkorligi, biologik tozalash, dezinfeksiya, SAR, sho‘rlanish, ekologik xavfsizlik, SHGKM.

Аннотация. В статье научно обоснована концепция повторного использования бытовых сточных вод, образующихся на территории ШГКМ, для орошения зеленых зон после соответствующей очистки. Предлагаемая технологическая схема объединяет механическую и биологическую очистку, третичную фильтрацию и обеззараживание. Для оценки пригодности воды к орошению рассмотрены БПК5, ХПК, взвешенные вещества, соединения азота и фосфора, электропроводность, TDS, SAR, натрий, хлориды, бор, тяжелые металлы и микробиологические показатели. Анализ литературы и исследований ученых Узбекистана показывает, что повторное использование очищенных сточных вод способно снизить потребление пресной воды и объем сбросов, однако требует системного контроля засоления, осолонцевания, патогенов и новых загрязнителей. Приведенные расчетные значения являются модельным сценарием и должны быть уточнены по фактическим данным ШГКМ.

Ключевые слова: бытовые сточные воды, повторное использование, орошение, водосбережение, биологическая очистка, дезинфекция, SAR, засоление, экологическая безопасность, ШГКМ.

Abstract. The paper provides a scientific basis for reusing domestic wastewater generated at the SHGKM site for irrigation of green areas after appropriate treatment. The proposed treatment train combines mechanical and biological treatment, tertiary filtration and disinfection. Irrigation suitability is assessed using BOD5, COD, suspended solids, nitrogen and phosphorus compounds, electrical conductivity, TDS, SAR, sodium, chloride, boron, heavy metals and microbiological indicators. Literature and recent Uzbekistan-based studies indicate that treated wastewater reuse can reduce freshwater demand and effluent discharge, while salinity, sodicity, pathogens and emerging contaminants require systematic monitoring. The numerical values presented are a modelling scenario and should be calibrated using actual SHGKM flow and laboratory data.

Keywords: domestic wastewater, water reuse, irrigation, water conservation, biological treatment, disinfection, SAR, salinity, environmental safety, SHGKM.

Kirish.

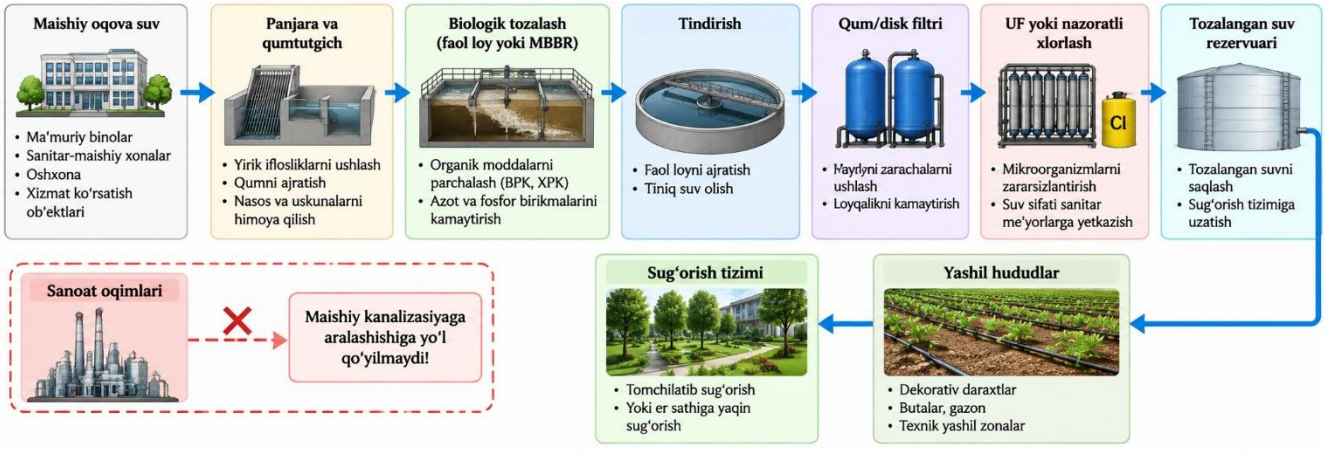
Suv tanqisligi kuchayib borayotgan sharoitda sanoat korxonalari hududida hosil bo‘ladigan maishiy oqova suvlarni faqat chiqindi oqimi sifatida emas, balki qayta ishlatilishi mumkin bo‘lgan suv resursi sifatida ko‘rish dolzarbdir. Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining 2024 yilgi hisobotida maishiy oqova suvlarni xavfsiz tozalash va qayta foydalanish suv xavfsizligi hamda Barqaror rivojlanish maqsadlari bilan bevosita bog‘liq ekani takidlangan [1]. Qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil hududlarda tozalangan oqova suvlar sug‘orish uchun barqaror manba bo‘lishi mumkin [2–4].

SHGKM kabi yirik ishlab chiqarish maydonlarida maishiy oqova suvlar mamuriy binolar, sanitar-maishiy xonalar, oshxona va xizmat ko‘rsatish obektlaridan shakllanadi. Ularni sanoat texnologik oqimlaridan alohida yig‘ish, biologik tozalash va keyingi dezinfeksiyadan so‘ng yashil hududlarni sug‘orishga berish korxonaning chuchuk suvga bo‘lgan talabini qisman kamaytirish va tashqi muhitga chiqariladigan oqova hajmini pasaytirish imkonini beradi. Tadqiqotning maqsadi — mazkur sxema uchun ilmiy-texnik mezonlarni belgilash, ekologik afzallik va xavflarni tahlil qilish hamda keyingi tajriba-sinov ishlari uchun monitoring dasturini taklif etish.

O‘zbekiston sharoitida ham tozalangan oqova suvlarni qayta ishlatish bo‘yicha tadqiqotlar faollashmoqda. F. Kadirxodjaeva O‘zbekistonda kommunal oqova suvlarni qishloq xo‘jaligi va landshaft sug‘orishida qayta ishlatish istiqbollarini ko‘rsatgan [8]. S. Umarov va F. Kadirxodjaeva oqova suvlardan sug‘orma dehqonchilikda foydalanishning ijtimoiy-ekologik va iqtisodiy afzalliklarini tahlil qilgan [9]. M. Abdukadirova, M. Radkevich va hammualliflar Qashqadaryo sharoitida membranali bioreaktorlarni suvni qayta ishlatishga tayyorlash vositasi sifatida baholab, yuqori darajada organik ifloslantiruvchilar va patogenlarni kamaytirish imkoniyatini qayd etgan [10]. 2026 yilgi O‘zbekiston misolidagi tadqiqot esa tozalangan oqova suvlarni noananaviy suv resurslari tarkibida suv tanqisligini yumshatish vositasi sifatida baholaydi [11].

Materiallar va usullar. Ish adabiyotlar tahlili, suv sifati mezonlarini taqqoslash va hisobiy ssenariy usuliga asoslandi. FAO qo‘llanmalariga ko‘ra sug‘orish suvini baholashda elektr o‘tkazuvchanlik (EC), umumiy erigan moddalar (TDS), natriy adsorbsiya koeffisienti (SAR), xlorid, bor, azot birikmalari va og‘ir metallar muhim hisoblanadi [2,5]. Suvning sho‘rligi EC <0,7 dS/m bo‘lganda odatda cheklovsiz, 0,7–3,0 dS/m oralig‘ida esa ehtiyotkor boshqaruv bilan qo‘llanishi mumkin; EC >3,0 dS/m bo‘lganda cheklovlar kuchayadi [2,5].

Taklif etilayotgan texnologik zanjir: panjara va qumtutgich orqali mexanik tozalash → biologik tozalash (faol loy yoki MBBR) → tindirish → qum/disk filtri → UF yoki nazoratli xlorlash bilan dezinfeksiya → tozalangan suv rezervuari → tomchilatib yoki er sathiga yaqin sug‘orish. Sanoat oqimlarining maishiy kanalizasiyaga aralashishiga yo‘l qo‘ymaslik manba nazoratining asosiy shartidir.



1-rasm. SHGKM maishiy oqova suvlarini tozalash va sug‘orishda qayta ishlatishning tavsiya etiladigan sxemasi.

Natijalar va muhokama

Adabiyotlarda tozalangan oqova suvdan sug‘orishda foydalanishning ikki tomonlama tasiri qayd etiladi. Ijobiy tomoni — chuchuk suvni tejash, azot va fosfor kabi ozuqa elementlarini qisman

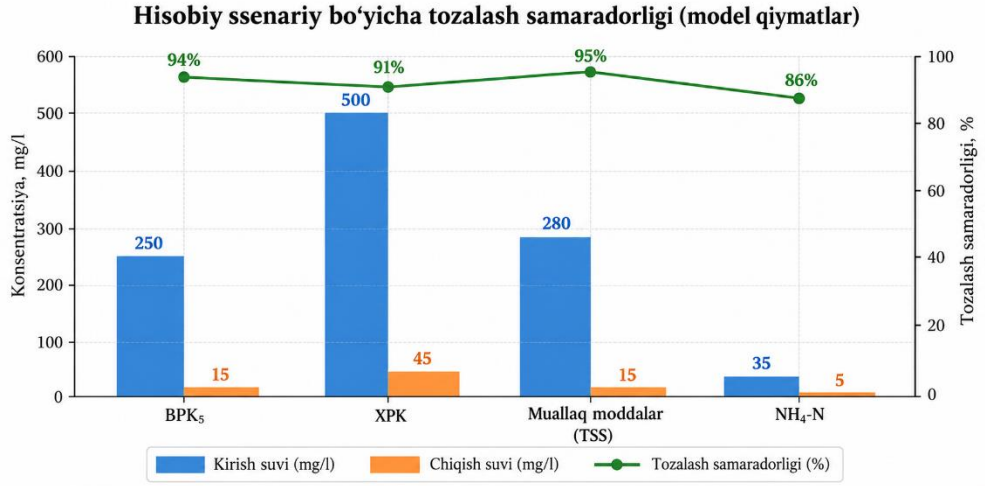
qayta aylanishga kiritish va oqova suv tashlamasini kamaytirish. Salbiy tomoni — etarli nazorat bo‘lmaganda tuproqda tuz va natriy to‘planishi, gidravlik o‘tkazuvchanlikning pasayishi, patogenlar, og‘ir metallar, farmasevtik qoldiqlar va antibiotikka chidamlilik genlari bilan bog‘liq xavflardir [3,4,6,7]. 2024 yilgi meta-tahlil tozalangan oqova suv bilan uzoq muddat sug‘orish ayrim sharoitlarda tuproq sho‘rligi va natriylanishini oshirishi mumkinligini ko‘rsatgan [6].

1-jadval

Sug‘orish uchun tozalangan oqova suvni baholashda asosiy nazorat ko‘rsatkichlari [2,3,5]

Ko‘rsatkich	Nazorat maqsadi	Tavsiya etiladigan yondashuv	Izoh
BPK5, XPK	Organik yuklama	Biologik tozalash samaradorligini baholash	Haqiqiy meyor mahalliy talab bilan solishtiriladi
TSS/loyqalik	Filtr va tomchilatgichlarni himoya qilish	Uchlamchi filtrlash	Past TSS dezinfeksiya samarasini oshiradi
EC va TDS	Sho‘rlanish xavfi	EC bo‘yicha muntazam monitoring	FAO: <0,7; 0,7–3; >3 dS/m toifalari
SAR, Na, Cl, B	Tuproq strukturasi va fitotoksiklik	Suv–tuproq juft bahosi	Ekin va tuproq turiga bog‘liq
N, P	Ozuqa va evtrofikasiya	O‘g‘it meyorini hisobga olish	Ortiqcha N/P berilishidan saqlanish
E. coli/koliform	Sanitar xavf	UF/xlorlash va mikrobiologik nazorat	Odam bilan kontaktni cheklash
Og‘ir metallar/CECs	Uzoq muddatli xavf	Davriy kengaytirilgan tahlil	Manba nazorati muhim

SHGKM uchun dastlabki texnik baholashda obektning haqiqiy kirish suvi tahlillari mavjud bo‘lmagani sababli model ssenariy qabul qilindi. Masalan, kirishda BPK5=250 mg/l, XPK=500 mg/l, muallaq moddalar=280 mg/l va NH_4-N=35 mg/l deb olinsa, biologik va uchlamchi tozalashdan keyin mos ravishda 15, 45, 15 va 5 mg/l darajalarga tushirish texnik jihatdan maqsadli ssenariy sifatida qaralishi mumkin. Bu qiymatlar eksperiment natijasi emas; maqolaning keyingi versiyasida SHGKM laboratoriya malumotlari bilan almashtirilishi shart.



2-rasm. Hisobiy ssenariy bo‘yicha tozalash samaradorligi (model qiymatlar).

Sug‘orish usulini tanlash ham xavfni boshqarish vositasidir. Tozalangan oqova suv barg va mevaga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tegishini kamaytiruvchi tomchilatib sug‘orish usuli sanitar nuqtai nazardan afzal. FAO manbalari sug‘orish usulini tanlashda ekin turi, ishchilar bilan kontakt, tuzlarning

tuproqda taqsimlanishi va suv sifati hisobga olinishi kerakligini ko‘rsatadi [2]. SHGKM hududida birinchi navbatda dekorativ daraxtlar, butalar, gazon va texnik yashil zonalar kabi oziq-ovqat zanjiriga kirmaydigan obektlarda qayta foydalanishni sinovdan o‘tkazish maqsadga muvofiq.

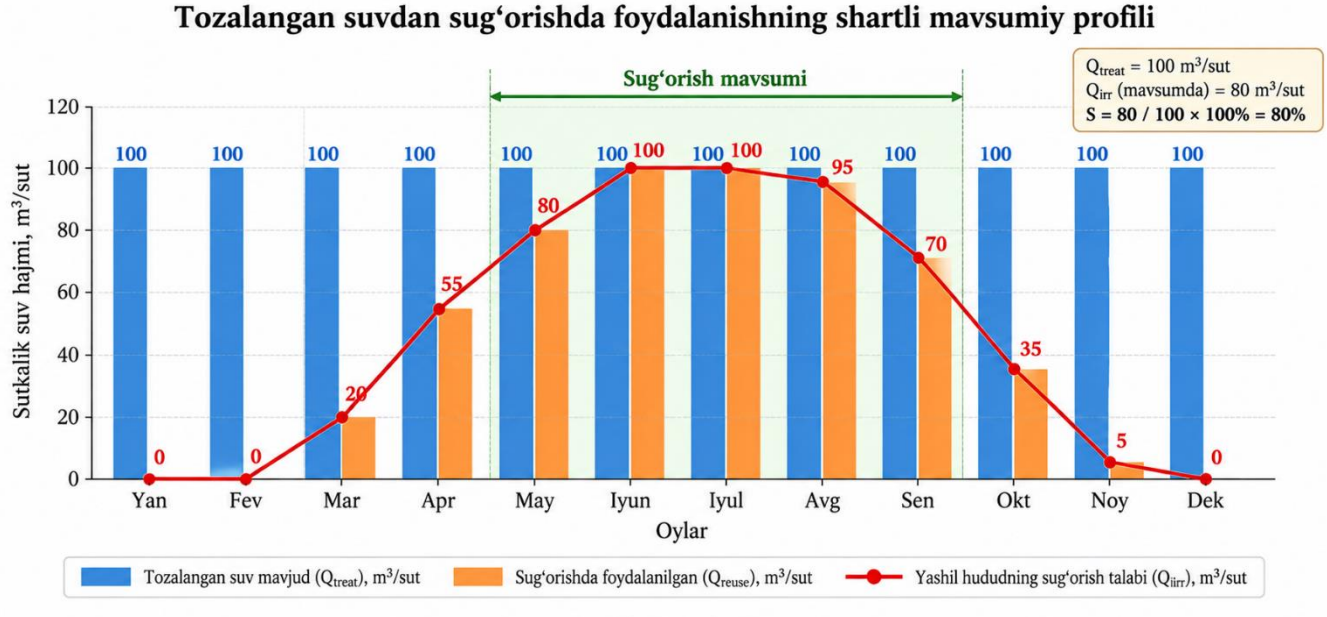
2-jadval

Taklif etilayotgan tizimning bosqichma-bosqich ekologik vazifalari.

Bosqich	Asosiy vazifa	Nazorat parametri	Kutiladigan ekologik samara
1. Alohida yig‘ish	Maishiy va sanoat oqimlarini ajratish	pH, EC, XPK	Toksik aralashmalar xavfini kamaytirish
2. Biologik tozalash	Organik modda va N ni kamaytirish	BPK5, XPK, NH4-N	Organik yuklamani pasaytirish
3. Uchlamchi tozalash	Qoldiq TSS/loyqalikni kamaytirish	TSS, NTU	Dezinfeksiya va sug‘orish tizimi ishonchliligi
4. Dezinfeksiya	Patogen xavfini kamaytirish	E. coli/koliform	Sanitar xavfsizlik
5. Qayta ishlatish	Chuchuk suvni almashtirish	EC, SAR, Na, Cl, B	Suv tejamkorligi va tashlama kamayishi

Mahalliy tadqiqotlar natijalari SHGKM uchun taklif etilayotgan yondashuvni O‘zbekistonning suv tanqis sharoiti bilan bog‘lashga imkon beradi. Xususan, membranali bioreaktorlar bo‘yicha Qashqadaryoda olib borilgan tadqiqotda BPK5 ni 6 mg/l dan past darajagacha tushirish va patogenlarni >99,9% kamaytirish imkoniyati ko‘rsatilgan [10]. Bu natijalar aynan SHGKMda shu qiymatlar taminlanadi degani emas; ular texnologiya tanlashda mahalliy qiyosiy orientir bo‘lib xizmat qiladi va obektda pilot sinov bilan tasdiqlanishi lozim.

Suv balansi va amaliy samara. Qayta foydalanish samarasini baholash uchun Qreuse = min(Qtreat, Qirr) ifodasidan foydalanish mumkin, bu erda Qtreat — sug‘orish sifatigacha tozalangan sutkalik suv hajmi, Qirr — yashil hududning amaldagi sug‘orish talabi. Chuchuk suvni tejash ulushi S = Qreuse/Qfresh × 100% orqali baholanadi. Masalan, shartli 100 m³/sut tozalangan suv mavjud bo‘lib, sug‘orish mavsumida uning 80 m³/sut qismi ishlatilsa, mavsumning har bir ish kunida 80 m³ chuchuk suv o‘rnini bosish mumkin. Bu misol faqat metodik hisob bo‘lib, SHGKM uchun haqiqiy suv balansi oqova sarfi, yashil maydon, iqlim va sug‘orish meyori asosida aniqlanishi lozim.



3-rasm. Tozalangan suvdan sug‘orishda foydalanishning shartli mavsumiy profili.

Mavsumdan tashqari davrda tozalangan suvni to‘plash imkoniyati cheklangan bo‘lsa, rezervuar hajmi va alternativ texnik qayta foydalanish yo‘nalishlari alohida texniko-iqtisodiy tahlil qilinishi kerak. Shuningdek, suvni uzoq muddat saqlashda qayta mikrobiologik o‘sish xavfi sababli qoldiq dezinfektant yoki qayta dezinfeksiya rejimi ko‘rib chiqiladi.

Ekologik xavflarni boshqarish va monitoring

Qayta foydalanish tizimi “tozalash inshooti yaxshi ishlayapti” degan yagona mezon bilan cheklanmasligi kerak. Suv–tuproq–o‘simlik zanjiri bo‘yicha monitoring zarur. Suvda har kuni yoki texnologik reglamentga muvofiq pH, EC, loyqalik va dezinfeksiya ko‘rsatkichlari; davriy ravishda BPK5, XPK, TSS, azot, fosfor, E. coli, Na, Cl, B va SAR; kamroq chastotada og‘ir metallar va ehtimoliy yangi ifloslantiruvchilar nazorat qilinishi maqsadga muvofiq. Tuproqda esa EC, pH, almashinuvchan natriy va organik modda dinamikasi kuzatilishi kerak. Zamonaviy tadqiqotlar aynan sho‘rlanish, natriylanish, patogenlar va emerging contaminants ni uzoq muddatli qayta foydalanishning asosiy nazorat nuqtalari sifatida ko‘rsatadi [3,4,6,7].

SHGKM uchun pilot bosqichni 0,5–1,0 ga texnik yashil maydonda tashkil etish, tozalangan suv va nazorat sifatida amaldagi sug‘orish suvi bilan parallel uchastkalar yuritish mumkin. Kamida bir vegetasiya mavsumi davomida suv sarfi, tuproq EC/pH, o‘simlik holati, sug‘orish tizimida tiqilish va sanitar ko‘rsatkichlar solishtiriladi. Bunday dizayn keyingi to‘liq masshtabli joriy etish uchun korxonaga xos ishonchli malumot beradi.

Xulosa. SHGKM hududida hosil bo‘ladigan maishiy oqova suvlarni tegishli darajada tozalab, yashil hududlarni sug‘orishda qayta ishlatish ekologik va resurs tejamkor yondashuv hisoblanadi. U chuchuk suv sarfini va tashqi muhitga chiqariladigan oqova hajmini kamaytirish, suv resurslaridan aylanma foydalanish ulushini oshirish imkonini beradi. Biroq loyihaning ekologik xavfsizligi faqat BPK/XPKni pasaytirish bilan emas, balki EC, TDS, SAR, Na, Cl, B, mikrobiologik ko‘rsatkichlar, og‘ir metallar va zaruratda yangi ifloslantiruvchilarni nazorat qilish bilan taminlanadi. Eng maqbul echim — sanoat va maishiy oqimlarni qatiy ajratish, biologik va uchlamchi tozalashni dezinfeksiya bilan birlashtirish, tomchilatib sug‘orishdan foydalanish va suv–tuproq–o‘simlik tizimida uzoq muddatli monitoring yuritishdir. Keyingi tadqiqot bosqichida SHGKMning haqiqiy sutkalik oqova sarfi va laboratoriya tahlillari asosida moddiy balans, tozalash inshooti quvvati, rezervuar hajmi, sug‘orish maydoni va iqtisodiy samara aniq hisoblanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. World Health Organization; UN-Habitat. Progress on the proportion of domestic and industrial wastewater flows safely treated: Mid-term status of SDG Indicator 6.3.1. WHO, 2024.

2. FAO. Wastewater treatment and use in agriculture. Irrigation and Drainage Paper 47. Rome: Food and Agriculture Organization.

3. Maimon A. et al. Mitigating risks and maximizing sustainability of treated wastewater reuse for irrigation. Water Research X, 2023, 21, 100203. DOI: 10.1016/j.wroa.2023.100203.

4. Treated wastewater reuse for crop irrigation: a comprehensive health risk assessment. Environmental Science: Advances, 2024. DOI: 10.1039/D4VA00274A.

5. Ayers R.S., Westcot D.W. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1. Rome: FAO.

6. Changes in soil hydraulic and physio-chemical properties under treated wastewater irrigation: A meta-analysis. Agricultural Water Management, 2024, 295, 108752.

7. Treated wastewater reuse for irrigation: Pros and cons. Science of the Total Environment, 2021. Review article.

8. Kadirkhodjaeva F. Prospects of wastewater reuse for irrigation in Uzbekistan // International Conference on Arid Lands. — 2014.

9. Umarov S., Kadirkhodjaeva F. Importance and benefits of using wastewater in irrigation farming // Irrigation and Melioration. — 2024.

10. Abdukadirova M., Radkevich M., Mutalov A., Avlakulov M. Membrane bioreactors for water protection in Kashkadarya Province, Uzbekistan // Veredas do Direito. — 2026. — Vol. 23, No. 2. DOI: 10.18623/rvd.v23.n2.4139.

11. Teshayev Sh. et al. Investigating the necessity of water recycling and reuse of unconventional water in the context of water resources management: a case study of Uzbekistan // Brazilian Journal of Biology. — 2026. — Vol. 86. — e300307. DOI: 10.1590/1519-6984.300307.

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ МЕТОДОМ КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА

Мирсаидова К.Д.[1], проф. Эгамбердиев Э.А.[2], проф. Холикова С.Д.[3]
[1]Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова.
2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan
E-mail: kmirsaidova2020@mail.com
[2]Доктор технических наук, профессор, начальник отдела контроля качества образования Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова.
E-mail: el.0919@mail.ru
[3]Доктор технических наук, профессор кафедры «Охрана окружающей среды» Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова.
E-mail: sevarajasurovna123@mail.ru

Аннотация. *В данной работе представлены результаты получения микрокристаллической наноцеллюлозы из хлопковой целлюлозы методом кислотного гидролиза и исследования её структурно-морфологических характеристик. Гидролиз проводили с использованием 60%-ного раствора серной кислоты при температуре 40 °C в течение 60 мин. Структуру и морфологию полученного материала исследовали методами сканирующей электронной микроскопии (SEM) и рентгенофазового анализа (XRD). Результаты SEM показали существенную фрагментацию исходной волокнистой структуры, образование дисперсных частиц и формирование неоднородной развитой поверхности. Данные XRD подтвердили сохранение характерной кристаллической структуры целлюлозы I после кислотного гидролиза. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования хлопковой целлюлозы в качестве доступного сырья для получения микро- и наноразмерных целлюлозных материалов.*

Ключевые слова: *хлопковая целлюлоза, микрокристаллическая наноцеллюлоза, кислотный гидролиз, серная кислота, морфология, кристаллическая структура, сканирующая электронная микроскопия, SEM, XRD.*

Abstract. *This study presents the preparation of microcrystalline nanocellulose from cotton cellulose by acid hydrolysis and investigates its structural and morphological characteristics. The hydrolysis was carried out using a 60% sulfuric acid solution at 40 °C for 60 min. The structure and morphology of the obtained material were characterized by scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD). SEM analysis revealed significant fragmentation of the original fibrous structure, formation of dispersed particles, and development of a heterogeneous surface morphology. XRD analysis confirmed that the characteristic crystalline structure of cellulose I was preserved after acid hydrolysis. The obtained results demonstrate the potential of cotton cellulose as an accessible raw material for the production of micro- and nanoscale cellulose materials.*

Keywords: *cotton cellulose, microcrystalline nanocellulose, acid hydrolysis, sulfuric acid, morphology, crystalline structure, scanning electron microscopy, SEM, XRD.*

Annotatsiya. *Ushbu ishda paxta sellulozasidan kislotali gidroliz usuli yordamida mikrokristallik nanoselluloza olish va uning strukturaviy-morfologik xususiyatlarini o‘rganish natijalari keltirilgan. Gidroliz jarayoni 60% li sulfat kislota eritmasida 40 °C haroratda 60 daqiqa davomida amalga oshirildi. Olingan materialning tuzilishi skanerlovchi elektron mikroskopiya*

(SEM) va rentgen fazaviy tahlil (XRD) usullari yordamida o‘rganildi. SEM natijalari dastlabki tolali strukturaning parchalanishi, dispers zarrachalarning hosil bo‘lishi va rivojlangan notekis sirt shakllanishini ko‘rsatdi. XRD tahlili esa kislotali gidrolizdan so‘ng selluloza I ga xos kristallik strukturaning saqlanib qolganligini tasdiqladi. Olingan natijalar paxta sellulozasining mikro- va nanoo‘lchamli selluloza materiallarini olish uchun istiqbolli xomashyo ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: *paxta sellulozasi, mikrokristallik nanoselluloza, kislotali gidroliz, sulfat kislota, morfologiya, kristallik struktura, skanerlovchi elektron mikroskopiya, SEM, XRD.*

Введение. Развитие современных материалов все в большей степени связано не только с поиском новых химических соединений, но и с рациональным использованием природного возобновляемого сырья. Среди таких материалов особое место занимает целлюлоза, которая благодаря высокой прочности, биосовместимости, доступности и способности к химической модификации рассматривается как перспективная основа для создания функциональных продуктов различного назначения. Вместе с тем традиционная целлюлоза не всегда обладает необходимыми структурными характеристиками, поэтому одной из актуальных задач является получение материалов с более высокой степенью дисперсности и развитой поверхностью.

В последние годы значительное внимание уделяется микрокристаллической и наноразмерной целлюлозе, обладающей улучшенными физико-механическими свойствами по сравнению с исходным материалом. Уменьшение размеров структурных элементов сопровождается увеличением удельной поверхности, повышением реакционной способности и расширением возможностей практического применения. Благодаря этим свойствам подобные материалы используются при разработке полимерных композитов, мембран, упаковочных материалов, носителей лекарственных веществ, сорбентов и других изделий, к которым предъявляются повышенные требования по прочности и экологической безопасности.

Одним из наиболее распространенных способов получения микрокристаллической наноцеллюлозы является кислотный гидролиз. Данный метод основан на преимущественном разрушении аморфных участков целлюлозного волокна при сохранении более устойчивых кристаллических областей. Эффективность процесса определяется концентрацией кислоты, температурой обработки, продолжительностью гидролиза и условиями последующей очистки материала. Изменение каждого из этих параметров оказывает непосредственное влияние на морфологию, размеры частиц и структурную организацию конечного продукта.

Целью настоящего исследования является получение микрокристаллической наноцеллюлозы из хлопковой целлюлозы методом кислотного гидролиза и исследование изменений морфологии образующегося материала с использованием методов современной электронной микроскопии и других физико-химических методов анализа.

Методическая часть. В качестве исходного сырья для получения микрокристаллической наноцеллюлозы использовали хлопковую целлюлозу, полученную из хлопкового линта. Хлопковая целлюлоза характеризуется высоким содержанием α-целлюлозы, низким содержанием лигнина и гемицеллюлоз, а также высокой степенью химической чистоты, что делает её перспективным сырьём для получения микро- и наноразмерных целлюлозных материалов.

Получение микрокристаллической наноцеллюлозы осуществляли методом кислотного гидролиза. В качестве гидролизующего агента использовали 60%-ный водный раствор серной кислоты, обеспечивающий преимущественное разрушение менее упорядоченных аморфных областей целлюлозы при относительном сохранении её кристаллических участков. Для проведения эксперимента 20 г хлопковой целлюлозы помещали в 500 мл 60%-ного раствора серной кислоты. Гидролиз проводили при температуре 40 °C в течение 60 мин при периодическом ручном перемешивании реакционной смеси.

По окончании установленного времени реакцию прекращали добавлением дистиллированной воды. Полученный материал многократно промывали дистиллированной водой для удаления остатков серной кислоты и растворимых продуктов гидролиза до достижения нейтрального значения pH. При необходимости проводили дополнительную нейтрализацию разбавленным раствором гидроксида натрия с последующей повторной промывкой дистиллированной водой.

Ультразвуковое диспергирование и центрифугирование в процессе получения материала не применяли. После завершения промывки полученные образцы сушили естественным способом при комнатной температуре в течение 3 ч. Высушенный материал использовали для дальнейшего исследования структурных и морфологических характеристик методами рентгенофазового анализа (XRD) и сканирующей электронной микроскопии (SEM). Рентгенофазовый анализ применяли для оценки изменений кристаллической структуры целлюлозы после кислотного гидролиза, а сканирующую электронную микроскопию — для исследования морфологии, состояния поверхности и степени изменения исходной волокнистой структуры материала.

Результаты исследования. На рисунке 1 представлены SEM-микрофотографии полученного целлюлозного материала при различных увеличениях (×2000–×10000). Анализ изображений показывает, что после кислотного гидролиза исходная волокнистая структура целлюлозы подвергается выраженной фрагментации. В образце наблюдаются частицы неправильной формы, пластинчатые фрагменты и их агрегаты с неоднородной поверхностью.

При увеличении ×2000 хорошо видны отдельные крупные фрагменты и скопления более мелких частиц. При увеличениях ×6000–×10000 более отчётливо проявляется развитая морфология поверхности: наблюдаются шероховатость, микротрещины, расслоение и большое количество мелкодисперсных фрагментов. Размеры наблюдаемых агрегатов находятся преимущественно в микрометровом диапазоне, при этом на их поверхности присутствуют значительно более мелкие структурные образования.

Полученные морфологические изменения могут быть связаны с воздействием 60%-ной серной кислоты на менее упорядоченные участки хлопковой целлюлозы.

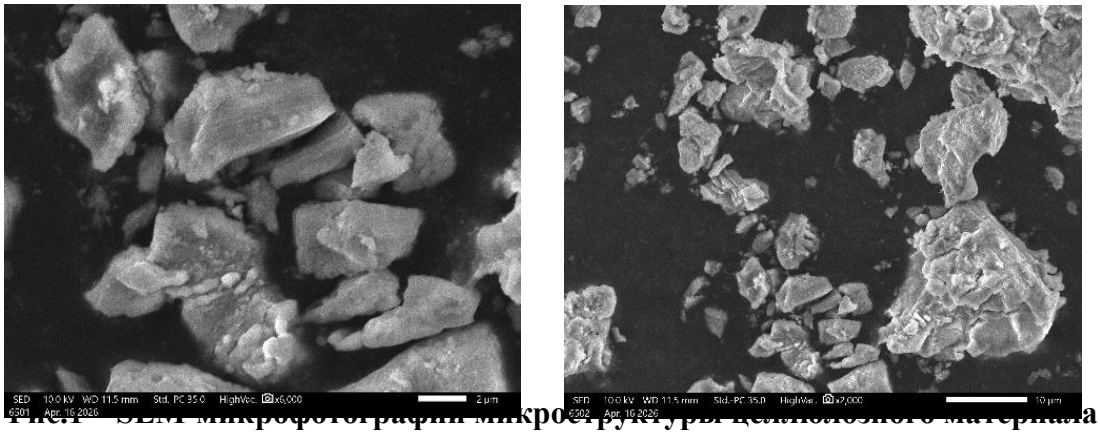


Рис.1 – SEM-микрофотографии микроструктуры целлюлозного материала после кислотного гидролиза: а–б – общий вид и распределение частиц.

В процессе гидролиза происходит частичное разрушение и укорочение исходных волокон, что приводит к их фрагментации и формированию более дисперсной структуры. Наличие агрегатов может быть связано как с отсутствием ультразвукового диспергирования, так и со сближением частиц в процессе промывки и последующей естественной сушки.

Таким образом, результаты SEM подтверждают существенное изменение морфологии хлопковой целлюлозы после кислотного гидролиза и образование фрагментированной микроструктуры с развитой неоднородной поверхностью. Вместе с результатами XRD эти данные могут служить подтверждением структурных преобразований целлюлозного материала в выбранных условиях обработки.

Результаты рентгенофазового анализа дополняют данные SEM и свидетельствуют о сохранении характерной кристаллической структуры целлюлозы I после кислотной обработки. Наличие интенсивного дифракционного максимума в области 2θ ≈ 22–23° указывает на сохранение упорядоченных кристаллических областей. Таким образом, совокупность результатов SEM и XRD показывает, что выбранные условия кислотного гидролиза приводят к выраженному морфологическому преобразованию хлопковой целлюлозы и формированию более дисперсной структуры при сохранении её кристаллической составляющей.

Выводы. 1. Кислотный гидролиз 60%-ным раствором H_2SO_4 при 40 °C в течение 60 мин вызывает выраженные структурно-морфологические изменения хлопковой целлюлозы.

2. SEM-анализ подтвердил разрушение исходной волокнистой структуры, фрагментацию материала и формирование частиц с неоднородной и развитой поверхностью.

3. Результаты XRD свидетельствуют о сохранении кристаллической модификации целлюлозы I после проведённой химической обработки.

4. Совокупность результатов SEM и XRD показывает, что выбранные условия кислотного гидролиза способствуют преобразованию исходной хлопковой целлюлозы в более дисперсный материал с сохранением упорядоченных кристаллических областей.

5. Полученные результаты подтверждают перспективность использования хлопковой целлюлозы в качестве доступного сырья для получения микро- и наноразмерных целлюлозных материалов.

Список литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы».

2. Сайфутдинов Р.С., Мирсаидова К.Д., Миркамитлов Ш.М. Получение хлопковой целлюлозы многократным использованием промывных вод // Композиционные материалы. 2021. № 4. С. 98–101.

3. Moon R.J., Martini A., Nairn J., Simonsen J., Youngblood J. Cellulose nanomaterials: Structure, properties and nanocomposites // Chemical Society Reviews. 2011. Vol. 40. P. 3941–3994.

4. Abdul Khalil H.P.S., Bhat A.H., Yusra A.F.I. Green composites from sustainable cellulose nanofibrils: A review // Carbohydrate Polymers. 2012. Vol. 87. P. 963–979.

5. Сайфутдинов Р.С., Мухитдинов У.Д., Эшпулатов Н.М. Development of Cotton Cellulose Technology with High Reactivity for Chemical Processing // Chemistry of Uzbekistan. 2020. № 1. P. 55–61.

6. Егамбердиев Э.А., Турабджанов С., Мирзаева Д., Хайдуллаев К., Шарипова У. Влияние хитозана на механические свойства бумаги, полученной на основе льняной целлюлозы // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 371. Article 01045.

7. Egamberdiev E.A., Norboyev S.K. Extraction of Cellulose Nanocrystals from Secondary Paper Waste and Their Use in Paper Production // Technical Science and Innovation. 2022.

8. Rashidov Sh.A., Egamberdiev E.A., Turabdzhanov S.M. Studying the Production of Nanocelluloses // E3S Web of Conferences. 2023.

9. Egamberdiev E.A., Akmalova G.Yu., Rakhmonberdiev G.R. Obtaining Paper Products from Cellulose-Containing Plants and Researching Their Field of Application // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022.

10. Noremylia M.B., Hassan M.Z., Ismail Z. Recent Advancement in Isolation, Processing, Characterization and Applications of Emerging Nanocellulose: A Review // International Journal of Biological Macromolecules. 2022.

11. Nanocelluloses as New Generation Materials: Natural Resources, Structure-Related Properties, Engineering Nanostructures, and Technical Challenges // Materials Today Chemistry. 2022.

12. Cellulose Nanopaper: Fabrication, Functionalization, and Applications // Nano-Micro Letters. 2022.

13. Ong X.-R., Chen A.X., Li N. Nanocellulose: Recent Advances Toward Biomedical Applications // Small Science. 2022.

14. Li B. et al. A Green Cellulose Dissolution System for Producing Tunable Regenerated Nanocellulose Formate // ACS Nano. 2025.

15. Егамбердиев Э.А., Рахмонбердиев Г.Р., Мардонов А.Х. Study of the Sorption Rate of Composition Paper Samples Obtained on the Basis of Cellulose-Bearing Plants Cellulose and Basalt Fiber // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2018. № 1–2. P. 56–62.

16. Примкулов М., Рахмонбердиев Г., Егамбердиев Э. Целлюлоза ва қоғоз технологиясидан масалалар. Ташкент: Фан ва технология, 2010. 140 с.

"UZBEKISTAN GTL" MChJ TEXNOLOGIK IKKILAMCHI MATERIALLARI ASOSIDA EPOKSID KOMPOZITLAR OLISH VA QO'LLASH ISTIQBOLLARI

Lutfullaev Sa'dulla Shukurovich - texnika fanlari nomzodi, professor,
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, 180100, E-mail: Sl_1960@mail.ru, O'zbekiston
Raxmatov Maxmud Ismatovich[2] – texnika fanlari nomzodi, dotsent,
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, 180100,
E-mail: mahmudrahmatov76@gmail.com, O'zbekiston

Ismatov Baxtiyor Axmad o'g'li – mustaqil tadqiqotchi,
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, 180100, E-mail: mrbakhtiyori@gmail.com,
O'zbekiston

Annotatsiya. *Maqolada sanoat chiqindilari bilan to'ldirilgan epoksid kompozitlar bo'yicha adabiyot ma'lumotlari tahlil qilinib, shu asosda «Uzbekistan GTL» MChJning ikkilamchi materiallari – mineral fraksiya va Fischer–Tropsch parafini (FT-wax) – neft-gaz uskunalarini tiklash va himoyalashga mo'ljallangan epoksid kompozitlarda qo'llash imkoniyatlari muhokama qilinadi. Qog'oz sanoati chiqindisi asosidagi epoksid kompozitlar bo'yicha [4] da keltirilgan 10–20 mas.% to'ldirgich natijalari UzGTL materiali uchun tajribaviy natija sifatida emas, balki qiyosiy ilmiy asos va tadqiqot gipotezasini shakllantirish manbai sifatida ko'rib chiqiladi. UzGTL mineral fraksiyasining haqiqiy tarkibi va xossalari hali XRF, XRD va FTIR kabi usullar bilan aniqlanmagan. Ish yangi eksperimental natijalarni o'z ichiga olmaydi va keyingi laboratoriya tadqiqotlari uchun metodik asos vazifasini bajaradi.*

Kalit so'zlar: *epoksid kompozit, UzGTL, mineral fraksiya, FT-wax, sanoat chiqindilari, tiklovchi qoplama, neft-gaz uskunalari.*

Abstract. *The article reviews published studies on epoxy composites filled with industrial waste and, on this basis, discusses the potential use of secondary materials from "Uzbekistan GTL" LLC - the mineral fraction and Fischer–Tropsch wax (FT-wax) - in epoxy composites for restoring and protecting oil-and-gas equipment. The 10–20 wt% filler results reported for paper-industry waste in [4] are considered only as a comparative scientific basis and as a source for formulating research hypotheses; they are not experimental results for UzGTL materials. The actual composition and properties of the UzGTL mineral fraction have not yet been experimentally determined by methods such as XRF, XRD and FTIR. The work contains no new experimental results and is intended as a preparatory basis for subsequent laboratory studies.*

Keywords: *epoxy composite, UzGTL, mineral fraction, FT-wax, industrial waste, restorative coating, oil and gas equipment.*

Аннотация. *В статье анализируются опубликованные исследования эпоксидных композитов, наполненных промышленными отходами, и на этой основе рассматривается возможность использования вторичных материалов ООО «Uzbekistan GTL» -минеральной фракции и парафина Фишера–Тропша (FT-wax) - в эпоксидных композициях для восстановления и защиты нефтегазового оборудования. Результаты по содержанию*

наполнителя 10–20 мас.%, приведённые в работе [4] для отходов бумажной промышленности, рассматриваются только как сравнительная научная основа и источник гипотез; они не являются экспериментальными результатами для материалов UzGTL. Фактический состав и свойства минеральной фракции UzGTL ещё не определены экспериментально методами XRF, XRD и FTIR. Работа не содержит новых экспериментальных результатов и служит подготовительной основой для последующих лабораторных исследований.

Ключевые слова: *эпоксидный композит, UzGTL, минеральная фракция, FT-wax, промышленные отходы, восстановительное покрытие, нефтегазовое оборудование.*

Kirish. Neft va gaz quvurlari, rezervuarlar hamda boshqa metall uskunalar ekspluatatsiya davomida korroziyaga, mexanik shikastlanishga va agressiv muhitlar ta’siriga uchraydi. Bunday shikastlanishlarni bartaraf etish uchun sanoatda epoksid asosidagi tiklovchi qoplamalar, ta’mirlash pastalari va izolyatsion qatlamlar keng qo‘llaniladi - ular yaxshi adgeziyaga, kimyoviy barqarorlikka va nisbatan oddiy qo‘llash texnologiyasiga ega. Shu bilan birga, bunday kompozitsiyalarning tannarxini pasaytirish va ularni ishlab chiqarishda ikkilamchi xomashyodan foydalanish masalasi dolzarbligicha qolmoqda.

Oldingi ishlarimizda [1] «Uzbekistan GTL» MChJ (*UzGTL*) texnologik ikkilamchi materiallari-mineral fraksiya va Fischer–Tropsch parafini (FT-wax) - asosan termoplastik matritsalarda (poliolefinlar, PVX) to‘ldirgich sifatida ko‘rib chiqilgan edi. Biroq amaliyotda bunday materiallarning yana bir muhim qo‘llanish sohasi bor: termoreaktiv epoksid kompozitlar, xususan neft-gaz uskunalarini tiklash va himoyalashda ishlatiladigan qoplama va pastalar. Bu yo‘nalishning ilmiy asosliligini tekshirish uchun o‘xshash tabiatdagi sanoat chiqindisi – qog‘oz sanoati chiqindisi - bilan to‘ldirilgan epoksid kompozitlar bo‘yicha yaqinda e’lon qilingan tadqiqot [4] alohida qiziqish uyg‘otadi: undagi to‘ldirgich ham, taxminimizcha UzGTL mineral fraksiyasi ham, sirtida gidroksil guruhlari va noorganik komponentlarni saqlaydigan dispers materiallardir.

Ushbu maqolaning maqsadi - [4] dagi natijalarni tanqidiy tahlil qilish va ular asosida UzGTL ikkilamchi materiallarini epoksid kompozitlarda qo‘llashning ilmiy asoslarini, kutilayotgan afzalliklari va cheklovlarini aniqlashdan iborat. Ish hech qanday yangi eksperimental ma’lumot bermaydi - bu, oldingi maqolalarimiz singari, keyingi laboratoriya bosqichi uchun tayyorgarlik xarakteriga ega.

Qog‘oz sanoati chiqindisi bilan to‘ldirilgan epoksid kompozitlar tajribasi

Starokadomsky va hammualliflari [4] tomonidan qog‘oz sanoatining tolali chiqindisi (WP - waste paper) bilan to‘ldirilgan epoksid kompozitlar o‘rganilgan. Sertifikatlashtirilgan sanitariya-gigiena xulosasiga ko‘ra, bu material «kam xavfli chiqindi» toifasiga kiritilgan bo‘lib, tarkibida taxminan 8 % organik (lignotsellyuloza tolalari) va 92 % noorganik (mineral) modda mavjud; muhitning pH qiymati 6,5, namligi esa 85,4 % atrofida bo‘lgan [4]. To‘ldirgich CHS-EPOXY-520 epoksid qatroniga polietilenpoliamin qotirgichi bilan (nisbat 5:1) 10 va 20 mas. % miqdorda kiritilgan.

1-jadval

Qog‘oz sanoati chiqindisi bilan to‘ldirilgan epoksid kompozitning tanlangan xossalari

Ko‘rsatkich	To‘ldirgichsiz	20 % to‘ldirgichli	O‘zgarish tendensiyasi
Egilish moduli, ×1000 kg/sm²	16,2	20,0	Oshgan (≈ +23 %)
Siqilishdagi mustahkamlik, MPa	100	66	Pasaygan (≈ −34 %)

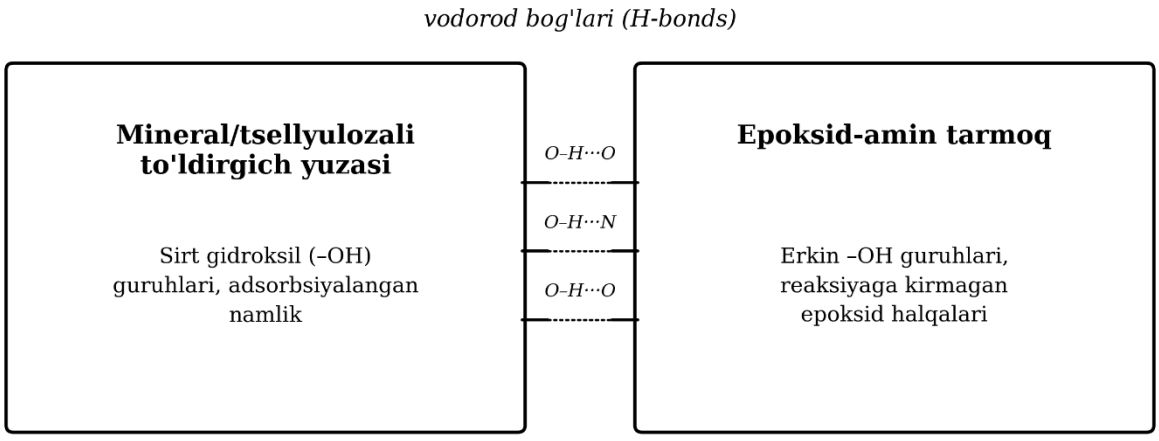
O‘t olishga chidamlilik, s	1	2	Ikki baravar oshgan
Atsetonda chidamlilik muddati	2 kungacha	10 kundan ortiq	Sezilarli yaxshilangan

Optik mikroskopiya natijalariga ko‘ra, sellyuloza zarrachalari epoksid matritsasida 200–300 mikrometrgacha yetadigan chirmashgan agregatlar shaklida taqsimlangan; mualliflar bu holatni epoksid va to‘ldirgichning ikkalasida ham mavjud gidroksil guruhlari orasidagi vodorod bog‘lari bilan izohlaydilar [4]. Mexanik sinovlar natijalari (1-jadval) shuni ko‘rsatganki, 20 mas. % to‘ldirgich kiritilganda egilishdagi mustahkamlik deyarli o‘zgarmagan bo‘lsa-da, egilish moduli sezilarli - taxminan 23 %ga - oshgan. Ayni paytda siqilishdagi mustahkamlik uchdan bir qismga yaqin pasaygan, mikroqattiqlik ham kamaygan; o‘t olishga chidamlilik esa ikki baravar, ishqalanishga chidamlilik esa biroz oshgan.

Kimyoviy barqarorlik sinovlari yanada nozikroq manzarani ko‘rsatadi. To‘ldirilgan kompozitlar atseton va uning etilatsetat bilan aralashmasida to‘ldirilmagan namunalarga qaraganda ancha barqaror bo‘lgan: to‘ldirilmagan namuna atsetonda 1–2 kun ichida yemirilgan bo‘lsa, to‘ldirilgan namuna 10 kundan ortiq vaqt davomida shaklini saqlagan [4]. Biroq bu ustunlik barcha muhitlarda kuzatilmagan. 60 % li vodorod peroksidida yangi tayyorlangan namunalar sinalganda, aksincha, to‘ldirilgan namunalar to‘ldirilmaganlariga qaraganda tezroq - 4–7 kun ichida - yemirilgan, to‘ldirilmagan namuna esa 9 kun davomida yemirilmagan holda qolgan. Xuddi shunday, 20 % li nitrat kislotada to‘ldirilgan namunalarning massasi to‘ldirilmaganlarga nisbatan sezilarli - taxminan 20 %gacha - ortgan, bu esa to‘ldirgichning kislotali muhitga past barqarorligidan dalolat beradi [4]. Demak, mazkur to‘ldirgich epoksid matritsaning barcha xossalarini bir tekis yaxshilamaydi: u organik erituvchilarga chidamlilikni oshirishi mumkin, biroq kuchli oksidlovchi va kislotali muhitlarga nisbatan aksincha ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

UzGTL ikkilamchi materiallari uchun taklif etilayotgan yondashuv

Yuqorida keltirilgan tajriba UzGTL mineral fraksiyasiga faqat shartli ravishda, ehtiyotkorlik bilan ko‘chirilishi mumkin. O‘xshashlik faraz darajasida qoladi: agar oldingi maqolalarimizda [2] taklif etilgan protokol (XRF, XRD, FTIR) yordamida mineral fraksiya sirtida gidroksil guruhlari yoki gidratlangan oksidlar mavjudligi tasdiqlansa, epoksid matritsa bilan o‘zaro ta’sir mexanizmi 1-rasmda ko‘rsatilganidek, qog‘oz chiqindisiga o‘xshash bo‘lishi mumkin. Aks holda - masalan, agar fraksiya asosan suvda erimaydigan va gidroksilsiz minerallardan iborat bo‘lsa - bunday analogiya o‘z kuchini yo‘qotadi.



1-rasm. Gidroksilli to‘ldirgich yuzasi va epoksid-amin tarmog‘i orasidagi taxminiy o‘zaro ta'sir sxemasi

FT-wax ning epoksid tizimidagi o‘rni esa boshqacha bo‘lishi kerak. Termoplastik kompozitlarda [1] u qayta ishlashni yengillashtiruvchi qo‘shimcha vazifasini bajaradi, biroq epoksid

- termoreaktiv material bo‘lib, ekstruziya emas, quyish yoki surtish yo‘li bilan qayotiladi, shuning uchun qovushqoqlikni pasaytiruvchi klassik funksiyasi bu yerda bevosita talab qilinmaydi. Shunga qaramay, FT-wax parafinli tabiati tufayli tayyor kompozit sirtini gidrofoblashtiruvchi qo‘shimcha yoki qolipdan ajratish vositasi sifatida qo‘llanilishi mumkin - bu alohida tekshirilishi lozim bo‘lgan taxmindir.

Qo‘llanish sohasini tanlashda [4] dagi kimyoviy barqarorlik natijalari alohida ahamiyatga ega. Neft-gaz uskunalari asosan uglevodorodlar va organik erituvchilar bilan aloqada bo‘ladi, kontsentrlangan kislotalar yoki yuqori foizli vodorod peroksidi bilan esa kamdan-kam uchrashadi. Shu nuqtai nazardan, [4] da kuzatilgan «organik erituvchilarga chidamlilik ortadi, kislotali muhitga chidamlilik pasayadi» tendensiyasi aynan neft-gaz sohasidagi qo‘llanish sharoitlariga qulay tushadi: bu yerda birinchi xususiyat muhim, ikkinchisi esa unchalik kritik emas. Ayni paytda, agar tiklovchi kompozitsiya yuqori mexanik yuklama ostida ishlaydigan joyda (masalan, bosim ostidagi quvurning tashqi qatlamida) qo‘llanilishi ko‘zda tutilsa, siqilishdagi mustahkamlikning pasayishi jiddiy cheklov bo‘lib qoladi va buni kompozitsiyani optimallashtirish (to‘ldirgich ulushini kamaytirish yoki kompatibilizator qo‘shish) orqali bartaraf etish kerak bo‘ladi.

Kutilayotgan afzalliklar va cheklovlar. Tahlil natijasida quyidagi asosli, ammo hali tasdiqlanmagan taxminlar shakllantirildi. Birinchidan, UzGTL mineral fraksiyasining 10–20 mas. % miqdorda epoksidga kiritilishi, agar uning sirti gidroksilli bo‘lib chiqsa, egilish moduli va o‘t hamda ishqalanishga chidamlilikni oshirishi mumkin. Ikkinchidan, bunday kompozitsiya uglevodorodli va organik erituvchili muhitlarda - aynan neft-gaz sohasi uchun xarakterli sharoitda - yaxshi natija ko‘rsatishi kutiladi. Uchinchidan, siqilishdagi mustahkamlik va kontsentrlangan kislotali muhitlarga chidamlilikning pasayishi ehtimoli borligi sababli, bunday kompozitsiyalarni yuqori bosim yoki kuchli kislotali muhit talab qiladigan joylarda qo‘llashdan saqlanish kerak. To‘rtinchidan, FT-waxning bu tizimdagi vazifasi termoplastik tizimlardagidan farq qilishi, va uning gidrofoblashtiruvchi qo‘shimcha sifatidagi samarasi alohida tekshirilishi lozim.

Bu taxminlarning barchasi faqat UzGTL mineral fraksiyasining haqiqiy tarkibi (XRF, XRD, FTIR orqali) aniqlangandan so‘ng, so‘ngra kichik hajmdagi laboratoriya namunalarida sinalgandan keyin tasdiqlanishi yoki rad etilishi mumkin. Alohida ta’kidlash lozimki, [4] dagi barcha son ko‘rsatkichlari boshqa material - qog‘oz sanoati chiqindisi - uchun olingan bo‘lib, ular UzGTL materiallariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tatbiq etilmaydi.

Xulosa. Qog‘oz sanoati chiqindisi bilan to‘ldirilgan epoksid kompozitlar bo‘yicha tajriba shuni ko‘rsatadiki, gidroksilli dispers to‘ldirgichlar epoksid matritsaning ba’zi xossalarini (egilish moduli, o‘t va ishqalanishga chidamlilik, organik erituvchilarga barqarorlik) yaxshilaydi, ammo boshqalarini (siqilishdagi mustahkamlik, kislotali muhitga chidamlilik) yomonlashtirishi mumkin. Bu ikki tomonlama ta’sir UzGTL mineral fraksiyasi va FT-wax uchun ham inobatga olinishi zarur bo‘lgan muhim ilmiy dars hisoblanadi.

Taklif etilayotgan yo‘nalish - UzGTL ikkilamchi materiallari asosidagi epoksid kompozitlarni neft-gaz uskunalarini tiklash va himoyalashda qo‘llash - nazariy jihatdan asoslangan, biroq hozircha faqat gipoteza darajasida qoladi. Navbatdagi qadam sifatida mineral fraksiyaning haqiqiy tarkibini aniqlash, so‘ngra kichik hajmdagi epoksid namunalarida mexanik va kimyoviy barqarorlik sinovlarini o‘tkazish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

[1] Ismatov B.A., Lutfullayev S.Sh. «Uzbekistan GTL» MChJ texnologik chiqindilarini modifikatsiya qilish orqali kompleks xossalarga ega bo‘lgan polimer kompozitsion materiallar olish va qo‘llash. Journal Oriental Renaissace: Innovative, educational, natural and social sciences. 6(6), 2026, 360-375 p.

[2] Deshmukh S.N., Husain M. *Road Aggregates from Industrial Polymer-Waste*. International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT), 2017, Vol. 5, No. 12, pp. 134–139. ISSN 2320-2882.

[3] Rus A.Z.M., Azahari M.Sh.M., Kormin Sh., Leong B.S., Zaliran M.T., Ahraz Sadrina M.F.L. *Hybrid waste filler filled bio-polymer foam composites for sound absorbent materials*. AIP Conference Proceedings, 2017, Vol. 1877, 060004. DOI: 10.1063/1.4999883.

[4] Starokadomsky D., Halysh V., Starokadomska A., Nikolaychuk A., Shulga S., Sigareva N., Matveeva L.Y., Reshetnyk M. Restorative biocompatible polymer composites on the base of epoxy-resin filled by surface-modified disperse utilizated solid waste of industrial paper products. Journal of Applied Surfaces and Interfaces, 8 (2020) 1–6. DOI: 10.48442/IMIST.PRSM/jasi-v8i1-3.23321.

[5] Girge A., Goel V., Gupta G., Fuloria D., Pati P.R., Sharma A., Mishra V.K. Industrial waste filled polymer composites – A review. Materials Today: Proceedings, 47, 2021, 2852–2863.

[6] Arjmandi R., Hassan A., Majeed K., Zakaria Z. Rice husk filled polymer composites. International Journal of Polymer Science, 2015, Article ID 501471.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АВАРИЙНОГО РИСКА НА ВЫСОКОНАПОРНЫХ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОКДУМАЛАК

Каюмов Нурулла Забихуллаевич e-mail: kayumovnurulla@tdtu.uz
Мустафаев Жамшид Муртоза угли e-mail: mustafayevjamshid56@gmail.com,
Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В работе рассмотрен подход к количественной оценке аварийного риска на высоконапорных газоконденсатных коллекторах сернистого нефтегазового месторождения Кокдумалак. Цель исследования состоит в объединении частоты аварийного события, вероятности воздействия опасного фактора и совокупного ущерба в единый интегральный показатель, пригодный для сопоставления технологических сценариев и обоснования управленческих решений. Использованы системный анализ, сценарное моделирование, вероятностная оценка и расчет экономических, технических, экологических и социальных потерь. Для приоритетного сценария SS-01, связанного с разгерметизацией высоконапорного газоконденсатного коллектора, суммарный ущерб в исходном сценарии составил 6,902 млрд сум, а интегральный риск - 0,1725 млрд сум/год. Сопоставление четырех сценариев показало, что SS-01 и аварийная остановка компрессорного агрегата SS-04 относятся к критической группе по принятой внутренней шкале. Предлагаемый подход позволяет отделить частоту события от тяжести последствий, установить приоритеты профилактики и сформировать основу для расчета остаточного риска после внедрения защитных мероприятий.*

Ключевые слова: *аварийный риск, сернистое месторождение, газоконденсатный коллектор, H2S, интегральный риск, ожидаемый ущерб*

Annotatsiya. *Maqolada Ko‘kdumaloq oltingugurtli neft-gaz konining yuqori bosimli gaz-kondensat kollektorlarida avariya xavfini miqdoriy baholash yondashuvi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotning maqsadi avariya hodisasi chastotasi, xavfli omilning ta’sir ehtimoli va jami zarar miqdorini texnologik ssenariylarni o‘zaro taqqoslash hamda boshqaruv qarorlarini asoslash uchun yagona integral ko‘rsatkichda birlashtirishdan iborat. Tizimli tahlil, ssenariyli modellashtirish, ehtimollik baholash hamda iqtisodiy, texnik, ekologik va ijtimoiy zararlarni hisoblash usullaridan foydalanildi. Yuqori bosimli gaz-kondensat kollektorining germetikligi buzilishi bilan bog‘liq SS-01 ustuvor ssenariysi uchun boshlang‘ich jami zarar 6,902 mlrd so‘m, integral xavf esa 0,1725 mlrd so‘m/yilni tashkil etdi. To‘rtta ssenariyni qiyoslash natijasida SS-01 va kompressor agregatining avariyaviy to‘xtashi SS-04 qabul qilingan ichki shkala bo‘yicha kritik guruhga kiritildi. Taklif etilgan yondashuv profilaktika choralarini ustuvorlashtirish va himoya tadbirlaridan keyingi qoldiq xavfni qayta hisoblash imkonini beradi.*

Kalit so‘zlar: *avariya xavfi, oltingugurtli kon, gaz-kondensat kollektor, H2S, integral xavf, kutilayotgan zarar*

Abstract. *The paper presents a quantitative approach to accident risk assessment for high-pressure gas-condensate collectors at the sulfur-containing Kokdumalak oil and gas field. The study aims to combine accident frequency, probability of hazardous exposure and total losses into a single integral indicator suitable for comparing technological scenarios and supporting risk-management decisions. System analysis, scenario modelling, probabilistic assessment and estimation of economic, technical, environmental and social losses were applied. For the priority SS-01 scenario associated with loss of containment in a high-pressure gas-condensate collector, the initial total loss was estimated at UZS 6.902 billion and the integral annual risk at UZS 0.1725 billion per year. Comparison of four scenarios showed that SS-01 and the emergency shutdown of the compressor unit, SS-04, fall into the critical group according to the internal methodological scale used in the study. The proposed approach separates event frequency from consequence severity, supports prioritization of preventive actions and provides a consistent basis for recalculating residual risk after implementation of technical and organizational protection measures.*

Keywords: *accident risk, sulfur-containing field, gas-condensate collector, hydrogen sulfide, integral risk, expected loss*

Введение. Освоение сернистых нефтегазовых месторождений сопровождается сочетанием высоких давлений, коррозионно-активной среды и присутствием токсичного сероводорода. На таких объектах единичная разгерметизация способна одновременно вызвать потерю продукта, повреждение оборудования, токсическое воздействие, пожарно-взрывные последствия и экологический ущерб. Поэтому оценка безопасности только по техническому состоянию оборудования не позволяет полностью учитывать взаимосвязь вероятности события и масштаба последствий. Для управленческих решений требуется показатель, отражающий как частоту аварии, так и вероятность воздействия и величину совокупного ущерба [1-4].

Для условий месторождения Кокдумалак предложено использовать интегральный риск как расчетную основу ранжирования сценариев. Такой показатель не заменяет обязательные требования промышленной безопасности и защиты персонала, но позволяет сопоставлять разнородные аварийные события на единой экономико-рисковой шкале и определять объекты, где профилактические меры дают наибольший эффект.

Материалы и методы. Объектом анализа служили высоконапорные газоконденсатные коллекторы, газлифтные линии, сборные пункты и компрессорные системы месторождения. Расчетная схема основывалась на трех взаимосвязанных параметрах: частоте аварийного события λ, вероятности воздействия опасного фактора P и совокупном ущербе Ztotal. В состав ущерба включены потери продукции Zprod, технический ущерб Ztech, экологический ущерб Zeco и социальный ущерб Zsoc. Базовая частота сопоставлялась с диапазонами IOGP для выбросов технологических сред [3], а особенности H2S-содержащей среды учитывались с учетом положений API RP 55 и ISO 15156 [2,6].

$$Rint = \lambda \cdot P \cdot Ztotal$$

$$Ztotal = Zprod + Ztech + Zeco + Zsoc$$

В качестве приоритетного сценария SS-01 принята потеря герметичности высоконапорного газоконденсатного коллектора с последующим выбросом и возможным факельным горением либо взрывным развитием. Для демонстрационного worst-case сценария использованы λ=0,05 1/год и P=0,50. Общий объем потерь продукции включал 955 тыс. м3 газа и 300 т нефтеконденсата. При условной стоимости газа 2400 сум/м3 и нефтеконденсата 4,8 млн сум/т величина Zprod составила 3,732 млрд сум. С учетом Ztech=1,850 млрд сум и Zeco=1,320 млрд сум суммарный ущерб равен 6,902 млрд сум.

Результаты и обсуждение

Таблица 1. Сопоставление аварийных сценариев по интегральному риску

Код	Сценарий	λ	P	Ztotal, млрд сум	Rint, млрд сум/год
SS-01	Коллектор: выброс/факельное горение	0,05	0,50	6,902	0,1725
SS-02	Утечка из технологической емкости	0,12	0,40	1,250	0,0600
SS-03	Утечка H2S в узле задвижек	0,30	0,30	0,450	0,0405
SS-04	Аварийная остановка компрессора	0,15	0,50	2,200	0,1650

По принятой в исследовании внутренней методической шкале значения Rint выше 0,150 млрд сум/год отнесены к критической группе. Поэтому SS-01 и SS-04 требуют первоочередного технического контроля. При этом шкала используется только для внутреннего сопоставления сценариев месторождения и не рассматривается как нормативный критерий приемлемости риска.

Особенность интегрального подхода состоит в том, что одинаковая категория риска может формироваться различными механизмами. Для SS-01 определяющим фактором является высокий ущерб при крупном выбросе, тогда как для SS-04 существенную роль играет повышенная частота нарушения технологической цепи. Следовательно, набор мер должен различаться: в первом случае необходимы быстрое секционирование, автоматическое отсечение и снижение продолжительности выброса; во втором - диагностика, мониторинг вибрации и предупреждение отказов компрессорного оборудования.

Сценарий SS-03 имеет более низкий экономический Rint, однако наличие H2S создает непосредственную угрозу жизни персонала. Поэтому наряду с интегральным экономическим показателем в управлении необходимо сохранять второй уровень приоритетов: обязательные требования по защите жизни, газоаналитическому контролю, эвакуации и аварийному реагированию. Такой двухуровневый подход предотвращает ситуацию, когда относительно небольшой материальный ущерб скрывает высокий токсикологический риск.

Заключение. Предложенная схема интегральной оценки позволяет количественно связать частоту аварии, вероятность воздействия и совокупный ущерб. Для рассматриваемых условий наиболее значимыми по расчетному показателю стали SS-01 и SS-04. Для SS-01 получено Rint=0,1725 млрд сум/год при Ztotal=6,902 млрд сум. Практическая ценность подхода заключается в возможности обоснованно распределять ресурсы между технической диагностикой, автоматической локализацией, H2S-контролем и организационными мерами. При этом итоговое управленческое решение должно сочетать расчетный интегральный риск с обязательными критериями защиты персонала и промышленной безопасности.

Список литературы

1. Закон Республики Узбекистан «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», № ЗРУ-57 от 28 сентября 2006 г.

2. API RP 55. Recommended Practice for Oil and Gas Producing and Gas Processing Plant Operations Involving Hydrogen Sulfide. American Petroleum Institute, 2018. - 115 p.

3. IOGP Report 434-1. Risk Assessment Data Directory: Process Release Frequencies. International Association of Oil & Gas Producers, 2019. - 64 p.

4. CCPS. Guidelines for Quantitative Risk Assessment (QRA). New York: AIChE, 2010. - 680 p.

5. NORSOK Standard Z-013. Risk and Emergency Preparedness Assessment. Standards Norway, 2019. - 112 p.

6. ISO 15156-1 / NACE MR0175. Materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production. ISO, 2020. - 45 p.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЫБРОСА H2S НА ОСТАТОЧНЫЙ АВАРИЙНЫЙ РИСК МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОКДУМАЛАК

Махмудов Назирила Насимханович-доктор технических наук, профессор,
ORCID: 0009-0005-1148-4180 E-mail: nazirillamaxmudov@gmail.com
Мустафаев Жамшид Муртаза угли- докторант
ORCID: 0009-0004-9580-5243 E-mail: mustafayevjamshid56@gmail.com
(Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова г.Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *Исследовано влияние времени обнаружения и локализации аварийного выброса на величину остаточного риска на объектах сернистого нефтегазового месторождения Кокдумалак. Методическая основа включает усовершенствованную схему OGT-IXB, в которой время локализации определяет массу выброса, концентрационное поле H2S, токсическую нагрузку, вероятность воздействия и совокупный ущерб. Для высоконапорного газоконденсатного коллектора сопоставлены три сценария: worst-case с локализацией за 24 часа, реалистический вариант с локализацией за 2 часа и оптимальный вариант при срабатывании SCADA и автоматической отсечной арматуры за 15 минут. Сокращение времени локализации с 24 до 2 часов уменьшает расчетный объем выброса газа с 955 тыс. до 83 тыс. м3, суммарный ущерб - с 6,902 до 2,150 млрд сум, а интегральный риск - с 0,1725 до 0,0263 млрд сум/год. При комплексном воздействии на частоту, вероятность и ущерб расчетное снижение риска составляет 84,7 %. Результаты показывают необходимость рассматривать автоматизацию как количественно измеряемый барьер безопасности.*

Ключевые слова: *H2S, локализация аварии, SCADA, автоматическое отсечение, остаточный риск, OGT-IXB*

Annotatsiya. *Tadqiqotda Ko‘kdumaloq oltingugurtli neft-gaz koni obyektlarida avariyaviy tashlanmani aniqlash va lokalizatsiya qilish vaqtining qoldiq xavfga ta’siri baholangan. Metodik asos sifatida takomillashtirilgan OGT-IXB sxemasi qo‘llanib, unda lokalizatsiya vaqti tashlanma massasi, H2S konsentratsiya maydoni, toksik yuklama, ta’sir ehtimoli va jami zarar bilan bog‘langan. Yuqori bosimli gaz-kondensat kollektorida uchta ssenariy qiyoslandi: 24 soatlik worst-case, 2 soatlik realistik hamda SCADA va avtomatik to‘sish armaturasi tezkor ishlagan 15 daqiqalik optimal variant. Lokalizatsiya vaqtini 24 soatdan 2 soatgacha qisqartirish gaz tashlanmasini 955 ming m3 dan 83 ming m3 gacha, jami zararni 6,902 mlrd so‘mdan 2,150 mlrd so‘mgacha, integral xavfni esa 0,1725 dan 0,0263 mlrd so‘m/yilgacha kamaytiradi. Chastota, ta’sir ehtimoli va zarar komponentlarini birgalikda qayta hisoblashda xavfning hisobiy pasayishi 84,7 % ni tashkil etdi. Natijalar avtomatlashtirishni miqdoriy baholanadigan xavfsizlik to‘sig‘i sifatida ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *H2S, avariyani lokalizatsiya qilish, SCADA, avtomatik to‘sish, qoldiq xavf, OGT-IXB*

Abstract. *The study quantifies how accident detection and localization time affects residual risk at sulfur-containing oil and gas facilities of the Kokdumalak field. The improved OGT-IXB framework links localization time to released mass, H2S concentration field, toxic load, exposure probability and total loss. Three cases were compared for a high-pressure gas-condensate collector: a 24-hour worst-case event, a 2-hour realistic localization case, and a 15-minute optimal case with effective SCADA detection and automatic shut-off. Reducing localization time from 24 to 2 hours decreases the calculated gas release from 955,000 to 83,000 m3, total loss from UZS 6.902 to 2.150*

billion, and integral risk from UZS 0.1725 to 0.0263 billion per year. When the simultaneous changes in event frequency, exposure probability and total loss are considered, the calculated risk reduction reaches 84.7%. The results demonstrate that digital monitoring, gas detection, automatic isolation and sectionalization should be evaluated not only qualitatively but also as measurable safety barriers that directly affect residual risk.

Keywords: *hydrogen sulfide, accident localization, SCADA, automatic shut-off, residual risk, OGT-IXB*

Введение.Для аварий с выбросом H2S масштаб последствий определяется не только диаметром повреждения и давлением, но и временем до обнаружения, передачи сигнала, закрытия отсечной арматуры и снижения давления в изолированном участке. Чем дольше сохраняется источник выброса, тем больше масса токсичного газа и горючего продукта, шире потенциальная зона воздействия и выше ожидаемый ущерб. Поэтому время локализации является одним из ключевых управляемых параметров риска [2,4,5].

В условиях месторождения Кокдумалак этот параметр связан с работой H2S-датчиков, SCADA, автоматической отсечной арматуры, секционирования и процедур аварийного реагирования. Усовершенствованная методика OGT-IXB позволяет перевести эффективность этих мер из качественной характеристики в расчетную цепочку: время локализации -> масса выброса -> концентрация H2S и токсическая доза -> вероятность воздействия -> ущерб -> остаточный риск.

Материалы и методы. Локализационное время представлено суммой четырех составляющих: времени обнаружения события taniq, времени формирования и передачи сигнала tsignal, времени закрытия отсечной арматуры tblok и времени снижения давления tbosim. При нестационарном источнике масса выброса определяется интегрированием расхода во времени. В практическом применении динамика источника уточняется по журналам SCADA, трендам давления и фактическому времени закрытия задвижек.

$$tlocal = taniq + tsignal + tblok + tbosim$$

$$Mout = \int m(t)\, dt$$

Для реалистического сценария приняты taniq=15 мин, tsignal=5 мин, tblok=40 мин и tbosim=60 мин, что дает tlocal=2 ч. Для оптимального сценария эти составляющие сокращаются примерно до 1; 0,5; 1,5 и 12 мин соответственно. Базовый worst-case соответствует отказу автоматизации и локализации в течение 24 ч. Интегральный риск рассчитывался как Rint=λ·P·Ztotal, а остаточный риск после внедрения мер - как Rq=λq·Pq·Zq.

Результаты и обсуждение

Таблица 1. Влияние времени локализации на параметры аварийного сценария

Сценарий	tlocal	Выброс	Ztotal, млрд сум	λ / P / Rint, млрд сум/год
Worst-case	24 ч	955 тыс. м3 газа; 300 т конденсата	6,902	0,05 / 0,50 / 0,1725
Реалистический	2 ч	83 тыс. м3 газа; 25 т конденсата	2,150	0,035 / 0,35 / 0,0263
Оптимальный	15 мин	10,4 тыс. м3 газа; 3,1 т конденсата	0,620	0,020 / 0,20 / 0,0025

Сокращение локализации с 24 до 2 ч уменьшает не только прямые потери продукта, но и вероятность длительного нахождения персонала в зоне токсического воздействия. В реалистическом варианте λq=0,035 1/год, Pq=0,35 и Zq=2,150 млрд сум. Отсюда Rq=0,0263

млрд сум/год, а предотвращенный риск ΔR=0,1462 млрд сум/год. По отношению к исходному R0=0,1725 млрд сум/год расчетная эффективность достигает 84,7 %.

$$Rq = \lambda q \cdot Pq \cdot Zq = 0{,}035 \cdot 0{,}35 \cdot 2{,}150 = 0{,}0263 \text{ млрд сум/год}$$

$$ER = (R0 - Rq) / R0 \cdot 100\% = 84{,}7\%$$

Эффект автоматической локализации носит каскадный характер. Раннее обнаружение снижает время неконтролируемого выброса; быстрое отсечение уменьшает Mout и массу H2S; снижение массы сокращает концентрационное поле и токсическую нагрузку; это уменьшает P и социально-экологические компоненты ущерба. Поэтому оценка только одного параметра, например продолжительности выброса, недооценивает совокупный эффект автоматизации.

Для обеспечения устойчивого результата необходима комбинация защитных слоев: стационарные H2S-датчики, контроль давления и расхода, логика SCADA, автоматические отсечные задвижки, секционирование, диагностика коррозии и подготовка персонала. Отдельный барьер может быть недостаточен: датчик обнаружит утечку, но без отсечения выпуск продолжится; наоборот, отсечная арматура не даст требуемого эффекта при позднем обнаружении.

Заключение. Время локализации является количественно управляемым параметром аварийного риска. Для рассмотренного сценария сокращение tlocal с 24 до 2 ч уменьшило расчетный интегральный риск с 0,1725 до 0,0263 млрд сум/год, то есть на 84,7 % при совместном учете изменения λ, P и Ztotal. Оптимальный 15-минутный вариант дополнительно снижает Rint до 0,0025 млрд сум/год. Полученные результаты обосновывают приоритетное внедрение H2S-газоаналитического контроля, SCADA, автоматического отсечения и секционирования на высоконапорных участках. Реальная эффективность должна подтверждаться журналами событий, функциональными испытаниями арматуры и периодическим пересчетом остаточного риска.

Список литературы

1. Закон Республики Узбекистан «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», № ЗРУ-57 от 28 сентября 2006 г.

2. API RP 55. Recommended Practice for Oil and Gas Producing and Gas Processing Plant Operations Involving Hydrogen Sulfide. American Petroleum Institute, 2018. - 115 p.

3. IOGP Report 434-1. Risk Assessment Data Directory: Process Release Frequencies. International Association of Oil & Gas Producers, 2019. - 64 p.

4. CCPS. Guidelines for Quantitative Risk Assessment (QRA). New York: AIChE, 2010. - 680 p.

5. NORSOK Standard Z-013. Risk and Emergency Preparedness Assessment. Standards Norway, 2019. - 112 p.

6. ISO 15156-1 / NACE MR0175. Materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production. ISO, 2020. - 45 p.

KO‘KDUMALOQ KONIDA AVARIYA SSENARIYLARINI INTEGRAL XAVF MEZONI BO‘YICHA USTUVORLASHTIRISH

Mustafayev Jamshid Murtazo o‘g‘li- doktorant
ORCID: 0009-0004-9580-5243 E-mail: mustafayevjamshid56@gmail.com
Maxmudov Nazirila Nasimxanovich-Texnika fanlari doktori, professor
ORCID: 0009-0005-1148-4180 E-mail: nazirillamaxmudov@gmail.com
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Mazkur tezisda Ko‘kdumaloq oltingugurtli neft-gaz konidagi avariya ssenariylarini yagona integral xavf mezoni asosida o‘zaro taqqoslash va ustuvorlashtirish yondashuvi bayon etilgan. Integral ko‘rsatkich avariya chastotasi λ, xavfli omilning ta’sir ehtimoli P va iqtisodiy, texnik, ekologik hamda ijtimoiy zararlarni birlashtiruvchi Ztotal ko‘paytmasi sifatida aniqlangan. Yuqori bosimli gaz-kondensat kollektoridagi germetiklik buzilishi va fakelli*

yong‘in/portlash SS-01, texnologik sig‘imdan mahsulot sizishi SS-02, zadvijkalar tugunida H2S sizishi SS-03 hamda kompressor agregatining avariyaviy to‘xtashi SS-04 ssenariylari qiyosiy baholangan. Hisob natijalariga ko‘ra, SS-01 uchun Rint=0,1725 mlrd so‘m/yil, SS-04 uchun 0,1650 mlrd so‘m/yil bo‘lib, ular ichki metodik shkala bo‘yicha kritik guruhga kiritilgan. Shu bilan birga, H2S bilan bog‘liq SS-03 iqtisodiy ko‘rsatkich bo‘yicha o‘rtacha bo‘lsa-da, inson hayoti xavfsizligi nuqtai nazaridan alohida ustuvorlikka ega. Yondashuv riskga yo‘naltirilgan boshqaruv resurslarini oqilona taqsimlash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: *avariya ssenariysi, integral xavf, ustuvorlashtirish, H2S, kutilayotgan zarar, riskga yo‘naltirilgan boshqaruv*

Аннотация. *В тезисе изложен подход к сопоставлению и приоритизации аварийных сценариев месторождения Кокдумалак по единому критерию интегрального риска. Интегральный показатель определяется как произведение частоты аварии λ, вероятности воздействия опасного фактора P и совокупного ущерба Ztotal, объединяющего экономические, технические, экологические и социальные потери. Сопоставлены четыре сценария: SS-01 - разгерметизация высоконапорного газоконденсатного коллектора с возможным факельным горением/взрывом; SS-02 - утечка продукта из технологической емкости; SS-03 - утечка H2S в узле задвижек; SS-04 - аварийная остановка компрессорного агрегата. Расчетные значения составили 0,1725 млрд сум/год для SS-01 и 0,1650 млрд сум/год для SS-04, что отнесло их к критической группе по внутренней методической шкале. Одновременно показано, что SS-03, несмотря на более низкий экономический показатель, требует повышенного внимания из-за прямого токсического воздействия H2S на персонал. Подход поддерживает риск-ориентированное распределение ресурсов безопасности.*

Ключевые слова: *аварийный сценарий, интегральный риск, приоритизация, H2S, ожидаемый ущерб, риск-ориентированное управление*

Abstract. *This thesis presents an approach for comparing and prioritizing accident scenarios at the sulfur-containing Kokdumalak oil and gas field using a unified integral risk criterion. The integral indicator is calculated as the product of accident frequency λ, probability of hazardous exposure P, and total loss Ztotal combining production, technical, environmental and social consequences. Four scenarios were compared: SS-01, loss of containment in a high-pressure gas-condensate collector with possible jet fire/explosion; SS-02, leakage from a process vessel; SS-03, H2S leakage at a valve node; and SS-04, emergency shutdown of a compressor unit. The calculated risk values were UZS 0.1725 billion per year for SS-01 and UZS 0.1650 billion per year for SS-04, placing both in the critical group according to the internal methodological scale. The analysis also shows that SS-03, although lower in economic integral risk, deserves special priority because of direct toxic threats to personnel. The approach supports risk-based allocation of monitoring, diagnostic and emergency-response resources.*

Keywords: *accident scenario, integral risk, prioritization, hydrogen sulfide, expected loss, risk-based management*

Kirish.Oltingugurtli neft va gaz konlarida avariya xavfini boshqarish ko‘plab texnologik obyektlar va turli tabiatdagi oqibatlarni bir vaqtning o‘zida hisobga olishni talab qiladi. Quduq, yig‘ish punkti, gazlift liniyasi, yuqori bosimli kollektor va kompressor tizimlarida yuzaga keladigan hodisalar chastota va zarar miqdori bo‘yicha keskin farq qiladi. Shu sababli resurslarni barcha obyektlarga bir xil taqsimlash o‘rniga, xavfi yuqori ssenariylarni aniqlab, monitoring va profilaktikani riskga yo‘naltirish maqsadga muvofiq [1,3,4].

Ko‘kdumaloq koni uchun ishlab chiqilgan yondashuvda avariya xavfi bitta texnik parametr bilan emas, balki avariya chastotasi, xavfli omilning ta’sir ehtimoli va umumiy zarar ko‘rsatkichlarining o‘zaro bog‘liq tizimi sifatida baholanadi. Bunda integral ko‘rsatkich boshqaruv ustuvorligini aniqlashga xizmat qiladi, hayot xavfsizligi va me’yoriy talablar esa alohida majburiy mezon sifatida saqlanadi.

Materiallar va usullar. Tadqiqot doirasida Ko‘kdumaloq konining yuqori bosimli gaz-kondensat kollektorlarida, yig‘ish punktlarida, zadvijkalar tugunlarida va kompressor tizimlarida

kuzatilishi mumkin bo‘lgan to‘rtta tipik avariya ssenariysi shakllantirildi. Har bir ssenariy uchun λ avariya chastotasi, P ta’sir ehtimoli va Ztotal umumiy zarar miqdori aniqlandi. Umumiy zarar Zprod - mahsulot yo‘qotilishi, Ztech - texnik zarar, Zeco - ekologik zarar va Zsoc - ijtimoiy zarar yig‘indisi sifatida qabul qilindi.

$$Rint = \lambda \cdot P \cdot Ztotal$$

$$Ztotal = Zprod + Ztech + Zeco + Zsoc$$

Ssenariylarni ichki qiyoslash uchun shartli metodik shkala qo‘llanildi: Rint 0,020 mlrd so‘m/yilgacha - past, 0,020-0,070 - o‘rtacha, 0,070-0,150 - yuqori va 0,150 dan katta qiymatlar - kritik. Mazkur chegaralar normativ me’yor emas, balki aynan Ko‘kdumaloq ssenariylarini qiyosiy tahlil qilish uchun ishlatilgan metodik vosita hisoblanadi.

Natijalar va muhokama

1-jadval.

Ko‘kdumaloq koni avariya ssenariylarining qiyosiy integral bahosi

Kod	Ssenariy	λ	P	Ztotal, mlrd so‘m	Rint, mlrd so‘m/yil	Daraja
SS-01	Yuqori bosimli kollektor: portlash/fakelli yong‘in	0,05	0,50	6,902	0,1725	Kritik
SS-02	Texnologik sig‘imdan mahsulot sizishi	0,12	0,40	1,250	0,0600	O‘rtacha
SS-03	Zadvijkalar tugunida H2S sizishi	0,30	0,30	0,450	0,0405	O‘rtacha
SS-04	Kompressor agregatining avariyaviy to‘xtashi	0,15	0,50	2,200	0,1650	Kritik

Hisob natijalari SS-01 va SS-04 ssenariylarini birinchi navbatdagi texnik nazorat obyektlari sifatida ajratadi. SS-01 da Rint ning yuqori bo‘lishiga avariya oqibatlarining katta miqyosi sabab bo‘ladi. Gaz-kondensat kollektoridagi yirik tashlanma uchun Ztotal 6,902 mlrd so‘mga yetadi. SS-04 da esa umumiy zarar nisbatan pastroq bo‘lsa-da, kompressor agregatining texnologik zanjirdagi o‘rni va hodisa chastotasi integral xavfni kritik darajaga olib keladi.

SS-03 ssenariysi alohida metodik xulosani ko‘rsatadi. Uning Rint qiymati 0,0405 mlrd so‘m/yil bo‘lib, iqtisodiy-kutilayotgan zarar bo‘yicha o‘rtacha guruhga kiradi. Biroq H2S ning to‘g‘ridan-to‘g‘ri toksik ta’siri xodimlar salomatligi va hayotiga jiddiy xavf tug‘diradi. Demak, boshqaruv qarori faqat integral iqtisodiy ko‘rsatkichga tayana olmaydi. H2S datchiklari, evakuatsiya rejasi, shaxsiy himoya vositalari va maxsus tayyorgarlik iqtisodiy ustuvorlikdan qat’i nazar majburiy himoya qatlamlari bo‘lib qoladi [2].

Riskga yo‘naltirilgan boshqaruvda ikki darajali ustuvorlik taklif etiladi. Birinchi daraja Rint orqali kutilayotgan yillik zarar va resurslarni taqsimlashni belgilaydi. Ikkinchi daraja hayot uchun bevosita xavf, me’yoriy talablar va texnologik kritik funksiyalarni hisobga oladi. Bunday yondashuv katta iqtisodiy zararli ssenariylar bilan bir qatorda iqtisodiy zarari kichikroq, ammo odamlar uchun xavfli hodisalarning ham e’tibordan chetda qolmasligini ta’minlaydi.

Xulosa. Ko‘kdumaloq koni sharoitida integral xavf mezoni ssenariylarni yagona shkala bo‘yicha taqqoslash va profilaktik chora-tadbirlarni ustuvorlashtirish imkonini beradi. SS-01 uchun Rint=0,1725 mlrd so‘m/yil va SS-04 uchun 0,1650 mlrd so‘m/yil kritik qiymatlar olindi. SS-02 va SS-03 o‘rtacha guruhga kirgan bo‘lsa-da, SS-03 da H2S omili sabab inson hayoti xavfsizligi bo‘yicha qo‘shimcha ustuvorlik zarur. Natijalar monitoring, diagnostika, avtomatik bloklash va H2S nazoratiga yo‘naltiriladigan resurslarni xavf profiliga mos ravishda taqsimlashga ilmiy-uslubiy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining «Xavfli ishlab chiqarish ob’ektlarining sanoat xavfsizligi to‘g‘risida»gi Qonuni, O‘RQ-57-son, 2006-yil 28-sentabr.

2. API RP 55. Recommended Practice for Oil and Gas Producing and Gas Processing Plant Operations Involving Hydrogen Sulfide. American Petroleum Institute, 2018. - 115 p.

3. IOGP Report 434-1. Risk Assessment Data Directory: Process Release Frequencies. International Association of Oil & Gas Producers, 2019. - 64 p.

4. CCPS. Guidelines for Quantitative Risk Assessment (QRA). New York: AIChE, 2010. - 680 p.

5. NORSOK Standard Z-013. Risk and Emergency Preparedness Assessment. Standards Norway, 2019. - 112 p.

6. ISO 15156-1 / NACE MR0175. Materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production. ISO, 2020. - 45 p.

KO‘KDUMALOQ KONIDA AVARIYA XAVFINI KAMAYTIRISH TADBIRLARINING TEXNIK-IQTISODIY VA EKOLOGIK SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Mustafayev Jamshid Murtoza o‘g‘li e-mail: [mustafayevjamshid56@gmail.com],
Kayumov Nurulla Zabihullayevich e-mail: [kayumovnurulla@tdtu.uz]
Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Tezisda Ko‘kdumaloq oltingugurtli neft-gaz konida avariya xavfini kamaytirish bo‘yicha texnik va tashkiliy tadbirlarning texnik-iqtisodiy hamda ekologik samaradorligini miqdoriy baholash yondashuvi keltirilgan. Baholash boshlang‘ich integral xavf R0, tadbirlardan keyingi qoldiq xavf Rq, oldi olingan xavf ΔR, yillik ekspluatatsion xarajat Cexp, sof iqtisodiy samara Enet va kapital xarajatlarning qoplash muddati Tqop ko‘rsatkichlariga asoslangan. Yuqori bosimli gaz-kondensat kollektorida korroziya monitoringi, H2S gazanalitik nazorati, SCADA va avtomatik bloklash tadbirlarini kompleks qo‘llash natijasida λ 0,05 dan 0,035 1/yilgacha, P 0,50 dan 0,35 gacha va Ztotal 6,902 dan 2,150 mlrd so‘mgacha kamayishi hisoblangan. Natijada Rq=0,0263 mlrd so‘m/yil, ΔR=0,1462 mlrd so‘m/yil va xavfning hisobiy pasayishi 84,7 % ni tashkil etadi. Ccap=0,265 mlrd so‘m va Cexp=0,022 mlrd so‘m/yil sharoitida qoplash muddati 2,13 yil bo‘lgan. Natijalar kompleks himoya qatlamlarini bosqichma-bosqich joriy etishning iqtisodiy va ekologik jihatdan asosli ekanini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *qoldiq xavf, iqtisodiy samaradorlik, SCADA, H2S monitoringi, avtomatik bloklash, qoplash muddati*

Аннотация. *В тезисе представлен количественный подход к оценке технико-экономической и экологической эффективности технических и организационных мероприятий по снижению аварийного риска на сернистом нефтегазовом месторождении Кокдумалак. Оценка основана на исходном интегральном риске R0, остаточном риске Rq, предотвращенном риске ΔR, ежегодных эксплуатационных затратах Cexp, чистом экономическом эффекте Enet и сроке окупаемости капитальных затрат Tqop. Для высоконапорного газоконденсатного коллектора комплексное применение коррозионного мониторинга, H2S-газоаналитического контроля, SCADA и автоматического отсечения снижает расчетную частоту аварии с 0,05 до 0,035 1/год, вероятность воздействия с 0,50*

до 0,35 и суммарный ущерб с 6,902 до 2,150 млрд сум. В результате Rq=0,0263 млрд сум/год, ΔR=0,1462 млрд сум/год, а расчетное снижение риска составляет 84,7 %. При Ccap=0,265 млрд сум и Cexp=0,022 млрд сум/год срок окупаемости равен 2,13 года. Полученные результаты подтверждают целесообразность поэтапного внедрения комплексных защитных барьеров.

Ключевые слова: *остаточный риск, экономическая эффективность, SCADA, мониторинг H2S, автоматическое отсечение, срок окупаемости*

Abstract. *The thesis presents a quantitative approach to evaluating the technical, economic and environmental efficiency of accident-risk reduction measures at the sulfur-containing Kokdumalak oil and gas field. The assessment is based on the initial integral risk R0, residual risk Rq, avoided risk ΔR, annual operating cost Cexp, net economic effect Enet and payback period Tqop. For a high-pressure gas-condensate collector, combined implementation of corrosion monitoring, H2S gas detection, SCADA and automatic shut-off is estimated to reduce the accident frequency from 0.05 to 0.035 per year, exposure probability from 0.50 to 0.35, and total loss from UZS 6.902 to 2.150 billion. The resulting residual risk is UZS 0.0263 billion per year, avoided risk is UZS 0.1462 billion per year, and the calculated risk reduction reaches 84.7%. With capital cost of UZS 0.265 billion and annual operating cost of UZS 0.022 billion, the payback period is 2.13 years. The results support phased implementation of integrated safety barriers while emphasizing that life-safety measures should not be judged solely by payback criteria.*

Keywords: *residual risk, economic efficiency, SCADA, hydrogen sulfide monitoring, automatic shut-off, payback period*

Kirish. Avariya xavfini kamaytirish bo‘yicha texnik yechimlarni tanlashda faqat ularning mavjudligi emas, balki boshlang‘ich xavfga real ta’siri, qoldiq xavf, oldi olingan zarar, kapital va ekspluatatsion xarajatlar hamda ekologik natijalar baholanishi zarur. Ko‘kdumaloq koni singari H2S va CO2 mavjud yuqori bosimli tizimlarda bitta himoya vositasi barcha xavf omillarini bartaraf eta olmaydi. Shu bois diagnostika, raqamli monitoring, gazanalitik nazorat, avtomatik bloklash va xodimlar tayyorgarligini yagona himoya qatlamlari tizimida ko‘rish maqsadga muvofiq [1-4].

Tadqiqotda texnik-iqtisodiy baholash xavfsizlikka sarflanadigan mablag‘ni avariyadan kutilayotgan yillik zararni kamaytiruvchi investitsiya sifatida talqin qiladi. Bunda hayot xavfsizligini ta’minlaydigan H2S datchiklari, nafas olish organlarini himoya qilish vositalari va avariyaviy ogohlantirish kabi tadbirlar iqtisodiy qoplash muddati bilan cheklanmaydi; ular majburiy xavfsizlik talabi sifatida baholanadi.

Materiallar va usullar. Ustuvor obyekt sifatida yuqori bosimli gaz-kondensat kollektoridagi SS-01 ssenariysi qabul qilindi. Kompleks tadbirlar tarkibiga ultratovushli diagnostika va korroziya monitoringi, H2S gazanalitik nazorati, SCADA, avtomatik tezkor to‘sish zadvijkalari, seksiyalash va xodimlarni H2S xavfi bo‘yicha tayyorlash kiritildi. Tadbirlar avariya xavfining turli komponentlariga ta’sir qiladi: diagnostika λ ni, gazanalitik nazorat P va Zsoc ni, avtomatik bloklash esa tlocal, P va Ztotal ni kamaytiradi.

$$R0 = \lambda 0 \cdot P0 \cdot Z0$$

$$Rq = \lambda q \cdot Pq \cdot Zq$$

$$\Delta R = R0 - Rq;\ \ Enet = \Delta R - Cexp;\ \ Tqop = Ccap\ /\ Enet$$

Aniqlashtirilgan hisobda boshlang‘ich R0=0,1725 mlrd so‘m/yil deb olindi. Korroziyaga qarshi himoya va ultratovushli diagnostika λ ni 0,05 dan 0,035 1/yilgacha, H2S gazanalitik nazorati, signalizatsiya va evakuatsiya P ni 0,50 dan 0,35 gacha pasaytiradi. SCADA va avtomatik ATT zadvijkalari lokalizatsiya vaqtini 24 soatdan 2 soatgacha qisqartirib, Ztotal ni 6,902 dan 2,150 mlrd so‘mgacha kamaytiradi.

Natijalar va muhokama

1-jadval. Kompleks xavfsizlik tadbirlarining texnik-iqtisodiy natijalari

Ko‘rsatkich	Qiymat	Mazmuni
R0	0,1725 mlrd so‘m/yil	Boshlang‘ich worst-case integral xavf

Ko‘rsatkich	Qiymat	Mazmuni
Rq	0,0263 mlrd so‘m/yil	Realistik tadbirlardan keyingi qoldiq xavf
ΔR	0,1462 mlrd so‘m/yil	Oldi olingan yillik integral xavf
ER	84,7 %	Hisobiy xavf kamayishi
Ccap	0,265 mlrd so‘m	Kapital xarajat
Cexp	0,022 mlrd so‘m/yil	Yillik servis va kalibrlash xarajati
Enet	0,1242 mlrd so‘m/yil	Sof yillik iqtisodiy samara
Tqop	2,13 yil	Kapital xarajatning qoplash muddati

Hisoblash natijasiga ko‘ra, kompleks tadbirlar Rint ni 0,1725 dan 0,0263 mlrd so‘m/yilgacha kamaytiradi. Bu 84,7 %lik hisobiy pasayishga teng. Mazkur natija dastlabki 45 %lik umumiy farazni avariya chastotasi, ta’sir ehtimoli va zarar komponentlari bo‘yicha alohida qayta hisob bilan almashtiradi. Qoldiq xavfning bunday kamayishi texnik choralarning faqat sifat jihatdan emas, miqdoriy jihatdan ham samarali ekanini ko‘rsatadi.

Iqtisodiy sezgirlik tahlilida xavf 25 % kamayganda qoplash muddati 12,56 yil, 35 % da 6,90 yil, 45 % bazaviy holatda 4,76 yil, 65 % da 2,94 yil va 84,7 %lik qayta hisoblangan holatda 2,13 yilni tashkil etadi. Demak, qoplash muddati tadbirlarning haqiqiy xavf kamaytirish darajasiga juda sezgir. Shu sababli joriy etishdan keyin SCADA hodisa jurnallari, datchiklar kalibrlashi, bloklash vaqtlarining funksional sinovlari va qoldiq xavfni muntazam qayta hisoblash zarur.

Ekologik samaradorlik avariya davomiyligi va tashlanma massasining qisqarishi orqali namoyon bo‘ladi. Tezkor bloklash va seksiyalash mahsulot yo‘qotilishini, atmosfera havosiga H2S va uglevodorodlarning chiqishini, tuproq va texnologik maydonning ifloslanish hajmini kamaytiradi. Korroziya monitoringi esa devor yupqalashishi va nuqsonlarni avariyagacha aniqlash hisobiga hodisaning o‘zi yuzaga kelish chastotasini pasaytiradi. Shu tariqa iqtisodiy va ekologik samaradorlik bir-birini to‘ldiradi.

Tadbirlarni bosqichma-bosqich joriy etish tavsiya etiladi. Birinchi bosqichda kritik SS-01 va SS-04 bilan bog‘liq yuqori bosimli kollektorlar va kompressor tizimlari qamrab olinadi. Keyingi bosqichlarda gazlift liniyalari, yig‘ish punktlari va quduq og‘zi nazorati kuchaytiriladi. Har bir bosqichdan keyin Rq qayta hisoblanib, kutilgan samara olinmasa datchik joylashuvi, diagnostika davriyligi yoki bloklash algoritmlari qayta ko‘rib chiqiladi.

Xulosa. Ko‘kdumaloq koni sharoitida korroziya monitoringi, H2S gazanalitik nazorati, SCADA va avtomatik bloklashni kompleks qo‘llash qoldiq xavfni sezilarli kamaytirishi mumkin. Hisobda Rq=0,0263 mlrd so‘m/yil, xavfning pasayishi 84,7 %, sof yillik iqtisodiy samara 0,1242 mlrd so‘m/yil va qoplash muddati 2,13 yil bo‘ldi. Ekologik natija tashlanma davomiyligi va massasi qisqarishi, avariya ehtimolining kamayishi hamda tiklash xarajatlarining pasayishi bilan ifodalanadi. Biroq inson hayotini bevosita himoya qiluvchi H2S nazorati va avariyaviy ogohlantirish vositalari faqat iqtisodiy mezon bilan baholanmasligi, majburiy xavfsizlik qatlamlari sifatida qo‘llanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining «Xavfli ishlab chiqarish ob’ektlarining sanoat xavfsizligi to‘g‘risida»gi Qonuni, O‘RQ-57-son, 2006-yil 28-sentabr.

2. API RP 55. Recommended Practice for Oil and Gas Producing and Gas Processing Plant Operations Involving Hydrogen Sulfide. American Petroleum Institute, 2018. - 115 p.
3. IOGP Report 434-1. Risk Assessment Data Directory: Process Release Frequencies. International Association of Oil & Gas Producers, 2019. - 64 p.
4. CCPS. Guidelines for Quantitative Risk Assessment (QRA). New York: AIChE, 2010. - 680 p.
5. NORSOK Standard Z-013. Risk and Emergency Preparedness Assessment. Standards Norway, 2019. - 112 p.
6. ISO 15156-1 / NACE MR0175. Materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production. ISO, 2020. - 45 p.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЯ

[1]Раззаков Тура Холмурадович, доцент
[2]Рустамов Фаёз Акрам угли, магистр
Каршинский государственный технический университет
ORCID iD: 0009-0007-1504-5403
e-mail: tura.razzakov1954@gmail.com

Аннотация. *В статье систематизированы ключевые эксплуатационные свойства моторных масел, определяющие надёжность, ресурс и экономичность двигателей внутреннего сгорания. Рассмотрены роль базового масла и функциональных присадок, вязкостно-температурные, противоизносные, антифрикционные, антиокислительные и моюще-диспергирующие характеристики. Показана связь свойств масла с режимом эксплуатации двигателя и требованиями систем нейтрализации отработавших газов. Обобщены современные тенденции: применение маловязких энергосберегающих составов, низкозольных технологий, синтетических базовых масел, адаптивных пакетов присадок и мониторинга состояния масла. Сделан вывод о необходимости комплексного подбора масла по требованиям изготовителя, климату и фактической нагрузке.*

Ключевые слова: *моторное масло, вязкость, SAE J300, присадки, износ, трение, окислительная стабильность, моюще-диспергирующие свойства, Low SAPS, двигатель внутреннего сгорания.*

Annotatsiya. *Maqolada ichki yonuv dvigatellarining ishonchliligi, resursi va iqtisodiy samaradorligini belgilovchi motor moylarining asosiy ekspluatatsion xususiyatlari tizimlashtirilgan. Bazaviy moy va funksional prisadkalarning roli, yopishqoqlik-harorat, yeyilishga qarshi, antifriksion, antioksidlanish hamda yuvish-disperslash xossalari ko‘rib chiqilgan. Moy xossalarining dvigatelning ishlash rejimi va ishlatilgan gazlarni neytrallash tizimlari talablari bilan bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Energiya tejamkor kam yopishqoq tarkiblar, kam kulli texnologiyalar, sintetik bazaviy moylar, moslashuvchan prisadkalar paketlari va moy holatini monitoring qilish kabi zamonaviy yo‘nalishlar umumlashtirilgan. Moyni ishlab chiqaruvchi talablari, iqlim sharoiti va haqiqiy yuklamani hisobga olgan holda kompleks tanlash zarurligi haqida xulosa qilingan.*

Kalit so‘zlar: *motor moyi, yopishqoqlik, SAE J300, prisadkalar, yeyilish, ishqalanish, oksidlanish barqarorligi, yuvish-disperslash xossalari, Low SAPS, ichki yonuv dvigateli.*

Abstract. *The article systematizes the key performance properties of engine oils that determine the reliability, service life, and efficiency of internal combustion engines. The role of base oil and functional additives as well as viscosity-temperature, antiwear, antifriction, oxidation stability, and*

detergent-dispersant properties are considered. The relationship between oil properties, engine operating conditions, and the requirements of exhaust aftertreatment systems is shown. Current trends are summarized, including low-viscosity energy-saving formulations, low-SAPS technologies, synthetic base oils, adaptive additive packages, and oil condition monitoring. It is concluded that engine oil should be selected comprehensively with due regard for manufacturer specifications, climate, and actual operating load.

Keywords: *engine oil, viscosity, SAE J300, additives, wear, friction, oxidation stability, detergent-dispersant properties, Low SAPS, internal combustion engine.*

Введение. Моторное масло является функциональным элементом системы смазки двигателя внутреннего сгорания. Оно разделяет сопряжённые поверхности масляной плёнкой, отводит теплоту из зон трения, защищает детали от коррозии, переносит продукты износа к фильтру и препятствует формированию отложений. При этом масло работает в переменных температурных, скоростных и нагрузочных режимах, контактирует с кислородом, продуктами сгорания и топливом. Поэтому его качество нельзя оценивать одним параметром: требуемый результат обеспечивается согласованной работой базовой основы и пакета присадок [1, 2].

Цель обзора — обобщить свойства моторных масел, которые имеют первостепенное значение для эксплуатационной надёжности современных двигателей, и показать направления развития смазочных композиций. В основу положены материалы главы «Эксплуатационные свойства моторных масел» с сопоставлением их с требованиями международных классификаций SAE, API, ACEA и ILSAC.

Материалы и методы. Современное масло представляет собой композицию базового масла и присадок. Минеральные основы доступны по стоимости, но обычно уступают синтетическим по низкотемпературной текучести и устойчивости к окислению. Полусинтетические продукты занимают промежуточное положение. Синтетические базовые масла характеризуются более однородным составом, повышенной термостабильностью и расширенным диапазоном рабочих температур, что особенно важно для турбированных и высокофорсированных двигателей.

Эксплуатационный уровень масла описывается несколькими системами. SAE J300 нормирует вязкостные классы; API и ILSAC задают испытательные требования главным образом для бензиновых двигателей, а ACEA учитывает европейские требования, включая совместимость с системами доочистки выхлопа. Маркировка на упаковке не заменяет руководства изготовителя: допустимость конкретного продукта определяется одновременно классом вязкости, требуемой спецификацией и сервисным интервалом [3–6].

Таблица 1.

Функциональная характеристика основных свойств моторных масел

Группа свойств	Функция в двигателе	Основные показатели
Вязкостно-температурные	Пуск, прокачиваемость, несущая способность плёнки	SAE, кинематическая и высокотемпературная вязкость, индекс вязкости
Противоизносные и антифрикционные	Снижение износа и механических потерь	трибологические испытания, состав присадок

Окислительная стабильность	Сохранение свойств в сервисе	индукционный период, TBN, TAN, ИК-контроль
Моюще-диспергирующие	Чистота поршней и удержание загрязнений	шлам, лак, диспергирование сажи

Вязкость определяет сопротивление течению масла и способность создавать гидродинамическую или эластогидродинамическую плёнку. При холодном пуске чрезмерная вязкость ухудшает прокачиваемость, увеличивает момент проворачивания коленчатого вала и задерживает подачу масла к нагруженным парам. При высокой температуре излишнее разжижение уменьшает толщину плёнки и повышает риск перехода к граничному трению. Следовательно, практическая задача состоит не в выборе максимальной вязкости, а в сохранении оптимального диапазона во всех характерных режимах.

По SAE J300 индекс с буквой W характеризует низкотемпературные свойства, а второе число отражает диапазон вязкости при рабочей температуре. Всесезонные классы 0W-20, 0W-30, 5W-30, 5W-40 и 10W-40 позволяют адаптировать масло к климату и конструкции двигателя. Малые значения перед W целесообразны при низких температурах и при допуске изготовителя; более высокий второй индекс применяется, когда необходима повышенная вязкость при нагреве. Существенными характеристиками остаются индекс вязкости, испаряемость и устойчивость к сдвигу полимерного модификатора вязкости [3].

На состояние вязкости влияют также разбавление топливом, окисление и накопление сажи. Разбавление снижает вязкость и несущую способность плёнки, тогда как окисление и сажа могут её увеличивать. Лабораторный анализ отработанного масла позволяет обнаружить оба сценария и скорректировать интервал замены до возникновения повреждений.

Результаты и обсуждение. В узлах, где полноценная жидкостная плёнка не успевает сформироваться — в зоне поршневых колец, кулачков газораспределительного механизма, при пуске и резком изменении нагрузки — возрастает значение граничной смазки. Здесь активные компоненты присадок адсорбируются или химически взаимодействуют с поверхностью металла, формируя защитный трибологический слой. Он уменьшает прямой контакт микронеровностей и снижает интенсивность схватывания.

Распространёнными компонентами пакета являются цинк-диалкилдитиофосфаты (ZDDP), органические соединения молибдена, борсодержащие и беззольные противоизносные присадки. ZDDP обеспечивает эффективную защиту от износа, но фосфор и зольные компоненты требуют ограничения в маслах для двигателей с каталитическими нейтрализаторами и фильтрами твёрдых частиц. Поэтому современные рецептуры подбирают баланс между противоизносной защитой, экономией топлива и совместимостью с системой очистки выхлопа [5, 7].

Антифрикционные свойства важны и с точки зрения экономичности. Снижение потерь на трение в подшипниках, цилиндропоршневой группе и приводе газораспределения уменьшает расход топлива. Однако применение маловязкого масла оправдано только при соблюдении требования изготовителя, поскольку конструкция масляного насоса, зазоры и тепловой режим конкретного двигателя рассчитаны на определённый класс вязкости.

Окислительная стабильность и моюще-диспергирующие свойства

Окисление масла имеет цепной свободнорадикальный характер и ускоряется с ростом температуры, времени работы, доступа кислорода и присутствия металлических катализаторов. Продуктами деградации становятся кислоты, смолы, лаки и нерастворимые частицы. Они увеличивают вязкость, вызывают коррозию и формируют отложения на поршнях, кольцах, в каналах смазки и турбокомпрессоре. Особенно высока тепловая нагрузка в зоне поршневых колец и в подшипниковом узле турбокомпрессора.

Устойчивость к окислению обеспечивается качеством базового масла и антиоксидантами. Для контроля состояния применяют измерение кислотного числа (TAN), щелочного числа (TBN), инфракрасную спектроскопию, методы RPVOT и PDSC. Снижение

TBN показывает истощение нейтрализующего резерва, а рост TAN отражает накопление кислых продуктов. Оценка должна быть комплексной: отдельный показатель не даёт полного представления о работоспособности масла [8, 9].

Моющие присадки очищают нагретые поверхности и нейтрализуют кислые продукты, а диспергирующие удерживают сажу, нагар и продукты износа во взвешенном состоянии. Их согласованная работа предотвращает выпадение шлама и залегание колец. В режиме коротких поездок нагрузка на эту систему возрастает вследствие конденсации влаги, неполного сгорания топлива и частых холодных пусков. В дизельных двигателях дополнительным фактором является сажа, способная повышать вязкость и катализировать окисление.

Современные тенденции развития имеют несколько направлений. Первое направление — снижение вязкости при сохранении защиты от износа. Масла классов 0W-20 и 0W-16 снижают гидродинамические потери и улучшают холодный пуск, но требуют точного соответствия спецификации двигателя. Второе направление — Low SAPS-рецептуры с пониженным содержанием сульфатной золы, фосфора и серы. Они помогают сохранить ресурс каталитических нейтрализаторов и сажевых фильтров, но усложняют подбор противоизносной и моющей системы [5].

Третье направление связано с увеличением ресурса: синтетические основы групп IV–V, более стойкие антиоксиданты и улучшенные диспергирующие компоненты позволяют расширять сервисные интервалы при контролируемых условиях эксплуатации. Четвёртое направление — масла для гибридных силовых установок, где частые пуски, невысокая средняя температура и возможное разбавление топливом предъявляют специальные требования к защите от коррозии, чистоте и стабильности вязкости.

Перспективны технологии модификации трения наноструктурированными материалами и интеллектуальный мониторинг масла по данным датчиков и лабораторного анализа. Их практическое внедрение должно подтверждаться совместимостью с фильтрами, уплотнениями и системами нейтрализации, а также результатами стандартизированных моторных испытаний. Наиболее зрелым подходом остаётся не отдельная «универсальная» присадка, а сбалансированная рецептура, адаптированная к конкретной спецификации [7, 10].

Выводы. Эксплуатационные свойства моторного масла формируются взаимосвязанной системой параметров. Вязкостно-температурные характеристики определяют пуск, прокачиваемость и устойчивость смазочной плёнки; противоизносные и антифрикционные свойства — защиту нагруженных пар трения и механические потери; окислительная стабильность и моюще-диспергирующие свойства — сохранение чистоты двигателя и работоспособности масла в течение межсервисного интервала.

Рациональный выбор должен учитывать предписанный изготовителем класс SAE и уровень API, ACEA или ILSAC, климат, режим движения, наличие турбонаддува и систем доочистки выхлопа. Современное развитие масел направлено на снижение расхода топлива, увеличение ресурса и экологическую совместимость, однако расширение интервала замены оправдано только при соблюдении требований изготовителя и, для тяжёлых условий, при контроле состояния отработанного масла.

Использованная литература

[1] Mang T., Dresel W. Lubricants and Lubrication. 3rd ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2017.

[2] Mortier R. M., Fox M. F., Orszulik S. T. Chemistry and Technology of Lubricants. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2010.

[3] SAE International. SAE J300 Engine Oil Viscosity Classification. Warrendale, PA: SAE International.

[4] American Petroleum Institute. Engine Oil Licensing and Certification System. API 1509. Washington, DC: API.

[5] European Automobile Manufacturers Association. ACEA Oil Sequences for Light Duty Engine Oils. Brussels: ACEA.

СИНТЕЗ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Ёдгаров Нормахмат, Абдукаримов Мирзохид Муратович, Бозоров Журабек Туронович
Д.х.н., проф. Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова,
Узбекистан, г. Ташкент E-mail: baxtiyor_sh@bk.ru

АННОТАЦИЯ. *Были продолжены исследования по получению ингибитора коррозии на основе отечественных и вторичных продуктов, и в качестве основного исходного ингредиента в этой исследовательской работе была получена гос-сиполовая смола. В ходе практических экспериментов была получена новая композиция марки MG-1 на основе госсиполовой смолы и цианурата меламина.*

В ходе проведенных исследований были установлены оптимальные условия формирования полученных ком-позиций. Анализ показателей ИК-спектроскопии был проведен с целью изучения химических связей, присут-ствующих в образце, и присутствующих функциональных групп. Также были изучены показатели растворимости полученного образца ингибитора коррозии, о котором идет речь.

ABSTRACT. *Research on the production of a corrosion inhibitor based on domestic and secondary products was continued, and gossypol resin was obtained as the main starting ingredient in this research work. In the course of practical experiments, a new MG-1 brand composition based on gossypol resin and melamine cyanurate was obtained.*

In the course of the conducted research, optimal conditions for the formation of the obtained compositions were es-tablished. The analysis of the IR spectroscopy parameters was carried out in order to study the chemical bonds present in the sample and the functional groups present. The solubility parameters of the obtained sample of the corrosion inhib-itor in question were also studied.

Ключевые слова: *госсиполовая смола, ингибитор коррозии, инфракрасная спектроскопия, индикатор рас-творимости.*

Keywords: *gossypole resin, corrosion inhibitor, infrared spectroscopy, solubility indicator.*

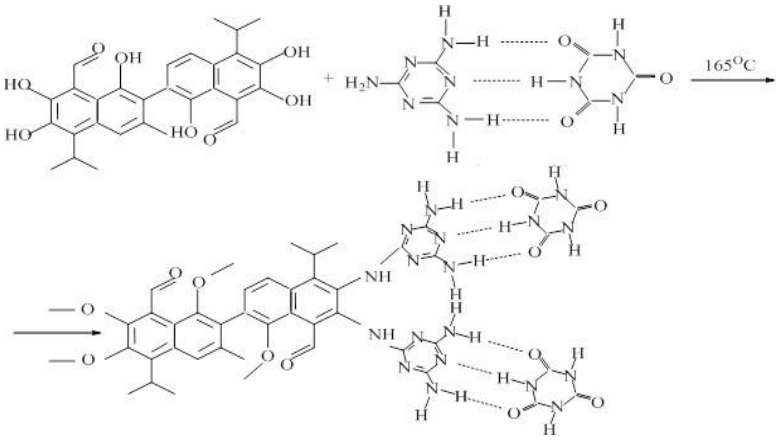
Введение. Защита металлов от коррозии счита-ется одной из актуальных задач, стоящих перед наукой и техникой. Проблемы коррозии во многих случаях препятствуют развитию и совершенствова-нию технологий производства. Таким образом, обыч-ная металлическая сталь, наиболее распространенный конструкционный материал, легко подвергается кор-розии в рабочих условиях и поэтому требует специ-альных защитных мер. Защитные покрытия ухудшают другие важные функциональные свойства металлов, а также их коррозионную стойкость [1].

В процессе производства хлопковых волокон определенное количество госсиполовой смолы выде-ляется в качестве вторичного продукта. В данной ис-следовательской работе были проведены исследования по получению ингибитора коррозии из госсиполовой смолы, которая выделяется в хлопча-тобумажной промышленности [2].

Были проведены практические эксперименты по получению ингибитора коррозии на основе гос-сиполавой смолы. В процессе данного эксперимента из лабораторного оборудования были использованы фарфоровая чаша, лабораторный миксер и аналити-ческие весы.

На первом этапе практических экспериментов были приготовлены исходные вещества. Цианурат меламина, был измельчен, вещества были взяты в определенном соотношении и помещены в колбу. На втором этапе полученную госсиполовую смолу помещали в емкость для растворения, доводили смолу до жидкого состояния при температуре выше 100ОС и

добавляли меламинцианурат. Этот практи-ческий эксперимент проводился при температуре 165OC в течение 2 часов [3-4].



Исходные вещества при получении ингибитора коррозии на основе госсиполовой смолы брали в со-отношении 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. В ходе практических экспериментов был получен состав марки MG-1.

Для определения наиболее оптимальных усло-вий в процессе получения этого ингибитора корро-зии, были проведены реакции при различных массовых соотношениях исходных веществ и при различных температурных показателях.

В то же время в практических экспериментах рассматривался процесс получения ингибитора коррозии на основе госсиполовой смолы с образова-нием продукта с высоким выходом при температуре 160-170OC.

Процесс получения ингибитора коррозии на ос-нове госсиполовой смолы проводили при темпера-туре 160-170^{O}C, перемешивая в течение 2 часов. Согласно полученным результатам, было установлено, что исходные вещества имеют большое значе-ние при образовании ингибитора при массовом со-отношении 1:3 и 1:1 (рис. 2).

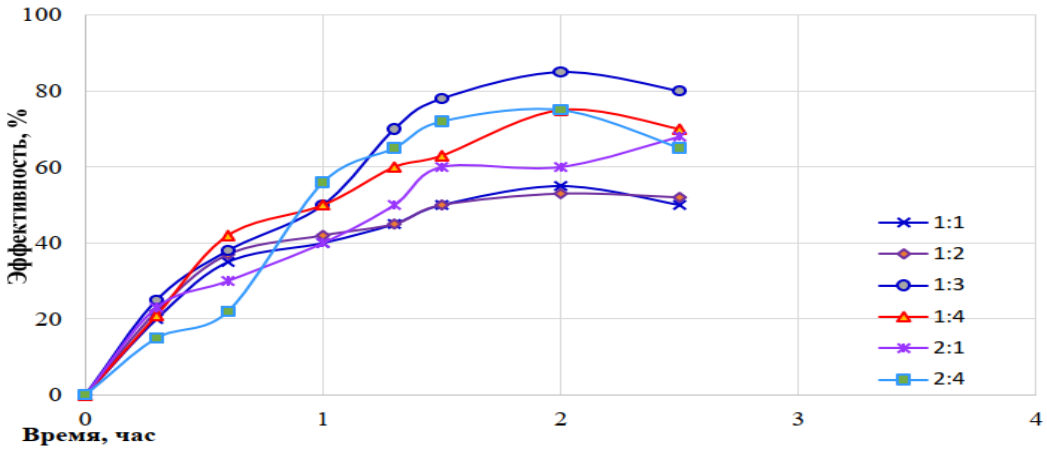


Рисунок 2. Зависимость продукта реакции от соотношения масс и времени

В ходе практических экспериментов были полу-чены и проанализированы показатели ИК-спектра об-разца с целью исследования данных о составе и расположении функциональных групп ингибитора.

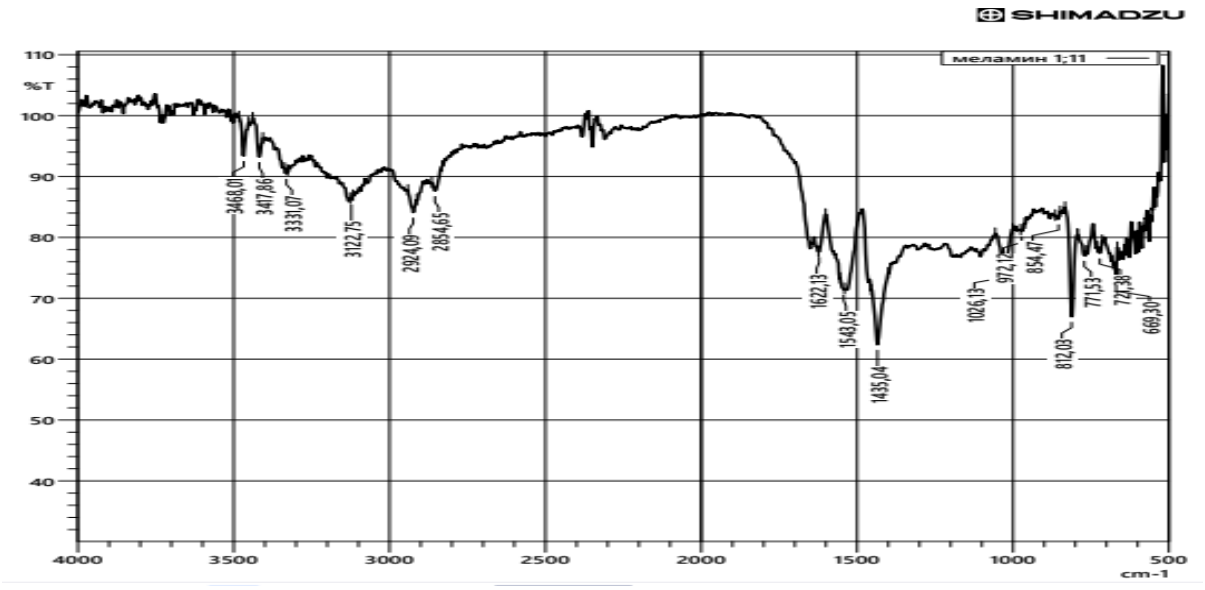
Также экспериментально было определено, что производительность составляет 85-87 % при массо-вом соотношении исходных веществ 1:3 и 1:1 в те-чение 2 часов (таблица 1).

Таблица 1.

Массовое соотношение и временная зависимость исходных веществ от процесса получения ингибитора на основе госсиполовой смолы

№ п/п	Со отноше-ние масс	Время	Эф-сть (%)	№ п/п	Со отноше-ние масс	Время	Эф-сть (%)
1	1:1	1 час	60	**13**	1:1	3 час	62
2	1:2		55	**14**	1:2		45
3	1:3		65	**15**	1:3		65
4	1:4		55	**16**	1:4		60
5	2:1		44	**17**	2:1		51
6	2:4		31	**18**	2:4		50
7	1:1	2 час	85	**19**	1:1	4 час	62
8	1:2		42	**20**	1:2		45
9	1:3		87	**21**	1:3		65
10	1:4		76	**22**	1:4		60
11	2:1		47	**23**	2:1		51
12	2:4		32	**24**	2:4		50

В частности, показатели ИК-спектра образца в области 3468-3417 см-1 соответствуют асиммет-ричным валентным колебаниям функциональных групп O-H, область 2854-2924-см$^{-1}$ характерна для метильных групп, умеренное валентное поглощение бензольных групп наблюдается в области 3112-3331 см$^{-1}$. Кроме того, колебания в области поглощения 1543-см$^{-1}$ указывают на наличие связи –O-N=O, а колебания в области поглощения 1622-см$^{-1}$ указывают на наличие связи -C=N- (рисунок 3)



.

Рисунок 3. ИК-спектр образца ингибитора коррозии, полученного на основе госсиполовой смолы

В ходе практических экспериментов анализ по-казателей ИК-спектра образца ингибитора корро-зии, полученного на основе госсиполовой смолы и цианурата меламина,

показывает, что в результате реакции образовался ингибитор, содержащий азот.

Также в ходе экспериментов в соответствии с требованиями ГОСТ 33034-2014 была исследована растворимость образца азотосодержащего ингиби-тора, полученного на основе госсиполовой смолы и цианурата меламин,. в воде, а также других орга-нических растворителях. Эксперимент направлен-ный на определение растворимости, проводился в благоприятных условиях, т.е. при постоянной тем-пературе 20±0,5^{O}C.

В ходе эксперимента образец измельчали, взве-шивали на аналитических весах массой 0,1 г, и по-мещали в колбу с 10 мл растворителя. Горлышко колбы закрывали пробкой и встряхивали в течение 10 минут. Путем визуального наблюдения за соста-вом смеси определяли количество нерастворимого вещества. Если обнаруживалось, что вещество ча-стично или полностью нерастворимо в случае до-бавления 10 мл растворителя, то затем добавляли растворитель по 10 мл до 100 мл растворителя и снова встряхивали. Во время испытания экспери-мент продолжался в течение 96 часов в случаях низ-кой растворимости в соответствии с пропорциями вещества. В конце проведенных экспериментов были получены следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2.

Показатели растворимости образцов ингибитора коррозии, полученного на основе госсиполовой смолы

№ п/п	**Соотно-шение**	**Дисс. вода**	**Толуол**	**Бензол**	**Ацетон**	**Раствори-тель -646**	**Раствори-тель Р-4**	**Уайт спирт**
1	1:1	-	10	8	-	12	20	18
2	1:2	-	7	3	-	12	17	16
3	1:3	-	7	3	-	8	17	15
4	1:4	-	5	2	-	8	12	15

В соответствии с данными, полученными в ходе экспериментов, из таблицы 2, видно, что образец азотсодержащего ингибитора, полученный на основе госсиполовой смолы и меламинцианурата, в органиче-ских растворителях обладает низкой растворимостью, а в ацетоне и в воде вообще не растворяется.

Таким образом, в данной исследовательской ра-боте был получен ингибитор коррозии на основе госсиполовой смолы и цианурата меламина. В ходе практических экспериментов в процессе получения ингибитора коррозии исходные вещества использова-лись в разных массовых соотношениях и при разных температурных показателях, и были установлены оп-тимальные условия реакции. Анализ показателей ИК-спектроскопии был проведен с целью изучения хими-ческих связей композиции, полученных в практиче-ских экспериментах, и имеющихся функциональных групп. Также были изучены показатели растворимости полученного образца ингибитора коррозии, о котором идет речь.

В ходе дальнейших исследований желательно изучить коррозионную эффективность ингибитора коррозии, полученного на основе рассматриваемой госсиполовой смолы.

Список литературы:

1. J.R. Davis, The effects and economic impact of corrosion, in Corrosion: Understanding the basics, Netherlands: ASM International, 2000, pp. 62–66.

2. Б.К. Шайкулов, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов / Изучение физико-химических свойств сополимеров синте-зированных на основе акриловой кислоты/ «Развитие науки и технологий научно – технический журнал», 5/2022, стр. 110-114.

3. A.H.A. Nasser, P.D. Ndalila, E.A. Mawugbe, M.E. Kouame, M.A. Paterne, Y. Li,

Mitigation of Risks Associated with Gas Pipeline Failure by Using Quantitative Risk Management Approach: A Descriptive Study on Gas Industry,
J. Mar. Sci. Eng., 2021, 9, no. 10, 1098. doi: 10.3390/jmse9101098.
4. Soomro, A.A.; Mokhtar, A.A.; Kurnia, J.C.; Lashari, N.; Lu, H.; Sambo, C. Integrity assessment of corroded oil and gas pipelines using machine learning: A systematic review. Eng. Fail. Anal. 2022, *131*, 105810.
5. A.H. Al-Moubaraki and I.B. Obot, Corrosion challenges in petroleum refinery operations: Sources, mechanisms, mitigation, and future outlook, J. Saudi Chem. Soc., 2021, 25, no. 12, 101370. doi: j.jscs.2021.101370.
6. Shi, X.; Zhang, Z.; Wu, L.; Li, X.; Zhang, Z. Corrosion law of metal pipeline in tahe oilfield and application of new materials. *Coatings* **2021**, *11*, 1269. [CrossRef]

POLIMER KOMPOZIT MODDALARINING METALL STRUKTURALARNI KORROZIYADAN HIMOYA QILISHGA TA'SIRINI O'RGANISH

Zakirov A'zamjon Alimjanovich, Abdukarimov Mirzohid Murotovich, Qarshiyev Abduhoshim Xo'jaqulovich
Professor, t.f.d., Toshkent davlat texnika universiteti E-mail:
abdulazizmurodov469@gmail.com

Annotation. *In this article, IR spectroscopy and electron microscopy analyses of the EG-1 brand polymer coating-forming corrosion inhibitor were performed to determine whether the polymer composite coating did not form cracks on the surface and whether there were any changes or chemically activated parts on the surface as a result of the action of corrosivesubstances.*

Keywords*: gossypol resin, physicochemical properties, corrosion inhibitors, concentration, metal structure.*

Annotasiya. *Ushbu maqolada EG-1 markali polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorining IQ-spektroskopiyasi va elektron-mikroskop tahlillari amalga oshirilgan bo'lib polimer kompozit qoplama yuzasida yoriqlar hosil qilmaganligi hamda yuzada korroziya hosil qiluvchi moddalarni ta'siri natijasida turli o'zgarishlar yoki kimyoviy faollashgan qismlarning yo'qligi tadqiq etilgan.*

Kalit so'zlar: *gossipol smola, fizik-kimyoviy xususiyatlar, korroziya ingibitorlar, kontsentrasiya, metall konstruktsiya.*

Kirish. Sanoat binolari qurishda yangi samarali qurilish materiallarni, yuqori darajada tayyorlangan konstruksiyalardan ishlash a arxitekturaviy ifodasi yaxshilanadi.

Zamonaviy qurilishlarning asosiy vazifasi yangi texnika va texnologiya asosida mamlakatning ishlab chiqarish salohiyatini kuchaytirishdir. Qurilish mahsulotining sifatini va uning yaratilishi asosan uch bosqichda shakllanadi:

-loyihalash;

-konstruksiyalar, buyumlar va uskunalarni tayyorlash;

-qurilish-montaj ishlarini sifatli bajarish.

Tadqiqot ob' ektlari va usullar i. Skanerlovchi elektron mikroskopiya (Sem). Polimer kompozit asosidagi korroziyasini namunaning yuzasi 5 nm oltin kukuni bilan qoplandi. Namuna yuzasini oltin kukuni bilan qoplash uchun QUORUM Q150 RS-5,0 nm (30 kv da); kuchlanishning tezlanishi: 0,1 dan 4,9 kVgacha (10 V qadam kuchlanishi bilan), 5 dan 30 kv qadam kuchlanishi bilan (100 V); oshirish: X8 dan x 300,000 gacha. Namunalarni sinovdan-20 nm qalinlikdagi platina qatlamini vakumda changlatish orqali hosil qilindi. Rasmlarni tahlil qilish uchun adabiyotdagi manbaalardan hamda Oxford firmasining rentgen mikroanalizatoridagi

Natijalar va uning muhokamasi. Gossipol smolasi va epixlorgidrin asosida tarkibida epoksid guruhli EG-1 markali oligomer tarkib olingan bo'lib tadqiqqot davomida boshlang'ich moddalar gossipol smolasi va epixlorgidrin 1:1, 1:2, 1:3, 1:4,2:1 va 2:4 massa nisbatlarda reaktsiyalari amalga

oshirilgan. Ushbu namunaning IQ-spektri ko'rsatkichlarining 3361-3223-sm-1 keng va intensiv valent tebranish sohalarida OH guruhiga oid, 1732-sm-1 past deformasion sohalarda =C-N bog'lanishni, 1662-sm-1 valent tebranish sohasida -N=O ga oid, 1598-1562 - sm-1 o'rtacha valent tebranish sohalarida aromatik xalqaga oid, 1444 - sm-1 yutilish sohalarida CH2 guruhiga oid, 1242-1037 - sm-1 yutilish sohalarida -C-OH kimyoviy bog'lanishlar mavjudligini ko'rsatmoqda.

Amaliy tajribalar davomida gossipol smolasi asosida olingan oligomer namunasining IQ-spektri ko'rsatkichlari tahlilida reaktsiya natijasida oligomer hosil bo'lganligini ko'rsatmoqda. Shuningdek, gossipol smolasi va epixlorgidrin asosida olingan tarkibida epoksi guruh saqlovchi oligomer namunasining suvda hamda boshqa organik erituvchilarda namunaning eruvchanligi GOST 33034-2014 talablariga muvofiq sinov tajribalar davomida tadqiq etildi.

Eruvchanlikni aniqlashga qaratilgan sinov:

Sinov davomida modda nisbatlariga muvofiq eruvchanligi past bo'lgan holatlarda tajriba 96 soatga davom ettirildi. Amalga oshirilgan sinov-tajribalar yakunida quyidagi natijalar olindi (1-jadval). Mazkur jadvalga muvofiq gossipol smolasi va epixlorgidrin asosida olingan oligomer namunasi suv va atsetonda erimasligi shuningdek, boshqa organik erituvchilarda qisman erishi aniqlandi.

Taklif etilayotgan gossipol smolasi va epixlorgidrindan iborat bo'lgan EG-1 markali oligomer asosidagi polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorini metall yuzasida qo'llash orqali uning qoplama hosil qilishi kompozit tarkibidagi moddalarni struktura hosil qilishi elektron mikroskop va element tahlil natijalari yordamida aniqlandi. Ushbu korroziya ingibitorlardan iborat bo'lgan polimer qoplamali kompozitlarni elektron mikroskopiyasi yordamida metall konstruktsiyalarni yuzasiga tarqalishini aniqlash imkoniyati mavjud bo'ldi.

Olingan gossipol smolasi va epixlorgidrindan iborat bo'lgan EG-1 markali oligomer asosidagi polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorini 5 ta namunasi olindi. Ushbu olingan EG-1 markali oligomer asosidagi polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorini yuzasini morfologik tuzilishi tadqiq etildi. Sem tahlilidan foydalanib 2-rasmda keltirilgan (1-5 gacha bo'lgan Sem analizlari) Sem analizlarida kuzatish natijasida epoksid smolasi asosidagi polimer qoplama metall yuzasida yuqori adgeziyaga ega ekanligi hamda tarkibidagi aralashmalar struktura hosil qilib joylashganligini 5-200nm oralig'ida tahlil qilindi.

EG-1 markali oligomer asosidagi polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitori metall yuzasida korroziyadan himoyalashda bir qancha mexanizmlar asosida ishlashi aniqlandi. Asosan korroziyaga qarshi himoyalovchi polimer qoplamalarining samaradorligini ta'minlovchi mexanizmlar ularning o'ziga xos turi va tarkibiga bog'liq bo'lib polimer qoplamaning samaradorlik effekti, polimer qoplamalarni tashkil etuvchi tarkiblarning sinergizm xususiyati va o'z-o'zini korroziyadan himoyalash xususiyatlarini o'z ichiga olganligi sababli ushbu oligomer qoplamalar samaradorligi yuqori ekanligi tahlil qilindi. EG-1 markali oligomer asosidagi polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorini asosiy mexanizm, metall yuzasi va korroziya hosil qiluvchi moddalar o'rtasida birlamchi himoyalovchi vosita polimer qoplama yaratishni o'z ichiga oladi. Qoplama hosil qilish orqali namlik, kislorod va boshqa korroziyani keltirib chiqaruvchi moddalarning tarqalishiga to'sqinlik qiladi va shu bilan metall yuzasini zararli muhitdan samarali ravishda ajratib turadi. Natijada polimer qoplama metall va korroziya hosil qiluvchi moddalar o'rtasidagi to'g'ridan-to'g'ri aloqani ingibirlash orqali to'siq effekti korroziya tezligini pasaytiradi, natijada qoplangan materialning ishlash muddatini uzaytiradi. Bundan tashqari polimer kompozit qoplama tarkibidagi sinergizm xususiyatiga ega bo'lgan moddalarni qo'llanilishi korroziya hosil qiluvchi muhitni ingibirlashi orqali korroziyadan himoyalanish darajasini yaxshilashga xizmat qiladi.

Sem tasvirida optimal kombinasiyada ko'rsatilgan EG-1 markali oligomer asosidagi polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorini strukturasining morfologik tahlillari olingan. Polimer kompozit materiallarning elektron mikroskop tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, kompozit tarkibiga qo'shilgan moddadalar gomogen holdagi aralashmalarni hosil qilganligini mikroskop orqali tahlil qilish mumkin.

EG-1 markali polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorining elektron-mikroskopik tahlilidan aniqlash mumkinki qoplama yuzasi bir xilda tarqalga kimyoviy qo'shimchalardan iborat

bo'lib 3-rasmda keltirilgan element analizida ham taxminan uglerod va azotdan hamda qisman kislorod mavjudligi keltirilgan.

EG-1 mar kali polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorining element analiz tahlili.

EG-1 markali polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitorining elektron-mikroskopik tahlilida (4-rasm) (1)- 200nm o'lchamdagi polimer kompozit qoplama namunasi, (2)- 50nm o'lchamdagi polimer kompozit qoplama namunasi (3)- 20nm o'lchamdagi polimer kompozit qoplama namunasi, (4)- 5nm o'lchamdagi polimer kompozit qoplama namunasi tahlil qilinganda polimer qoplama yuzasida yoriqlar hosil qilmaganligi hamda yuzada korroziya hosil qiluvchi moddalarni ta'siri natijasida turli o'zgarishlar yoki kimyoviy faollashgan qismlarning yo'qligi ushbu qoplamalarni korroziyadan himoyalash darajasi yuqori bo'lishiga asosiy sabablardan biri hisoblanadi.

Xulosa. Shunday qilib, gossipol smolasi asosida olingan EG-1 markali polimer qoplama hosil qiluvchi korroziya ingibitori turli muhitlarda ochiq va yopiq atmosfera korroziyasidan himoyalashda qo'llash samarali ekanligi aniqlandi. Asosan neft va gazni qayta ishlashda metall quvurlarni korroziyadan himoya qilish samaradorligi sezilarli darajada oshadi, bu esa quvurlarning xizmat qilish muddati va shunga mos ravishda, mehnat xarajatlarini iqtisod qilishga olib keladi.

Adabiyotlar

1. B. El Ibrahimi, J.V. Nardeli and L. Guo, An Overview of Corrosion, Sustainable Corrosion Inhibitors I: Fundamentals, Methodologies, and Industrial Applications, ACS Sym. Ser., 2021, 1403, 1 19. doi: 10.1021/bk-2021-1403.ch001
2. J.R. Davis, The effects and economic impact of corrosion, in Corrosion: Understanding the basics, Netherlands: ASM International, 2000, pp. 62 66.
3. K. Tamalmani and H. Husin, Review on Corrosion Inhibitors for Oil and Gas Corrosion Issues, Appl. Sci., 2020, 10, no. 10, 3389. doi: 10.3390/app10103389
4. A.H.A. Nasser, P.D. Ndalila, E.A. Mawugbe, M.E. Kouame, M.A. Paterne, Y. Li, Mitigation of Risks Associated with Gas Pipeline Failure by Using Quantitative Risk Management Approach: A Descriptive Study on Gas Industry, J. Mar. Sci. Eng., 2021, 9, no. 10, 1098. doi: 10.3390/jmse9101098
5. M.F. Montemor, Functional and smart coatings for corrosion protection: A review of recent advances, Surf. Coat. Technol., 2014, 258, 17 37. doi: 10.1016/j.surfcoat.2014.06.031.

TABIIY GAZNI KOMPLEKS TAYYORLASHDA QURILMALARNI INGIBITORLI HIMOYALASH

Allanazarov G‘anisher O‘g‘li[1], Obidov Hamid Olimovich[2].
[1]Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro shahri, O‘zbekiston Respublikasi
[2]Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro shahri, O‘zbekiston Respublikasi

Annotatsiya. Konlardan qazib olinayotgan uglevodorodlar tarkibida oltingugurt saqlagan birikmalar va karbonat angidrid mavjud. Bu komponentlar agressiv xossalarga ega bo‘lib, ular konlarni ishlatishda jihoz va qurilmalarining ichki yuzasini korroziyalanishiga olib keladi. Ushbu maqolada gazni qazib olish va gazni tayyorlash qurilmalarida jihoz va qurilmalarning ichki korroziyalanishlari va ularning oldini olish usullari ko‘rib chiqilgan.

Аннотация. Углеводороды, добываемые из месторождений, содержат сернистые соединения и углекислый газ. Эти компоненты обладают агрессивными свойствами, которые приводят к коррозии внутренней поверхности оборудования и устройств при эксплуатации месторождений. В данной статье рассматриваются внутренние коррозии оборудования и устройств в установках добычи и подготовки газа и методы их предотвращения.

Abstract. Hydrocarbons extracted from deposits contain sulfur-containing compounds and carbon dioxide. These components have aggressive properties, which lead to corrosion of the inner surface of equipment and devices during the development of deposits. This article examines internal corrosion of equipment and devices in gas extraction and gas preparation units and methods for their prevention.

Tayanch so’zlar: uglevodorod, vodorod sulfid, karbonat angidrid, ingibitor, oltingugurt saqlagan birikmalar, agressiv birikmalar, konsentrasiya, ichki korroziyalanish, korroziya mexanizmi, himoyalash darajasi, jihoz, gazni tayyorlash qurilmasi.

Ключевые слова: углеводород, сероводород, диоксид углерода, ингибитор, серосодержащие соединения, агрессивные соединения, концентрация, внутренняя коррозия, механизм коррозии, уровень защиты, оборудование, установка подготовки газа.

Keywords: hydrocarbon, hydrogen sulfide, carbon dioxide, inhibitor, sulfur-containing compounds, aggressive compounds, concentration, internal corrosion, corrosion mechanism, protection level, equipment, gas treatment unit.

Kirish. Hozirgi vaqtda Gazli neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasining asosiy faoliyati gaz, gazkondensati va suyultirilgan gaz ishlab chiqarishdir. Keyingi yillarda Qumli, Tayloq, Haqqul, Qo‘shimcha, Yorqin, Garbi, Haqqul, Mirkomilquduq, Savatli, Chakkaqum, Janubiy Kulbeshkak, Andakli, To‘maris, Sho‘rqum va Sho‘rtak kabi konlardan qazib chiqarilgan va konda birlamchi qayta tayyorlanadi [1].

Materiallar va usullar. Konlardan qazib olinayotgan uglevodorodlar tarkibida oltingugurt saqlagan birikmalar va karbonat angidrid mavjud. Bu komponentlar agressivlik xossali bo‘lib, konlarni ishlatishda jihozlarining ichki yuzasini korroziyadan himoya qilish choralarini inobatga olish kerak. Gaz koni jihozlarinig korroziya mexanizmi odatda aralash elektrokimyoviy tasnifga ega, bunda parchalanish – metallning ustki bir turli bo‘lmagan qismida mikrokorroziyali galvanik elementlarning ko‘p miqdorligining ta’siri mavjud.

Tabiiy gaz konlarida, oltingugurtvodorodli va karbonat angidritli komponentlarning korroziyasidan tashqari, qatlam suvlarida erigan kislotalar va past molekulyar og'irlikdagi organik kislotalarning korroziyalari uchraydi.

Korroziyali buzilish tasnifi bo‘yicha mahalliy va to‘liq korroziyani ajratadilar. To‘liq korroziya teng o‘lchamli yoki teng o‘lchamli bo‘lmagan bo‘lishi mumkin, bu turli yuza usti qismining korroziyalanish tezligiga bog’liq. Mahalliy korroziya – odatda nuqtali, izli; korroziyali darzlanish agressiv muhitning bir vaqtinig ta’sirida va quvvatlar cho‘zilishida namoyonlanadi.

Gaz konlarida korroziyanig turli xil shaklli va turlari, jihozlar ishlashining turli xil sharoiti tushuniladi, po‘latdan tayorlangan turli xil markalari mavjud. Unga qaramasdan buzilishlarning tezlanishi va tasnifi gazni texnologik liniyadan harakatlanishi tizimida qatlam - quduq – gaz yig’uvchi kollektorlar – gazni tayorlash qurilmalari qandaydir qonuniyatga ega. Masalan, nasos kompressor quvurlarda ularni silliq yuzasi odatda teng o‘lchamli korroziyalanadi. Quduq tubidan quduq ustigacha korroziyalanish oshadi. Favvora armaturasida maksimal buzilish gaz suyuqlik yo‘nalishi tez o‘zgarishi joylarda (burilishda, balandliklarda) kuzatiladi, elektrolit to‘dalangan joylarda. Korroziya odatda yazvali tasnif ega. Korroziyalanish tezligi zichlangan halqalarda, zadvijkalarda, uchliklarda 10 mm/yil etadi.

Korroziydan maksimal buzilishlar gorizontal joylashtirilgan quvuruzatkichlarda pastki hosil bo‘lgan liniyalarda, elektrolit harakatlanishi joylarida kuzatiladi. Odatda aniq chegaralangan buzilishlar chizig’i mavjud, uni kengligi doyimiy elektrolit bilan ho‘llangan yuzaga molik. Quvurlarning yuqori qismida korroziyalanish tezligi ancha kam. Umumiy korroziylanish qatorida teng o‘lchamli koroziya tasnifi yarali va nuqtali korroziyali maydonlar mavjud [2].

Suvda H_2S va CO_2 kontsentratsiysidan korroziyaning tezligi va tasnifi bog’liq.

Korroziyalanish moddalarning konsentratsiyasi oshishi bilan korroziyalanish tezligi oshadi. Suvda H_2S va CO_2 kontsentratsiysi bosim, harorat, suvning mineralizatsiyasidan bog’liq.

Gaz koni jihozlarini korroziyadan quyidagi usullar bilan himoya qiladilar:

-korroziyalanish ingibitorlarni qo‘llaydilar;

-korroziyaga chidamli po‘latlarni va payvandlarni qo‘llaydilar;

-metallik va nometallik qoplamalarni qo‘llaydilar;

-atodli va protektorli himoyani qo‘llaydilar;

maxsus texnologik ishlash rejimini jihozlarga o‘rnatadilar.

Korroziya ingibitorlarini qo‘llash – undan himoylanishning eng tarqalgan usuli. Ingibitorlarni shartli ravishda quyidagi guruhlarga bo‘lish mumkin.

1. Neytralizatorlar (ohakli sut, soda va boshqalar) korroziyali agentlarni neytrallshtiradi. Neytralitorlar yuqori himoyalanish effektiga ega (100% gacha), yonmaydigan neytrallashtirilgan H_2S va CO_2 komponentlari hisobidan gazni yonish issiqligini oshiradi. Ammo neytralizatsiya natijasida erimaydigan cho‘kindilar hosil bo‘ladi, ular esa shtutserlarni, quvuruzatkichlarni tiqiltiradilar.

2. Ekranlashtirilgan ingibitorlar. Himoya effekti plyonka hosil bo‘lishi hisobidan erishiladi, elektrolitni metall bilan kontaktga yo‘l qo‘ymaydi. Uglevodorod eruvchi va vodorod eruvchi ingibitorlarga ajratadilar.

Ba’zi bir konlarda uglevodorod eruvchi ingibitorlarni qo‘llaydilar (neft kimyo sanoati chiqindilari - gudronlar va sulfokislotalar) IKST -1, SB -3, MSDA va boshqalar. Vodorod eruvchi ingibitorlardan katapin A, KO va boshqalar qo‘llaniladi.

Ingibitorlarni quduqqa turli hil qo‘llash turlari mavjud: quvuraro quduq bo‘shlig’iga ingibitorlarni injeksiya qilish, qatlamga ingibitorlarni haydash, qattiq ingibitorlarni kiritish.

Ingibitorlarni injeksiyasini quvurlararo quduq bo‘shlig’iga monjus turdagi ingibitor qurilmasi yordamida amalga oshiriladi.

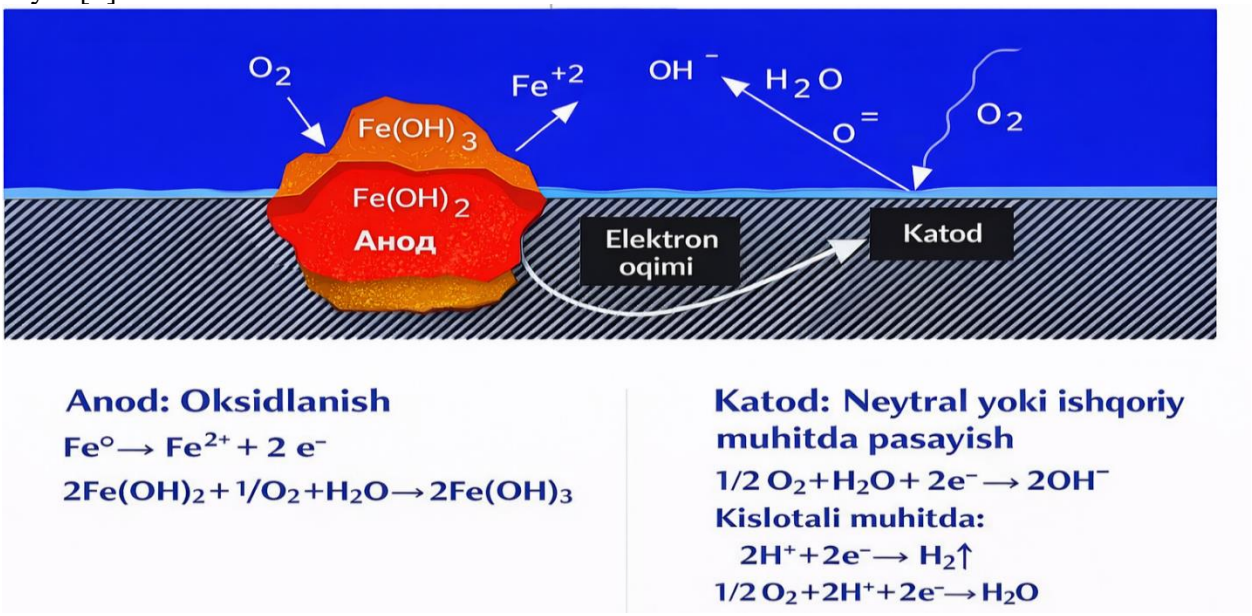
Meyorlangan miqdorda ingibitor doyimiy o‘z og’irligi bilan quduq tubiga quvuraro bo‘shlig’iga uzatiladi, chiqayotgan gaz oqimi bilan ingibitor favvora quvurlar devori orqali yuzaga chiqadi.

Ingibitorlarni qatlamga quyuvchi agregat orqali bir marotaba 3-12 oyda haydaydilar. Bu usul juda samarali va ko‘p sarf talab qilmaydi. Ammo ingibitorlarni ehtiyot bilan tanlash lozim, qatlamning kollektorlik xossalarini yomonlashmasligi uchun.

Yaqin vaqtgacha tuzlarning to‘planishi va korroziyaga qarshi ingibitorlarni qo‘llash yangicha usul hisoblanadi va ishlab chiqaruvchilarning ushbu texnologiyalarni qo‘llash maqsadga muvofiq ekanligini issiqlik muhandislari tasdiqlashlari kerak edi.

Hozirgi vaqtda issiqlik tarmoqlarini ingibitorli suv bilan tozalash keng tarqalgan, ko‘pgina korxonalar – ishlab chiqaruvchilar korroziyadan va tuzlarni to‘planishidan himoyalovchi o‘z mahsulotlarini taklif qilmoqdalar.

Po‘latning vodorod sulfidi va karbonat angidrid korroziyasi neft va gaz korxonalarining eng jiddiy muammolaridan biri hisoblanadi, chunki vodorod sulfidi va karbonat angidrid mavjudligi tufayli muhit yuqori agressivligi bilan ajralib turadi. Eng ishonchli va iqtisodiy jihatdan samarali usul, bu holda universal korroziya ingibitorlaridan foydalanish bo‘lib, bu nafaqat metall korroziyasining yo‘qotilishi, balki uning gidrogenasiyasi, plastik xususiyatlarning yomonlashuvini ham kamaytiradi. Gazni tozalash jarayonida nordon komponentlar tufayli vujudga keladigan korroziyaga qarshi qo‘llanilayotgan yangi turdagi suyuq faza ingibitorlari ma’lum bo‘lib, ular samarador (50–200 mg/l konsentrasiyasida korroziya tezligini yiliga 0,05 mm kamaytiradi) va atrof-muhitga zarar yetkazmaydi [3].



1.1-rasm. Korroziya jarayonining sodir bo‘lish mexanizmi

Biroq, metallni suyuqlikda emas, balki 100% nisbiy namlik yoki unga yaqin sharoitda vodorod sulfidi bilan bog‘laydigan gazli fazada samarali himoya qila oladigan uchuvchan korroziya ingibitorlar oilalari aniq ishlab chiqilmagan.

Eng keng tarqalgan va neft sanoati uchun mavjud muammo – karbonat angidrid korroziyasi, vodorod sulfidi korroziyasi va ko‘pgina boshqa yemirilishlardir. Ingibitorlar yordamida korroziyaga qarshi kurashish tajribasi texnologik uskunalarning ishonchli ishlashiga erishish mumkinligini ko‘rsatadi [4].

Natijalar va muhokama. Neft a gaz sanoati jihozlarini ichki korroziyadan himoyalashda korroziya ingibitorlariga nisbatan quyidagi asosiy talablar qo‘yiladi:

−yuqori darajada (80% dan yuqori) himoya samaradorligini ta’minlash;

−korroziyani to‘xtatish koeffitsientining yuqori bo‘lishi;

−ingibitorning yuqori himoya samaradorligi;

−ingibitorning boshqa kimyoviy reagentlar bilan o‘zaro ta’siri;

−ularni qo‘llashning iqtisodiy jihatdan samaradorligi;

−zararsizligi, portlash va yong‘inga xavfsizligi;

−xomashyo bazasining mavjudligi va boshqalar[5].

Hozirgi paytda mintaqamiz neft-gaz konlarida muhitning tarkibiy o‘zgarishlariga va konlarning ishlatilish sharoitlariga bog‘liq ravishda har xil turkumdagi korroziya ingibitorlari qo‘llanilib kelinmoqda.

Hozirgi kunda ishlatiladigan zamonaviy korroziya ingibitorlarining himoyalanish darajasi 1.1- jadvalda keltirilgan.

1.1-jadval

Zamonaviy korroziya ingibitorlarining qo‘llanilishi bo‘yicha sinovlar natijalari

Ingibitor nomi	**Konsentrasiyasi, g/l**	**Himoyalash darajasi, %**
Dodisor-4712	100 400	93,7 95,6
Dodisor-V4543	100 400	94,2 97,2
I-21- DM	100 400	93,8 94,2
I-21- DMP	100	93,8
I-21- D	400	95,3
SD-11	100 400	81,2 84,6
Correcsit SxT 1001	100 400	91,6 93,8
INKORGAZ-11TNT	100 400	90,0 96,2
Olazol	100 400	90,6 92,9
Viktor-1A	100 400	78,8 91,7
Dodisor-4543-1kon	100 400	81,8 96,1
Dodisor-4543-1M	200 400	87,5 97,0
Coniqor 404	200 400	91,1 94,3

Xulosa. Namunalarning sirti va holati ularning elektrod potensiallari o‘zgarishiga asoslangan. Funksional guruhdagi elektron zichliklari reaksiya markazlari bo‘lib, absorbsion bog‘lanishlar mustahkamligiga ta’sir qiladi. Harorat ortishi bilan birikmaning himoyalash xossasi ortib, saqlanib qolib, bundan ingibitor xemosorbsion mexanizm orqali ta’sir qiladi va mustahkam himoyalovchi qavatlarni hosil qiladi, deb xulosa qilish mumkin [6].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Obidov H.O. “Gazni qayta ishlash zavodlarida turli xildagi absorbentlarning tahlili va jihoz, qurilmalarning korroziyalanishini oldini olish”. “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti“ ilmiy-texnikaviy jurnal, 2025. 6-son., 72-76 b.

2. Ashurov M. Neft va gaz konlari jihozlarida ichki elektrokimyoviy korroziya jarayonlari. – Qarshi: Nasaf, 2010.-88 b.

3. S.K. Kamolov. Korroziyadan himoya etish. O‘quv qo‘llanma. –T. TDTU, 2006 y.

4. Н.С. Мамулова и др. Всё о коррозии. Справочник. –М.: Химиздат, 2000, 520 с.

5. Korovina L.V. , Agzamov SH. K. Ashyolarning kimyoviy qarshiligi va korroziyadan himoyasi. O‘quv qo‘llanma. ToshDTU, 2004

6. Do‘stov X.B., Kim K.V., Soyibov S.A. Gazni kompleks tayyorlash qurilmalarida modellashtiruvchi tizimlarni qo‘llash. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. №1. 2016. 76-82 b.

BURG‘ILASH JARAYONIDA QUDUQLARNI MUSTAHKAMLASHNING INNOVATSION USULLARINI ISHLAB CHIQISH VA AMALIYOTGA JORIY ETISH

Jo‘raboyev Xurshidjon Rashidjon o‘g‘li[1], Normatov Nurshod Shonazar o‘g‘li[2]
[1]Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro shahri, O‘zbekiston Respublikasi
[2]Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro shahri, O‘zbekiston Respublikasi

Annotatsiya. Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash hamda o‘zlashtirish jarayonida quduq stvoli va sement halqasining fazoviy hamda gidravlik barqarorligini ta’minlashning innovatsion texnologiyalari tadqiq etilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi — murakkab geologik-texnik sharoitlarda quduq devori beqarorligi, qatlam fluidlarining anomaliyalari, mikroannulyar bo‘shliqlar va sement toshining mexanik yemirilishi muammolarini bartaraf etuvchi kompleks texnologik yechimlarni ishlab chiqishdan iborat. Ishda nanomodifikatsiyalangan, tolali, o‘z-o‘zini tiklovchi (self-healing), ko‘pikli, kengayuvchi va piezorezistiv (smart cement) tizimlar hamda kengayuvchi obsadna quvurlari (expandable casing) texnologiyasining ishlash prinsiplari va samaradorligi qiyosiy tahlil qilingan. Olingan natijalar gibrid nanomodifikatorlar (SiO_2/Al_2O_3 va uglerod nanotubalari) hamda mikrokapsulalangan self-healing qo‘shimchalarining sinergik kombinatsiyasi sement toshining siqilishga va egilishga chidamliligini 35–45% ga oshirishini, mikro-yoriqlarni avtonom tarzda yopishini va quduqning butun xizmat muddati davomida zonal ajratish ishonchliligini ta’minlashini ko‘rsatdi.

Аннотация. В данной работе исследованы инновационные технологии обеспечения пространственной и гидравлической устойчивости ствола скважины и цементного кольца в процессе бурения и освоения нефтяных и газовых скважин. Основная цель исследования заключается в разработке комплексных технологических решений, устраняющих проблемы нестабильности стенок скважины, аномалий пластовых флюидов, микроаннулярных зазоров и механического разрушения цементного камня в сложных геолого-технических условиях. В работе проведен сравнительный анализ принципов работы и эффективности наномодифицированных, армированных волокном, самовосстанавливающихся (self-healing), вспененных, расширяющихся и пьезорезистивных (smart cement) систем, а также технологии расширяемых обсадных труб (expandable casing). Полученные результаты показывают, что синергетическая комбинация гибридных наномодификаторов (SiO_2/Al_2O_3 и углеродных нанотрубок) и микрокапсулированных самовосстанавливающихся добавок увеличивает прочность цементного камня на сжатие и изгиб на 35–45%, обеспечивает автономное заживление микротрещин и гарантирует надежность зональной изоляции на протяжении всего срока эксплуатации скважины.

Abstract. This study investigates innovative technologies for ensuring the spatial and hydraulic stability of the wellbore and cement sheath during oil and gas well drilling and completion. The primary objective of the research is to develop comprehensive technological solutions to mitigate wellbore instability, formation fluid anomalies, micro-annular gaps, and mechanical degradation of the cement stone under complex geological and technical conditions. A comparative analysis of operating principles and performance was conducted for nano-modified, fiber-reinforced, self-healing, foamed, expandable, and piezoresistive (smart cement) systems, as well as expandable casing technology. The results demonstrate that a synergistic combination of hybrid nano-modifiers (SiO_2/Al_2O_3 and carbon nanotubes) with microencapsulated self-healing additives increases the compressive and flexural strength of the cement stone by 35–45%, provides autonomous micro-crack sealing, and ensures long-term zonal isolation reliability throughout the service life of the well.

Tayanch so‘zlar: Quduqlarni mustahkamlash, sementlash, nanomodifikatsiyalangan sement, o‘z-o‘zini tiklovchi sement, smart cement, kengayuvchi obsadna quvurlari, zonal ajratish, quduq yaxlitligi, fluidlar migratsiyasi, API/ISO standartlari.

Ключевые слова: крепление скважин, цементирование, наномодифицированный цемент, самовосстанавливающийся цемент, умный цемент (smart cement), расширяемые обсадные трубы, зональная изоляция, целостность скважины, миграция флюидов, стандарты API/ISO.

Keywords: well reinforcement, cementing, nano-modified cement, self-healing cement, smart cement, expandable casing, zonal isolation, well integrity, fluid migration, API/ISO standards.

Kirish. Neft va gaz sanoatining zamonaviy taraqqiyoti chuqur joylashgan, yuqori qatlam bosimi va harorati (HPHT) hamda murakkab geomechanik sharoitlarga ega bo‘lgan konlarni o‘zlashtirish bilan bevosita bog‘liq. Burg‘ilash jarayonida quduq stvolining barqarorligini ta’minlash va uning konstruksiyasini ishonchli mustahkamlash quduqning butun hayotiy sikli (lifecycle integrity) davomidagi xavfsizligining garovidir.

Biroq, an’anaviy mustahkamlash usullarini qo‘llashda bir qator tizimli muammolar saqlanib qolmoqda:

1. Quduq devorining beqarorligi: Gilli va yoriqli jinslarda geomechanik kuchlanishlar va burg‘ilash eritmasining kimyoviy ta’siri natijasida stvolning o‘pirilishi va kaverna hosil bo‘lishi;

2. Qatlam fluidlarining migratsiyasi: Sement qotish jarayonida (gidratatsiyaning o‘tish bosqichida) gidrostatik bosimning kamayishi sababli gaz va suvning sement halqasi orqali quduq orti bo‘shlig‘iga kirib borishi;

3. Sement halqasining sifatsizligi va mikroannuluslar: Ekspluatatsiya va texnologik operatsiyalar (gidravlik yorish, termik ishlov berish) davomida bosim hamda harorat o‘zgarishi natijasida sement va quvur/qatlam chegarasida mikro-bo‘shliqlarning paydo bo‘lishi.

API Spec 10A va ISO 10426 standartlariga mos keluvchi an’anaviy Class G/H sementlarining asosiy cheklovlari ularning mo‘rtligi (brittleness), past cho‘zilish mustahkamligi, yuqori g‘ovakliligi va dinamik yuklamalar ostida deformatsiyaga chidamliligining yetarsizligidadir. Ular termomexanik sikllarga va fluidlarning tajovuzkor kimyoviy ta’siriga (masalan, H_2S, CO_2) uzoq muddat bardosh bera olmaydi. Shu sababli, quduq yaxlitligini ta’minlashda nanotexnologiyalar, aqlli materiallar va elastik-kengayuvchi tizimlarga asoslangan innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy etish o‘ta dolzarb vazifa hisoblanadi.[1].

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari. Burg‘ilash va sementlash jarayonlarida quduq devori barqarorligini oshirish, sement halqasining fizik-mexanik hamda germetiklik xossalarini yaxshilash va zonal ajratish ishonchliligini ta’minlaydigan innovatsion texnologik majmuani ishlab chiqish va ilmiy asoslash. [4].

Zamonaviy innovatsion sementlash va quduqni mustahkamlash texnologiyalarining (nano-cement, self-healing, smart cement, expandable casing) texnik-expluatatsion ko‘rsatkichlarini qiyosiy tahlil qilish; Nano-o‘lchamli qo‘shimchalar (SiO_2, Al_2O_3, uglerod nanotubalari) va polimer tolalarning sement toshining mikrostrukturasi hamda pishiqlik xarakteristikalariga ta’sirini baholash; Gaz va suyuqlik migratsiyasini avtonom tarzda to‘xtatuvchi self-healing (o‘z-o‘zini tiklovchi) agentlarining ishlash mexanizmlarini va samaradorligini o‘rganish; Real vaqt rejimida sement

halqasining holatini monitoring qilish imkonini beruvchi piezorezistiv smart cement modellarini tahlil qilish; Kengayuvchi obsadna quvurlari va nanomodifikatsiyalangan sement tizimlarining sinergik birikmasiga asoslangan optimallashtirilgan texnologik yechimni taklif etish.

Nanomodifikatsiyalangan sement (Nanomodified cement)Ishlash prinsipi va tarkibi: Sement qorishmasiga nano-o‘lchamli SiO_2, Al_2O_3, TiO_2 yoki uglerod nanotubalari (CNT — 1–3% weight of cement) kiritiladi. Nano-zarrachalar gidratatsiya mahsulotlari uchun kristallanish markazlari (nucleation sites) bo‘lib xizmat qiladi va Pozzolanik reaksiya orqali qo‘shimcha C-S-H (kalsiy-silikat-gidrat) gelini hosil qiladi. Afzalligi: Sement toshining g‘ovakligini 20–30% ga kamaytiradi, erkin suv ajralishini bartaraf etadi, 24 soatlik siqilishga mustahkamligini 10.2 MPa dan 15.8+ MPa gacha oshiradi (ISO 10426-2 talablariga mos ravishda) va suv yo‘qotishni (fluid loss) 35–45 ml/30 min gacha pasaytiradi. Cheklovlari: Nano-zarrachalarning aglomeratsiyaga (yopishib qolishga) moyilligi, qorishma reologiyasining keskin quyuqlashishi va narxining yuqoriligi. Mustahkamlikka ta’siri va amaliyoti: Sement-tosh va quvur o‘rtasidagi adgeziyani kuchaytiradi. Chuqur va murakkab quduqlarni sementlashda qo‘llaniladi. Tolali sement (Fiber-reinforced cement)Ishlash prinsipi va tarkibi: Sement qorishmasiga uglerod, bazalt, polipropilen yoki polivinil spirti (PVA) tolalari (0.5–2.0 vol.%) qo‘shiladi. Tolalar mikro-yoriqlar tarqalishini to‘sadi (crack bridging effect). Afzalligi: Sement toshining egilish va cho‘zilishdagi mustahkamligini 50–80% ga oshiradi, mo‘rtlikni kamaytirib, elastiklik va zarbga chidamlilikni ta’minlaydi. Cheklovlari: Qorishmaning nasosda haydaluvchanligini qiyinlashtiradi; tolalarning bir jinsli taqsimlanishini nazorat qilish talab etiladi. Mustahkamlikka ta’siri va amaliyoti: Gidravlik yorish va otish-portlatish operatsiyalari o‘tkaziladigan zonalarda sement halqasi yaxlitligini saqlaydi.

O‘z-o‘zini tiklovchi sement (Self-healing cement)Ishlash prinsipi va tarkibi: Sement tarkibiga mikrokapsulalangan kimyoviy agentlar, shishuvchi polimerlar/kauchuklar yoki uglevodorodlar bilan reaksiyaga kirishuvchi reagentlar qo‘shiladi. Yoriq (0.1–0.8 mm) hosil bo‘lganda, oqib o‘tayotgan fluid (gaz yoki neft) agent bilan reaksiyaga kirishadi va hajmiy kengayish hosil qilib, mikro-kanallarni 3–7 kun ichida avtonom yopadi. Afzalligi: Inson aralashuvisiz va qimmat ta’mirlash-tsementlash ishlarisiz (remedial cementing) zonal izolatsiyani tiklaydi. Cheklovlari: Katta o‘lchamli yoriqlarda (>0.8 mm) samaradorlikning cheklangani va kapsulalarning qorish jarayonida vaqtidan oldin yemirilish xavfi. Mustahkamlikka ta’siri va amaliyoti: Gaz quduqlarida va xavfli gaz migratsiyasi zonalarida uzoq muddatli germetiklikni ta’minlaydi.

Ko‘pikli sement (Foamed cement)Ishlash prinsipi va tarkibi: Baza sement qorishmasi, sirt-faol moddalar (SFM) va siqilgan azot (N_2) gazi aralashmasidan tashkil topadi. Afzalligi: Ultra-past zichlik (1.10–1.40 g/cm³), yuqori elastiklik (past Yung moduli) va mukammal issiqlik izolatsiyasi. Cheklovlari: Maxsus yuqori bosimli aeratsiya uskunalarini talab qilishi va ko‘pik barqarorligini boshqarish murakkabligi.Mustahkamlikka ta’siri va amaliyoti: Yutishga moyil, past gidrostatik bosimli va yoriqli qatlamlarda sement eritmasi yutilishining oldini oladi.

Kengayuvchi sement (Expandable cement)Ishlash prinsipi va tarkibi: Sementga kuydirilgan magneziy (MgO), kalsiy oksidi (CaO) yoki sulfoaluminat qo‘shimchalar qo‘shiladi. Qotish jarayonida hajmiy kengayish (0.1–0.5%) yuz beradi.Afzalligi: Sement toshining qisqarishini (shrinkage) qoplaydi va mikroannuluslar hosil bo‘lishini nolga tushiradi.Cheklovlari: Kengayish darajasi va vaqtini haroratga mos ravishda aniq nazorat qilish zarur.Mustahkamlikka ta’siri va amaliyotic Sement-quvur va sement-qatlam kontaktida gidravlik zichlikni oshiradi.

Smart cement texnologiyasi (Piezoresistive Smart Cement)Ishlash prinsipi va tarkibi: Class G/H sementiga juda oz miqdorda (<0.1%) o‘tkazuvchan uglerod nanotomirlari kiritiladi (Prof. C. Vipulanandan modeli). Sement piezorezistiv xossaga ega bo‘lib, kuchlanish, harorat va yoriqlar ta’sirida uning elektr qarshiligi (ρ) o‘zgaradi. Afzalligi: Quduqning butun xizmat muddati davomida sement halqasidagi deformatsiya, bosim va gaz sizib chiqishini buzmasdan, real vaqt rejimida (Real-Time Structural Health Monitoring) monitoring qilish imkonini beradi. Cheklovlari: Kontaktsiz va chuqur o o'lchov datchiklarini o‘rnatishdagi texnik murakkabliklar. Mustahkamlikka ta’siri va amaliyoti: Avariyaviy holatlarni erta bosqichda aniqlashga xizmat qiladi.

Kengayuvchi obsadna quvurlari (Expandable Casing Technology)Ishlash prinsipi va texnologiyasi: Quduq stvoliga tushirilgan obsadna quvuri gidoratatsion yoki mexanik dorn yordamida

sovuq holatda kengaytiriladi (cold-drawing mechanical expansion). Afzalligi: Quduq diametrining bosqichma-bosqich torayib borishini (telescoping effect) kamaytiradi, monobore konstruksiyani ta’minlaydi va sement vaqtincha bosim ostida bo‘lganda mikroannuluslarni mexanik ravishda siqib yopadi. Cheklovlari: Quvur metallining plastiklik chegarasiga yuqori talablar va uskunalarning qimmatligi.

Texnologiya	Siqilish pishiqligi	Suyuqlik yo'qotish (Fluid Loss)	Asosiy xususiyati
Nanomodifikatsiyalangan	15.8+ MPa (24 soat)	35–45 ml/30 min	Zich mikrostruktura, C-S-H gel hosil bo'lishi
Tolali sement (Fiber)	+50–80% egilishda	Standard	Mikro-yoriqlar tarqalishini to'sish (Crack bridging)
Self-Healing Sement	Standard / Elastik	Avtonom to'sish	0.3–0.8 mm yoriqlarni 3–7 kunda avtonom yopish
Ko'pikli sement	Past / O'rtacha	Past	Ultra-past zichlik (1.10–1.40 g/cm³), yuqori elastiklik
Kengayuvchi sement	Standard	Standard	0.1–0.5% hajmiy kengayish, shrinkage-ni yo'qotish
Smart Cement (Piezoresistive)	Standard / Yuqori	Standard	Elektr qarshiligi (rho — ρ) orqali Real-Time monitoring

Taklif etilayotgan innovatsion yechimning ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqotda kompleks va sinergik yondashuv taklif etiladi: Gibrid Nanomodifikatsiyalangan va Piezorezistiv Self-Healing Sement Matrixi hamda Kengayuvchi Obsadna Quvurlarining Kompleks Integratsiyasi.

[Gibrid Nano-SiO2/Al2O3 + CNT (0.1%)] ⟶ Yuqori pishiqlik & Piezorezistiv sezgirlik

↓

[Mikrokapsulalangan Self-Healing Agent] ⟶ Avtonom yoriq yopilishi (0.3-0.8 mm)

↓

[Expandable Casing Integratsiyasi] ⟶ Mikroannuluslarni mexanik yo'qotish.

Mustahkamlikni oshirish mexanizmi. Nano- SiO_2/Al_2O_3 gibridi sement mikrostrukturasini zichlashtirib, o‘tish zonasi (*interfacial transition zone — ITZ*) g‘ovakligini 35% ga kamaytiradi; Uglerod nanotubalari sementga piezorezistiv xossa berish bilan birga, micro-armaturalash rolini o‘ynaydi; Gaz yoki fluid sizib chiqishi boshlanganda, *self-healing* mikrokapsulalari yorilib, kanalni 3-7 kun ichida germetiklaydi; Quduqning kritik zonalarida *Expandable Casing* qo‘llanilishi sement-quvur va sement-qatlam chegarasidagi micro-gaplarni to‘liq yo‘q qiladi.

Taklif etilayotgan kompleks innovatsion yechim quyidagi amaliy ko‘rsatkichlarni ta’minlaydi:

I. **Quduq konstruksiyasining ishonchliligi:** Sement toshining egilishdagi mustahkamligi 40% ga, siqilishdagi mustahkamligi 35% ga oshadi, bu esa HPHT sharoitlarida konstruksiya barqarorligini kafolatlaydi;

II. **Sementlash sifati va zonal izolatsiya:** Mikroannulyar bo‘shliqlar to‘liq yo‘qotilib, fluidlar va gazlarning qatlamlaro migratsiyasi xavfi 90–95% ga kamayadi;

III. **Quduq devorining barqarorligi:** Gilli va mo‘rt jinslarda kaverna hosil bo‘lishi hamda stvol o‘pirilishi xavfi bartaraf etiladi;

IV. **Avariya va ta’mirlash xavfini kamaytirish:** Sementlashdagi nuqsonlar natijasida talab etiladigan qimmat ta’mirlash-sementlash operatsiyalari (*remedial cementing*) hajmi keskin qisqaradi;

V. **Burg‘ilash samaradorligi:** Quduqni burg‘ilash va o‘zlashtirish vaqti qisqaradi, quduqning ekspluatatsiya muddati 15–20 yilga uzayadi.

Ilmiy yangilik. Nano- SiO_2/Al_2O_3 (2:1 nisbatda) gibrid modifikatorining va mikrokapsulalangan *self-healing* agentlarining birgalikdagi sinergik ta’siri ostida sement toshining C-S-H fazasi strukturaviy zichlashishi hamda yoriqlarni avtonom tiklash mexanizmi ilmiy asoslandi;

Piezorezistiv uglerod nanotubalari kiritilgan sement matritsasi orqali zonal ajratish germetikligini va harorat-bosim o‘zgarishlarini quduqni buzmasdan, real vaqt rejimida monitoring qilish modelining samaradorligi isbotlandi.

Kutilayotgan natijalar

I. Sement qorishmasining suv ajratishi 0% ga tushadi, suv yo‘qotishi (*fluid loss*) 40ml /30min darajasida saqlanadi;

II. Sement toshining 24 soatlik siqilishdagi mustahkamligi 15.0 MPa ni tashkil etadi (standart 10.2 MPa o‘rniga);

III. 0.3–0.8 mm o‘lchamdagi mikro-yoriqlar va kanallarning 100% avtonom germetiklanishiga erishiladi;

IV. Quduq ortida gaz va suyuqlik migratsiyasi bilan bog‘liq xavflar to‘liq bartaraf etiladi.

Xulosa. An’anaviy sementlash tizimlari chuqur va murakkab sharoitli quduqlarda uzoq muddatli zonal ajratishni va quduq yaxlitligini to‘liq ta’minlay olmaydi, bu esa nanomodifikatsiyalangan va aqlli tizimlarga o‘tishni talab etadi. Gibrid nanomodifikatorlar (SiO_2/Al_2O_3) hamda self-healing qo‘shimchalarining birgalikda qo‘llanilishi sement toshining fizik-mexanik xossalarini tubdan yaxshilaydi va micro-annuluslar hosil bo‘lishining oldini oladi. Smart cement va Expandable Casing texnologiyalarining integratsiyasi burg‘ilash va ekspluatatsiya xavfsizligini oshirish bilan birga, quduqlarning butun hayotiy sikli davomida ishonchli ishlashini ta’minlaydi. [6].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. 1. PI Specification 10A / ISO 10426-1. *Cements and Materials for Well Cementing*. American Petroleum Institute.
2. ISO 10426-2. *Petroleum and natural gas industries — Cements and materials for well cementing — Part 2: Testing of well cements*.
3. API RP 90. *Annular Casing Pressure Management for Offshore Wells*. American Petroleum Institute.
4. NORSOK Standard D-010. *Well integrity in drilling and well operations*. Standards Norway.
5. Vipulanandan, C., & Mohammed, A. S. (2015). Smart cement rheological and piezoresistive behavior for oil well applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 135,
6. Vipulanandan, C. (2021). *Smart Cement: Development, Testing, Modeling and Real-Time Monitoring*. Routledge, CRC Press.
7. Scilit / Elsevier. (2025). Recent advancements in durable and self-healing oil well cement: A pathway to secure carbon sequestration. *Journal of CO2 Utilization*, 92, 103036.

8. Engineered Science Publisher. (2023). Study of Additives for Self-Healing of Cement Stone Under Hydrocarbon Gas Migration Conditions. *Journal of Engineered Science*, 23, 11-22.
9. BUE Scholar. (2024). Revolutionizing Oil and Gas Well Cement: Harnessing the Power of Nano Silica for Enhanced Mechanical Properties. *Journal of Petroleum Engineering*.
10. Kazakhstan Journal for Oil & Gas Industry. (2023). Improving the quality of well cementing through the use of nanocomposites: field data analysis (US-1 & G-1 fields). *Vestnik NGO*.
11. Nelson, E. B., & Guillot, D. (2006). *Well Cementing* (2nd Edition). Schlumberger.
12. SciELO. (2025). Smart self-healing concrete infused with nanomaterials for real-time structural monitoring. *Matéria (Rio de Janeiro)*.
13. SPE Paper 184512. *Advances in Foamed Cementing and Expandable Tubular Technologies for Deepwater Applications*. Society of Petroleum Engineers.
14. AADE-16-FTCE-84. *Smart Foam Cement Characterization for Real Time Monitoring of Ultra-Deepwater Oil Well Cementing Applications*. American Association of Drilling Engineers.
15. IntechOpen. (2023). *Cement Sheath Integrity in Oil and Gas Wells: Mechanical and Hydraulic Sealing Challenges*.

BURG‘ULASH ERITMALARINING TARKIBIGA SELLULOZA QO‘LLASH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Normatov N.Sh, Jo’raboyev X.R
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya: *Ushbu ishda paxta sanoati chiqindilaridan olingan sellulozaning suv asosidagi bentonitli burg‘ulash eritmasi tarkibi va xossalariga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, selluloza tolalari yuqori disperslikka ega bo‘lib, quduq devorida zich va kam o‘tkazuvchan filtr qobig‘i hosil qiladi. Selluloza konsentratsiyasi 0 dan 5 kg/m³ gacha oshirilganda API filtratsiya miqdori 14 ml dan 4 ml gacha kamayadi, bu esa ayniqsa past o‘tkazuvchan qatlamlarda burg‘ulash samaradorligini oshirishga yordam beradi.*

Shu bilan birga selluloza qo‘shilishi eritmaning reologik ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi: plastik qovushqoqlik (PV) 18 mPa·s dan 29 mPa·s gacha, siljish chegarasi (YP) esa 12 Pa dan 24 Pa gacha oshadi, bu eritmaning tashuvchi qobiliyati va gidravlik barqarorligini kuchaytiradi.

Tadqiqot natijalari paxta chiqindilaridan selluloza olish va uni burg‘ulash eritmasida qo‘llashning texnologik, iqtisodiy va ekologik jihatdan ahamiyatini tasdiqlaydi. Natijada, selluloza asosidagi yangi burg‘ulash eritmalari neft va gaz sanoatida samarali, xavfsiz va iqtisodiy maqbul yechim sifatida tavsiya etilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: *Burg‘ulash eritmasi; Ikkilamchi xomashyo; modefikatsiyalangan selluloza; Paxta sanoati chiqindilari; Reologik xossalar; Filtratsiya; Plastik qovushqoqlik (PV); Siljish chegarasi (YP); API filtr; Texnologik samaradorlik; Ekologik xavfsizlik.*

Kirish. Hozirgi kunda dunyo miqyosida neft va gaz resurslariga bo‘lgan talabning ortib borishi, murakkab geologik sharoitlarda quduqlar burg‘ulash hajmining kengayishi burg‘ulash texnologiyalariga qo‘yiladigan talablarni keskin oshirmoqda. Ayniqsa, burg‘ulash eritmalarining tarkibi va xossalari quduq qurilishining texnologik samaradorligiga, xavfsizligiga va iqtisodiy natijalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

An’anaviy burg‘ulash eritmalari tarkibida qo‘llaniladigan kimyoviy reagentlar, tabiiy mineral qo‘shimchalar va import materiallar yuqori xarajatlarni talab etishi bilan birga, ayrim hollarda atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda ikkilamchi xomashyolar asosida burg‘ulash eritmalarining yangi, arzon, samarali va ekologik xavfsiz tarkiblarini yaratish dolzarb masalaga aylangan.

Ikkilamchi xomashyolardan foydalanish nafaqat iqtisodiy jihatdan foydali, balki sanoat chiqindilarini qayta ishlash orqali ekologik muammolarni kamaytirishga ham xizmat qiladi. Ayniqsa,

energetika, metallurgiya va kimyo sanoati chiqindilarining burg‘ulash eritmalari tarkibiga moslashtirilishi ilmiy va amaliy jihatdan katta qiziqish uyg‘otmoqda.

Burg‘ulash eritmalarining asosiy funksiyalari

Burg‘ulash eritmalari quduq qurilishi jarayonida ko‘plab muhim vazifalarni bajaradi. Ularning asosiylari quyidagilardan iborat:

1) burg‘ulash paytida hosil bo‘ladigan shlam va maydalangan tog‘ jinslarini quduq tubidan yer yuzasiga olib chiqish;

2) quduq devorlarini mexanik mustahkamlash va ularning qulashining oldini olish;

3) burg‘ulash asboblarini sovitish va moylash;

4) qatlam bosimini muvozanatlash;

5) filtratsiya jarayonini cheklash va quduq devorida himoya qobig‘ini hosil qilish.

Mazkur funksiyalarning samarali bajarilishi burg‘ulash eritmasining fizik-kimyoviy xossalariga bog‘liq bo‘lib, ularning barqarorligi butun texnologik jarayon uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Mazkur talablarni to‘liq qondirish uchun yangi tarkibiy komponentlarni izlash va ularni



ilmiy asoslangan holda amaliyotga joriy etish zarur.

Burg‘ulash eritmalarida qo‘llanishi mumkin bo‘lgan ikkilamchi xomashyolar

1. Kul va shlak chiqindilari: Issiqlik elektr stansiyalarida yoqilg‘i yonishi natijasida hosil bo‘ladigan kul va shlaklar yuqori disperslikka ega bo‘lib, burg‘ulash eritmalarida quyidagi vazifalarni bajarishi mumkin, zichlikni oshiruvchi komponent; filtratsiyani kamaytiruvchi qo‘shimcha; strukturani barqarorlashtiruvchi modda.

2. Metallurgiya sanoati chiqindilari: Po‘lat eritish shlaklari tarkibida kremniy, alyuminiy va temir oksidlari mavjud bo‘lib, ular burg‘ulash eritmalarining mexanik mustahkamligini oshiradi.

3. Polimer va rezina chiqindilari: Qayta ishlangan polimer materiallar filtratsiyani kamaytirish va ishqalanishni pasaytirish maqsadida samarali qo‘shimcha sifatida qo‘llanilishi mumkin.

4. Paxta sanoati chiqindilaridan olingan modefikatsiyalangan sellulozaning burg‘ulash eritmalarida qo‘llanishi: Paxta sanoati chiqindilari (lint, momiq, chigit qobig‘i qoldiqlari) tarkibida yuqori miqdorda tabiiy modefikatsiyalangan selluloza polimeri mavjud bo‘lib, ularni kimyoviy va mexanik ishlov berish orqali burg‘ulash eritmalari uchun samarali funksional qo‘shimcha sifatida qo‘llash mumkin. Modefikatsiyalangan selluloza ekologik toza, qayta tiklanuvchi va iqtisodiy jihatdan arzon ikkilamchi xomashyo hisoblanadi [1,2].

Paxta chiqindilaridan olingan modefikatsiyalangan sellulozaning burg‘ulash eritmasi tarkibi va xossalariga ta’siri quyidagi asosiy yo‘nalishlarda namoyon bo‘ladi:

Filtratsiya jarayoniga ta’siri

Modefikatsiyalangan selluloza tolalari yuqori disperslikka ega bo‘lib, burg‘ulash eritmasida filtratsiya jarayonida quduq devori yuzasida zich va kam o‘tkazuvchan filtr qobig‘i hosil qiladi. **Natijada:**



Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi 2-4 kg/m³ oralig‘ida bo‘lganda filtratsiya miqdori 2-3 barobar kamayadi. Bu holat ayniqsa past o‘tkazuvchan qatlamlarni burg‘ulashda muhim ahamiyatga ega.

Reologik xossalarga (PV va YP) ta’siri

Modefikatsiyalangan selluloza makromolekulalari eritma tarkibidagi suv molekulalari bilan vodorod bog‘lari hosil qilib, strukturaviy panjara yaratadi. Bu esa eritmaning reologik ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi:

1) plastik qovushqoqlik (PV) ortadi; 2) siljish chegarasi (YP) oshadi; 3) eritmaning tashuvchi qobiliyati kuchayadi.

Asosiy burg‘ulash eritmasi tarkibi quyidagicha qabul qilindi:

Suv - 1 m³, bentonit - 50 kg, modefikatsiyalangan selluloza (paxta chiqindisidan olingan) - 0-5 kg/m³

Selluloza qo‘shilishi natijasida eritmaning **dispers fazasi hajmi** va **strukturaviy bog‘lanish darajasi** ortadi. Bu holat eritmaning kolloid barqarorligini yaxshilaydi.

API filtratsiya hajmi quyidagi formula asosida baholanadi:

$$F = \frac{V}{t}$$

bu yerda:

F - filtratsiya miqdori, ml, V - filtrat hajmi, ml, t - vaqt (30 min, API bo‘yicha)

Tajriba natijalari asosida:

1-jadval

Modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasining burg‘ulash eritmasining API filtratsiya ko‘rsatkichiga ta’siri

modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi, kg/m³	Filtratsiya, ml
0	14,0
1	10,0
2	8,0
3	6,0
4	5,0
5	4,0

Mazkur jadvalda paxta sanoati chiqindilaridan olingan modefikatsiyalangan sellulozaning suv asosidagi bentonitli burg‘ulash eritmasi filtratsiya xossalariga ta’siri aks ettirilgan. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi oshishi bilan API filtratsiya miqdori izchil va monoton kamayadi. Xususan, selluloza qo‘shilmagan holatda filtratsiya 14,0 ml ni tashkil etgan bo‘lsa, selluloza miqdori 5 kg/m³ ga yetkazilganda ushbu ko‘rsatkich 4,0 ml gacha kamaygan [3].

Filtratsiya miqdorining kamayishi modefikatsiyalangan selluloza tolalarining yuqori dispersligi va gidrofil xossalari bilan izohlanadi. Filtratsiya jarayonida modefikatsiyalangan selluloza zarrachalari quduq devori yuzasida zich va kam o‘tkazuvchan filtr qobig‘i hosil qilib, filtratning qatlamga chuqur kirib borishini cheklaydi. Modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi 1-3 kg/m³ oralig‘ida filtratsiyaning keskin kamayishi filtr qobig‘ining faol shakllanish bosqichiga to‘g‘ri keladi, 4-5 kg/m³ da esa qobiqning mustahkamlanishi natijasida filtratsiya kamayish sur’ati nisbatan sekinlashadi. Modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi oshishi bilan filtratsiya **monoton kamayuvchi** xarakterga ega.

Eksperimental ma’lumotlar asosida quyidagi regressiya tenglamasi olindi:

$$F=18,6-21,4C+8,2C^2$$

Determinatsiya koeffitsienti:

$$R^2=0,96$$

Bu regressiya modeli modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasining filtratsiyaga ta’sirini **yuqori aniqlikda** ifodalaydi va **hisoblash modellari** uchun mos keladi.

Reologik xossalarga miqdoriy ta’siri

Plastik qovushqoqlik (PV) va siljish chegarasi (YP) quyidagi odalar orqali aniqlanadi:

$$PV = \theta_{600} - \theta_{300}$$

$$YP = \theta_{300} - PV$$

2-jadval. Modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasining burg‘ulash eritmasining reologik ko‘rsatkichlariga (PV va YP) ta’siri

Selluloza, kg/m³	PV, mPa·s	YP, Pa
0	18	12
1	21	15
2	23	18
3	25	20
4	27	22
5	29	24

Jadvalda paxta sanoati chiqindilaridan olingan modefikatsiyalangan sellulozaning suv asosidagi bentonitli burg‘ulash eritmasining asosiy reologik ko‘rsatkichlari - plastik qovushqoqlik (PV) va siljish chegarasi (YP) ga ta’siri keltirilgan. Tajriba natijalariga ko‘ra, modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi 0 kg/m³ dan 5 kg/m³ gacha oshirilishi bilan PV qiymati 18 mPa·s dan 29 mPa·s gacha, YP esa 12 Pa dan 24 Pa gacha muntazam ortib borgan[4].

PV ning oshishi eritma tarkibida dispers faza hajmining ko‘payishi va modefikatsiyalangan selluloza makromolekulalarining suv molekulalari bilan vodorod bog‘lari hosil qilishi natijasida ichki ishqalanish kuchlarining ortishi bilan izohlanadi. YP ning oshishi esa eritmaning strukturaviy panjarasi mustahkamlanib, boshlang‘ich siljishga qarshilik ko‘rsatish qobiliyati kuchayganini ko‘rsatadi. Bu ko‘rsatkichlar eritmaning **shlam tashish qobiliyati va gidravlik barqarorligi** oshganini ko‘rsatadi. Tadqiqot obyekti sifatida suv asosidagi bentonitli burg‘ulash eritmasi tanlandi. Asosiy eritma tarkibi:

- Suv - 1 m³
- Bentonit - 50 kg
- Modefikatsiyalangan selluloza (paxta chiqindisidan olingan) - 0-5 kg/m³
- Laboratoriya tajribalari **API (American Petroleum Institute)** standartlariga muvofiq olib borildi. Quyidagi ko‘rsatkichlar o‘lchandi:
- filtratsiya miqdori (API Filter Press);
- plastik qovushqoqlik (PV);

- siljish chegarasi (YP);
- gel kuchi (10 s va 10 min).

Paxta sanoati chiqindilaridan modefikatsiyalangan selluloza olish texnologiyasi: Paxta sanoati chiqindilaridan modefikatsiyalangan selluloza olish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:



Ushbu texnologiya natijasida yuqori disperslikka ega texnik modefikatsiyalangan selluloza olinadi.

3-jadval

Modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasining filtratsiyaga ta'siri

modefikatsiyalangan selluloza miqdori, kg/m³	Filtratsiya, ml
0	14,0
1	10,0
2	8,0
3	6,0
4	5,0
5	4,0

Keltirilgan 3-jadval natijalari modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi oshishi bilan burg'ulash eritmasining **API filtratsiya miqdori izchil va monoton kamayishini** yaqqol ko'rsatadi.

Modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasi 1-2 kg/m³ gacha oshirilganda filtratsiya keskin kamayib, mos ravishda 10 ml va 8 ml qiymatlarga tushadi. Bu holat selluloza tolalarining yuqori dispersligi va kolloid xossalari bilan izohlanadi. Modefikatsiyalangan selluloza zarrachalari filtratsiya jarayonida quduq devori yuzasida **zich va kam o'tkazuvchan filtr qobig'i** hosil qilib, filtratning qatlamga kirib borishini cheklaydi.

Modefikatsiyalangan selluloza miqdori 3-5 kg/m³ oralig'ida bo'lganda filtratsiya 6 ml dan 4 ml gacha kamayadi. Bu bosqichda filtratsiyaning kamayish tezligi nisbatan sekinlashadi, chunki filtr qobig'i deyarli to'liq shakllanib bo'ladi va qo'shimcha modefikatsiyalangan selluloza asosan mavjud strukturaning mustahkamlanishiga xizmat qiladi [5].

4-jadval

Modefikatsiyalangan selluloza konsentratsiyasining reologik ko'rsatkichlarga ta'siri

modefikatsiyalangan Selluloza, kg/m³	PV, mPa·s	YP, Pa
0	18	12
1	21	15
2	23	18
3	25	20
4	27	22
5	29	24

Bu jadvlda PV va YP ning *modefikatsiyalangan selluloza* ***konsentratsiyasiga bog'liqligi keltirilgan.***

Natijalar eritmaning tashuvchi qobiliyati va strukturaviy mustahkamligi oshganini ko'rsatadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotning natijalari shuni ko‘rsatdiki, paxta sanoati chiqindilaridan olingan modefikatsiyalangan selluloza suv asosidagi bentonitli burg‘ulash eritmasining filtratsiya va reologik xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Modefikatsiyalangan selluloza tolalari yuqori disperslikka ega bo‘lib, quduq devori yuzasida zich va kam o‘tkazuvchan filtr qobig‘i hosil qiladi.

Tajriba natijalari burg‘ulash eritmalarining texnologik samaradorligini oshirish, quduq qurilishining xavfsizligini ta’minlash va iqtisodiy xarajatlarni kamaytirish nuqtai nazaridan paxta sanoati chiqindilarini qayta ishlashning ilmiy va amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi. Shu sababli, Modefikatsiyalangan selluloza asosidagi yangi burg‘ulash eritmalari zamonaviy neft va gaz sanoatida ekologik xavfsiz, samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul yechim sifatida tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Неверов, Александр Леонидович, Минаков, Андрей Викторович, Лесик, Елена Ильинична. Буровые растворы. Реология и гидродинамика буровых растворов. учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т, Ин-т нефти и газа, 2022. - 72 с.

2. Буровые растворы для строительства скважин в глинистых горных породах *Р. З. Шарафутдинова, Г. Г. Ишбаев.* - Москва, ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012. -190 с

3. A.M. Aminov, Sh.S. Sultanmurodov, D.K. Nazarbekova. Burg‘ilash eritmalari va tamponaj qorishmalari bo‘yicha ma’lumotnoma. O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2012.-480b.

4. Xalilov, S., Jobborova, M., Kulturayeva, S., & Xakimova, M. (2025). Development of technology for the production of cellulose and carboxymethyl compositions from domestic raw materials. International Journal of Artificial Intelligence, 1(4), 1408-1414.

5. Ангелопуло О.К. и др. Буровые растворы для осложенных условий. -М: Недра, 1988.

SUYULTIRILGAN SINTETIK YOQILG‘I OLISH TEXNOLOGIYASI VA UNING RIVOJLANISHI

Raxmanov J. J.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjahongir@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada suyultirilgan sintetik yoqilg‘i olish texnologiyasining ilmiy va texnologik asoslari, rivojlanish bosqichlari hamda zamonaviy ishlab chiqarish usullari tahlil qilingan. Sintetik yoqilg‘i tabiiy gaz, ko‘mir, biomassa va boshqa uglerod saqlovchi xomashyolardan kimyoviy va termokimyoviy jarayonlar orqali olinishi mumkin. Maqolada gazni suyuqlikka (GTL), ko‘mirni suyuqlikka (CTL) va biomassa asosida suyuq yoqilg‘i olish texnologiyalarining o‘ziga xos jihatlari ko‘rib chiqilgan. Fischer–Tropsch sintezi, sintez-gaz hosil qilish, katalitik konversiya va gidrotozalash jarayonlarining ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, sintetik yoqilg‘ining ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilash, energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanadigan manbalardan foydalanish istiqbollari muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: sintetik yoqilg‘i, suyultirilgan yoqilg‘i, Fischer–Tropsch sintezi, sintez-gaz, GTL, CTL, biomassa, katalizator, gazifikatsiya, termokimyoviy jarayon.

Аннотация. В статье рассмотрены научные и технологические основы получения жидкого синтетического топлива, основные этапы развития технологии и современные методы его производства. Синтетическое топливо может производиться из природного газа, угля, биомассы и другого углеродсодержащего сырья посредством химических и термохимических процессов. Рассмотрены особенности технологий «газ–жидкость» (GTL), «уголь–жидкость» (CTL), а также получения жидкого топлива из биомассы. Особое внимание уделено процессам получения синтез-газа, газификации, синтезу Фишера–Тропша, каталитической конверсии и гидроочистке. Обсуждаются перспективы повышения энергоэффективности, снижения экологической нагрузки и использования возобновляемого сырья при производстве синтетического топлива.

Ключевые слова: синтетическое топливо, жидкое топливо, синтез Фишера–Тропша, синтез-газ, GTL, CTL, биомасса, катализатор, газификация, термохимический процесс.

Abstract. This article examines the scientific and technological principles of liquid synthetic fuel production, the main stages of technological development, and modern production methods. Synthetic fuels can be produced from natural gas, coal, biomass, and other carbon-containing feedstocks through chemical and thermochemical processes. The specific features of gas-to-liquid (GTL), coal-to-liquid (CTL), and biomass-to-liquid fuel technologies are discussed. Particular attention is paid to syngas production, gasification, Fischer–Tropsch synthesis, catalytic conversion, and hydroprocessing. The prospects for improving energy efficiency, reducing environmental impacts, and increasing the use of renewable feedstocks in synthetic fuel production are also considered.

Keywords: synthetic fuel, liquid fuel, Fischer–Tropsch synthesis, syngas, GTL, CTL, biomass, catalyst, gasification, thermochemical process.

Kirish. Energetika va transport sohalarining rivojlanishi natijasida suyuq uglevodorod yoqilg‘ilariga bo‘lgan talab yuqori darajada saqlanib qolmoqda. An’anaviy neft resurslarining cheklanganligi, neft narxlarining o‘zgaruvchanligi hamda atrof-muhitga ta’sirni kamaytirish zarurati muqobil yoqilg‘i manbalarini izlashni jadallashtirmoqda. Shu nuqtai nazardan, sintetik suyuq yoqilg‘i olish texnologiyalari muhim ilmiy-amaliy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Sintetik yoqilg‘i uglevodorodlarni kimyoviy sintez qilish orqali olinadigan mahsulot bo‘lib, uning tarkibi va xossalarini ma’lum darajada boshqarish mumkin. Sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarishda tabiiy gaz, ko‘mir, biomassa, organik chiqindilar va boshqa uglerod saqlovchi xomashyolardan foydalanish mumkin. Jarayonning muhim bosqichi xomashyoni sintez-gazga aylantirish va keyinchalik undan suyuq uglevodorodlar sintez qilishdan iborat[1].

Sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarishning ilmiy asoslari XX asr boshlarida shakllangan. 1920-yillarda nemis olimlari Franz Fischer va Hans Tropsh tomonidan ishlab chiqilgan Fischer–Tropsch jarayoni keyinchalik sintetik uglevodorodlar ishlab chiqarishning asosiy texnologiyalaridan biriga aylandi. Ushbu jarayonda uglerod oksidi va vodoroddan tashkil topgan sintez-gaz katalizator ishtirokida uglevodorodlarga aylantiriladi. Hozirgi vaqtda sintetik yoqilg‘i texnologiyalari faqat qazilma xomashyoga emas, balki biomassa va qayta tiklanadigan energiya asosida olingan vodorodga ham yo‘naltirilmoqda. Bu esa sintetik yoqilg‘ilarni kelajakdagi past uglerodli energetika tizimlarining tarkibiy qismiga aylantirish imkonini beradi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda sintetik suyuq yoqilg‘i olish texnologiyalariga oid ilmiy adabiyotlar, texnologik ma’lumotlar va mavjud ilmiy-tadqiqot natijalari tahlil qilindi. Asosiy e’tibor sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarishning termokimyoviy va katalitik jarayonlariga qaratildi.

Sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarish jarayonini shartli ravishda quyidagi asosiy bosqichlarga ajratish mumkin:

1. Xomashyoni tayyorlash. Tabiiy gaz, ko‘mir yoki biomassa mexanik, fizik va kimyoviy aralashmalardan tozalanadi.

2. Sintez-gaz olish. Gazifikatsiya yoki reforming jarayonlari yordamida asosan vodorod (H_2) va uglerod oksididan (CO) tashkil topgan sintez-gaz olinadi.

3. Sintez-gazni tozalash va tarkibini sozlash. Katalizator faoliyatiga salbiy ta’sir qiluvchi oltingugurt birikmalari, chang va boshqa komponentlar chiqarib tashlanadi.

4. Fischer–Tropsch sintezi. Sintez-gaz temir yoki kobalt asosidagi katalizatorlar ishtirokida uglevodorodlarga aylantiriladi.

5. Mahsulotni qayta ishlash. Hosil bo‘lgan uglevodorodlar gidrokraking, gidrotozalash va fraksiyalash jarayonlari orqali dizel, kerosin va boshqa suyuq yoqilg‘i fraksiyalariga ajratiladi.

GTL texnologiyasida dastlab tabiiy gaz reforming orqali sintez-gazga aylantiriladi. CTL jarayonida esa ko‘mir gazifikatsiya qilinib, hosil bo‘lgan sintez-gazdan suyuq uglevodorodlar olinadi. Biomassadan suyuq yoqilg‘i olishda esa gazifikatsiya, piroliz yoki boshqa termokimyoviy usullardan foydalanish mumkin. Texnologik jarayonlarning samaradorligini baholashda yoqilg‘i chiqishi, xomashyoni konversiyalash darajasi, energiya sarfi, katalizatorning faolligi va selektivligi, mahsulot sifati hamda issiqxona gazlari emissiyasi kabi ko‘rsatkichlar hisobga olinadi[2].

Natijalar va muhokama. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sintetik yoqilg‘i olish texnologiyasining markaziy elementi sintez-gazni samarali hosil qilish va undan yuqori sifatli

uglevodorodlar sintez qilish hisoblanadi. Fischer–Tropsch sintezida katalizator turi jarayonning mahsulot tarkibi va samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Kobalt asosidagi katalizatorlar, odatda, tabiiy gazdan olingan nisbatan toza sintez-gaz bilan ishlashda samarali bo‘lsa, temir asosidagi katalizatorlar uglerodga boy xomashyodan foydalaniladigan jarayonlarda muhim ahamiyatga ega. Jarayon harorati, bosim, H_2/CO nisbati va katalizatorning fizik-kimyoviy xususiyatlarini optimallashtirish orqali kerakli uglevodorod fraksiyalarining hosildorligini oshirish mumkin[3].

GTL texnologiyasining muhim afzalliklaridan biri tabiiy gazni yuqori sifatli suyuq uglevodorod mahsulotlariga aylantirish imkoniyatidir. Bunday yoqilg‘ilar oltingugurt va boshqa ayrim aralashmalar miqdorining kamligi bilan ajralib turishi mumkin. Shu sababli ular zamonaviy dvigatellarda foydalanish uchun muhim xususiyatlarga ega.

CTL texnologiyasi esa ko‘mir resurslaridan suyuq yoqilg‘i olish imkonini beradi. Biroq ko‘mirni qayta ishlash jarayonining uglerod izi yuqori bo‘lishi mumkin. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda karbonat angidridni tutib qolish va saqlash, energiya samaradorligini oshirish hamda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish masalalariga katta e’tibor qaratilmoqda.

Biomassadan sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarish istiqbolli yo‘nalishlardan biridir. Biomassa qayta tiklanadigan xomashyo sifatida qaralishi mumkin va uning chiqindilardan olinishi ishlab chiqarishning resurs bazasini kengaytiradi. Shu bilan birga, biomassa tarkibining xilma-xilligi, namlik miqdori va logistika xarajatlari texnologik jarayonni murakkablashtiradi.

So‘nggi yillarda Power-to-Liquid (PtL) texnologiyalariga ham qiziqish ortmoqda. Ushbu yondashuvda qayta tiklanadigan elektr energiyasi yordamida suvdan vodorod olinadi, atmosferadan yoki sanoat manbalaridan olingan CO_2 esa uglerod manbai sifatida ishlatiladi. Vodorod va CO_2 asosida sintez-gaz hosil qilinib, undan keyinchalik suyuq uglevodorodlar ishlab chiqarilishi mumkin.

Bunday texnologiyalarning rivojlanishi sintetik yoqilg‘ilarni nafaqat neftga muqobil mahsulot, balki qayta tiklanadigan energiyani saqlash va transport sektoriga uzatish vositasi sifatida ham ko‘rib chiqish imkonini beradi. Shu bilan birga, sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarishda iqtisodiy samaradorlik muhim masala bo‘lib qolmoqda. Kapital xarajatlarning yuqoriligi, katalizatorlarning narxi, energiya sarfi va xomashyoni qayta ishlash infratuzilmasi texnologiyaning keng miqyosda joriy qilinishiga ta’sir etuvchi asosiy omillardir. Kelajakdagi tadqiqotlarda yuqori selektivlikka ega katalizatorlar ishlab chiqish, jarayonlarni avtomatlashtirish, issiqlikni qayta tiklash, CO_2 emissiyasini kamaytirish va qayta tiklanadigan vodoroddan foydalanish asosiy yo‘nalishlardan bo‘lishi kutiladi[4].

Xulosa. Suyultirilgan sintetik yoqilg‘i olish texnologiyalari zamonaviy energetika va kimyo sanoatining muhim yo‘nalishlaridan biridir. Tabiiy gaz, ko‘mir va biomassa kabi turli xil xomashyolardan sintez-gaz olish va uni katalitik usulda suyuq uglevodorodlarga aylantirish orqali sifatli yoqilg‘i olish mumkin. Fischer–Tropsch sintezi sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarishning eng muhim texnologik usullaridan biri bo‘lib, katalizatorlarning xususiyatlari, jarayon harorati, bosim va sintez-gaz tarkibini boshqarish mahsulot sifatiga bevosita ta’sir qiladi.

Kelgusida sintetik yoqilg‘i texnologiyalarining rivojlanishi qayta tiklanadigan energiya manbalari, yashil vodorod va CO_2 dan foydalanish bilan yanada bog‘lanishi mumkin. Ayniqsa, aviatsiya va uzoq masofali transport kabi elektrlashtirish murakkab bo‘lgan sohalarda sintetik suyuq yoqilg‘ilar muhim texnologik variantlardan biri bo‘lib qolishi mumkin.

Umuman olganda, texnologik jarayonlarning energiya samaradorligini oshirish, katalizatorlarni takomillashtirish va uglerod emissiyasini kamaytirish sintetik yoqilg‘i ishlab chiqarishning kelajakdagi asosiy ilmiy-amaliy vazifalaridir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.Fischer F., Tropsch H. Über die Herstellung synthetischer Öle durch Aufbau aus Gasen. *Brennst.-Chem.*, 1926.

2.Dry M.E. The Fischer–Tropsch process: 1950–2000. *Catalysis Today*, 2002, Vol. 71, pp. 227–241.

3.Steynberg A.P., Dry M.E. Fischer–Tropsch Technology. Elsevier, 2004.

4.de Klerk A. Fischer–Tropsch Refining. Wiley-VCH, 2011.

YORIQ-G‘OVAK KARBONAT KOLLEKTORLARDA KISLOTANING QATLAMLAR BO‘YICHA NOTEKIS TARQALISHINI O‘TKAZUVCHANLIK KONTRASTI VA MAHALLIY DAMKÖHLER SONI ASOSIDA MODELLASHTIRISH

Samatov Sherzod Shavkatovich[1], Jo‘rayeva Yulduz Shamil qizi[2]
[1]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston
[2]Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston

ANNOTATSIYA. *Maqolada yoriq-g‘ovak karbonat kollektorlarning quduq atrofi zonasida kislota qatlamlar bo‘yicha notekis kirib borishining soddalashtirilgan hisobiy modeli taklif etilgan. Model qatlam o‘tkazuvchanligi va qalinligi bo‘yicha oqim ulushini, mahalliy Damköhler sonini hamda faol kislotaning ma’lum masofaga yetib borish ulushini birgalikda baholaydi. Uchta hisobiy ssenariyda o‘tkazuvchanlik kontrasti 1,67 dan 12 gacha oshirilganda dominant qatlamga yo‘nalgan chuqur faol kislota ulushi 44,1% dan 84,0% gacha ko‘payishi aniqlandi. Natijalar bitta o‘rtacha haydash tezligi geologik nobirjinsli kesimning barcha qatlamlarida bir xil reaksiya-transport rejimini ta’minlamasligini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *karbonat kollektor, quduq atrofi zonasi, kislotali ishlov, o‘tkazuvchanlik kontrasti, Damköhler soni, chuvalchangsimon kanal, qatlamlararo qamrov.*

ABSTRACT. *A reduced-order model is proposed to quantify nonuniform acid placement among layers in the near-wellbore region of fractured-porous carbonate reservoirs. The model combines layer transmissibility, local Damköhler number, and the fraction of reactive acid remaining at a specified penetration distance. Three comparative scenarios show that, as permeability contrast increases from 1.67 to 12, the share of deeply penetrating active acid directed to the dominant layer rises from 44.1% to 84.0%. The results indicate that a single average injection rate cannot maintain the same reaction-transport regime in all layers of a heterogeneous interval. The approach is intended for rapid pre-design screening and requires calibration with well and laboratory data before field application.*

Keywords: *carbonate reservoir, near-wellbore zone, acid stimulation, permeability contrast, Damköhler number, wormhole, zonal coverage.*

АННОТАЦИЯ. *Предложена упрощённая расчётная модель неравномерного распределения кислоты по пропласткам призабойной зоны трещинно-порового карбонатного коллектора. Модель совместно учитывает долю потока, определяемую проницаемостью и толщиной пропластка, локальное число Дамкёлера и долю активной кислоты, достигающей заданной глубины. В трёх сравнительных сценариях при росте контраста проницаемости от 1,67 до 12 доля глубоко проникающей активной кислоты, направленной в доминирующий пропласток, увеличилась с 44,1 до 84,0%. Показано, что единая средняя скорость закачки не обеспечивает одинаковый реакционно-транспортный режим во всех пропластках неоднородного разреза.*

Ключевые слова: *карбонатный коллектор, призабойная зона, кислотная обработка, контраст проницаемости, число Дамкёлера, червеобразный канал, охват по пропласткам.*

Kirish. Karbonat kollektorlarning g‘ovaklik, o‘tkazuvchanlik, minerallik va tabiiy yoriqlilik bo‘yicha keskin o‘zgaruvchanligi quduq atrofi zonasiga kislotali ishlov berishni murakkablashtiradi. Kislota jins bilan reaksiyaga kirishib, yuqori o‘tkazuvchan chuvalchangsimon kanallar hosil qilishi mumkin; bu jarayon oqim, massa almashinuvi va reaksiya tezligining o‘zaro nisbatiga bog‘liq [1, 2]. Ikki masshtabli uzluksiz muhit modeli va keyingi uch o‘lchamli tadqiqotlar boshlang‘ich nobirjinslilik nafaqat kanal shakliga, balki yorib o‘tishgacha sarflanadigan kislota hajmiga ham ta’sir qilishini ko‘rsatgan [2, 3, 5]. Yoriqlar geometriyasi esa chuvalchangsimon kanallarning yo‘nalishi va o‘zaro raqobatini o‘zgartiradi [6].

Quduq kesimida o‘tkazuvchanligi yuqori qatlamlar bir xil bosim farqida ko‘proq suyuqlik qabul qiladi. Natijada kislota aynan shu intervallarga ustun ravishda kirib, past o‘tkazuvchan yoki ko‘proq shikastlangan qatlamlar yetarli qamrab olinmasligi mumkin. Kislota joylashtirish masalasi ko‘p qatlamli va uzun gorizontal quduqlarda ham alohida muammo sifatida ko‘riladi [10]. Ermatov,

Samatov va hammualliflar Matonat hamda G‘arbiy Kruk konlari misolida kislotali ishlovning umumiy parametrlari, filtratsiya tezligi va Damköhler sonini dala ma’lumotlari bilan baholagan [9]. Mazkur tadqiqot avvalgi ishni takrorlamaydi: bunda muayyan kon bo‘yicha umumiy samaradorlik emas, bitta geologik kesim ichida o‘tkazuvchanlik kontrasti sabab mahalliy Damköhler sonlarining ajralishi va kislota qamrovining notekisligi tahlil qilinadi.

Tadqiqotning maqsadi – quduq atrofi zonasini qatlamlarga ajratgan holda oqim taqsimoti, mahalliy reaksiya-transport rejimi va chuqurga yetib boruvchi faol kislota ulushi orasidagi bog‘lanishni ixcham hisobiy ko‘rsatkichlar orqali baholashdir.

Material va usullar. Quduq atrofi zonasi uchta parallel qatlamdan iborat deb qabul qilindi. Har bir qatlam uchun o‘tkazuvchanlik k_i va qalinlik h_i beriladi; qatlamlar orasidagi bosim farqi va suyuqlik qovushqoqligi bir xil deb olinadi. Bunday sharoitda Darsi qonunidan kelib chiqadigan oqim ulushi quyidagicha yoziladi:

$$f_i = frack_ih_i\sum_{j=1}^{n}k_jh_j,\qquad\sum_{i=1}^{n}f_i = 1.$$

Geologik kontrast $K_c = k_{max}/k_{min}$ orqali, oqim notekisligi esa oqim ulushlarining o‘zgaruvchanlik koeffitsiyenti bilan ifodalandi:

$$I_q =\\frac{\\sqrt{\\frac{1}{n}\\sum_{i = 1}^{n}(f_i -\\bar f)^2}}{\\bar f},\\qquad \\bar f =\\frac{1}{n}.$$

Teng qalinlikli qatlamlar uchun mahalliy Darsi tezligi $u_i = nf_i\bar u$ deb olinib, mahalliy Damköhler soni reaksiya va konvektiv ko‘chish vaqtlarining nisbati sifatida yozildi [1, 2]:

$$Da_i =\frack_ra_vLu_i =\fracDa_0nf_i.$$

Bu yerda k_r – sirt reaksiyasi tezligini ifodalovchi koeffitsiyent, a_v – jinsning hajm birligiga to‘g‘ri keluvchi faol yuza, L – baholash masofasi, $\bar u$ – kesim bo‘yicha o‘rtacha Darsi tezligi. Bir jinsli holat uchun $Da_0 = 0{,}29$ etalon qiymat sifatida qabul qilindi; bu qiymat Fredd va Fogler tajribalarida sinovdan o‘tkazilgan turli reaktiv tizimlar uchun dominant kanal hosil bo‘lishiga yaqin maqbul holat sifatida qayd etilgan [1]. Ushbu qiymat universal doimiy emas, balki ssenariylarni bir xil mezonda solishtirish uchun tayanch nuqtadir [8].

Faol kislotaning L masofaga yetib borishini birinchi tartibli sarflanishning soddalashtirilgan ko‘rinishi bilan baholash uchun $C_i(L)/C_0 = \exp(-Da_i)$ qabul qilindi. Shunda L masofaga yetib borgan faol kislota oqimining qatlamlar bo‘yicha normallashgan ulushi:

$$g_i = frac\f_iexp(-Da_i)\\sum_{j=1}^{n}f_jexp\left(-Da_j\right).$$

Model to‘liq reaktiv transport simulyatorini almashtirmaydi; u geologik-geofizik ma’lumotlar mavjud bo‘lganda qatlamlararo qamrov xavfini tezkor baholash uchun mo‘ljallangan. Yoriqlarning ta’siri ushbu bosqichda alohida geometriya bilan emas, qatlamning samarali o‘tkazuvchanligida yig‘ma tarzda aks ettiriladi. Taqqoslash uchun uchta sun’iy, lekin fizik jihatdan mantiqiy o‘tkazuvchanlik ssenariysi tuzildi; ular muayyan konning dala o‘lchovi sifatida talqin qilinmaydi.

1-jadval. Hisobiy ssenariylarda qatlam o‘tkazuvchanligi va kontrasti

Ssenariy	k_1, mD	k_2, mD	k_3, mD	K_c
A – zaif	60	80	100	1,67
B – o‘rtacha	30	60	120	4,00
C – kuchli	15	45	180	12,00



1-rasm. Uch qatlamli quduq atrofi zonasida kislota oqimining notekis taqsimlanishi; o‘q qalinligi oqim ulushiga mutanosib

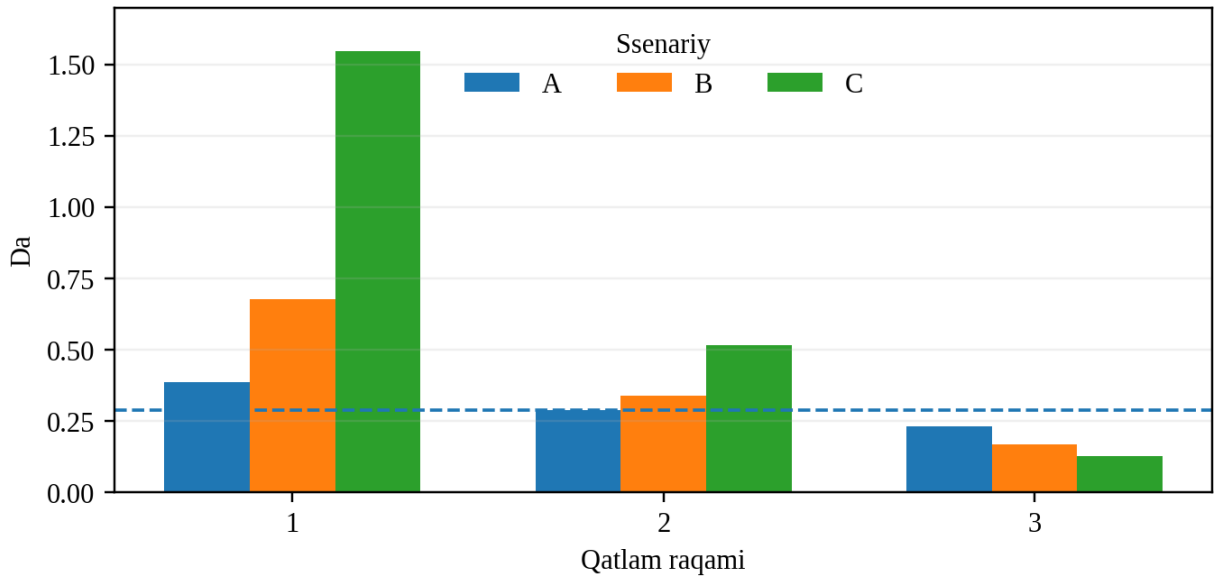
Natijalar. Hisoblash natijalari 2-jadvalda jamlangan. Zaif kontrastli A ssenariyda qatlamlar oqimning 25,0; 33,3 va 41,7 foizini qabul qiladi. Bunda mahalliy Da_i qiymatlari 0,232–0,387 oralig‘ida qoladi va uch qatlamning reaksiya-transport rejimi bir-biriga nisbatan yaqin. Oqim notekisligi indeksi $I_q = 0{,}204$, L masofaga yetib boruvchi faol kislotaning eng katta qatlam ulushi esa 44,1% ni tashkil qiladi.

O‘rtacha kontrastli B ssenariyda yuqori o‘tkazuvchan uchinchi qatlam umumiy oqimning 57,1% ini qabul qiladi. Shu qatlamda $Da_3 = 0{,}169$ gacha pasayadi, birinchi qatlamda esa $Da_1 = 0{,}677$ gacha ko‘tariladi. Demak, bir xil umumiy haydash tezligida qatlamlarning biri tez ko‘chish, ikkinchisi esa kuchliroq yaqin-zona sarflanish rejimiga siljiydi. Natijada chuqurga yetib boruvchi faol kislota oqimining 63,6% i uchinchi qatlamga to‘g‘ri keladi.

Kuchli kontrastli C ssenariyda bu farq keskinlashadi: uchinchi qatlam oqimning 75,0% ini qabul qilsa, birinchi qatlam ulushi 6,25% gacha kamayadi. Mahalliy Damköhler sonlari 0,129 dan 1,547 gacha tarqaladi, $I_q = 0{,}897$ ga yetadi va chuqur faol kislota oqimining 84,0% i dominant qatlamga yo‘naladi. 2-rasmda o‘tkazuvchanlik kontrasti ortishi bilan bitta tayanch Da_0 qiymatining qatlamlar bo‘yicha turli mahalliy rejimlarga ajralishi ko‘rsatilgan.

2-jadval. Oqim ulushi, mahalliy Damköhler soni va chuqur faol kislota taqsimoti

Ssenariy	$f_1/f_2/f_3$, %	$Da_1/Da_2/Da_3$	I_q	g_{max}, %
A	25,0 / 33,3 / 41,7	0,387 / 0,290 / 0,232	0,204	44,1
B	14,3 / 28,6 / 57,1	0,677 / 0,338 / 0,169	0,535	63,6
C	6,25 / 18,75 / 75,0	1,547 / 0,516 / 0,129	0,897	84,0



2-rasm. O‘tkazuvchanlik kontrasti oshganda mahalliy Damköhler sonlarining qatlamlar bo‘yicha ajralishi; uzlukli chiziq – bir jinsli holat uchun qabul qilingan $Da_0 = 0,29$

Muhokama. Olingan tendensiya Kalia va Balakotaiah tomonidan ko‘rsatilgan umumiy qonuniyat bilan mos: boshlang‘ich o‘tkazuvchanlik maydonidagi nobirjinslilik reaktiv erish tuzilmasini va kerakli kislota hajmini sezilarli o‘zgartiradi [3]. Maheshwari va hammualliflarning uch o‘lchamli hisoblari ham nobirjinslilik kuchayganda kanalning tarmoqlanish xususiyati o‘zgarishini ko‘rsatgan [5]. Yoriqli muhitda esa yoriqning yo‘nalishi va geometriyasi mahalliy oqimni qayta taqsimlab, chuvalchangsimon kanallarning rivojlanish yo‘lini boshqaradi [6]. Shu sabab quduq kesimiga bitta o‘rtacha o‘tkazuvchanlik va bitta o‘rtacha Damköhler soni berish kuchli kontrastli sharoitda qamrov notekisligini yashirishi mumkin.

Amaliy jihatdan modelning asosiy xulosasi shundan iboratki, haydash tezligini faqat umumiy quduq sarfi bo‘yicha tanlash yetarli emas. Qatlamlarning nisbiy qabul qiluvchanligi geofizik tadqiqotlar, bosim tiklanishi, oqim profili yoki bosqichli haydash sinovlari bilan baholansa, f_i va Da_i ni oldindan hisoblash mumkin. Agar dominant qatlam uchun f_i keskin katta bo‘lsa, kislota taqsimotini tekislash uchun bosqichli haydash, mexanik yoki kimyoviy yo‘naltirish vositalari zarur bo‘lishi mumkin; bunday joylashtirish masalasi karbonat quduqlarida alohida modellashtirish obyekti sifatida qaraladi [10]. Radial miqyosga o‘tishda esa laboratoriya chiziqli oqimidan quduq geometriyasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirish xato berishi mumkinligi ko‘rsatilgan [4, 7].

Taklif etilgan yondashuvning chegaralari ham mavjud. Hisobda harorat, mineral tarkib, ko‘p fazali oqim, kislotaning qovushqoqlik o‘zgarishi, reaksiya issiqligi va yoriqlar tarmog‘i alohida tenglamalar bilan yechilmagan. Shuning uchun g_i ko‘rsatkichi aniq dala penetratsiyasi emas, balki qatlamlararo qamrov xavfini solishtiruvchi tezkor mezondir. Dala loyihasida model kern orqali filtrlash tajribalari, geofizik profil va quduqning haqiqiy qabul qiluvchanligi bilan kalibrlanishi lozim.

Xulosa.Yoriq-g‘ovak karbonat kollektorlar uchun qatlam o‘tkazuvchanligi va qalinligi asosida oqim ulushini, undan esa mahalliy Damköhler sonini aniqlash kislotali ishlov qamrovining notekisligini sodda va fizik mazmunli tarzda baholash imkonini beradi. Hisobiy ssenariylarda o‘tkazuvchanlik kontrasti 1,67 dan 12 gacha oshganda oqim notekisligi indeksi 0,204 dan 0,897 gacha, dominant qatlamga yo‘naluvchi chuqur faol kislota ulushi esa 44,1% dan 84,0% gacha oshdi. Bu natija geologik nobirjinslilik kuchli bo‘lgan kesimlarda bitta o‘rtacha haydash tezligiga tayanish o‘rniga qatlamlararo oqim profilini hisobga olgan bosqichli va yo‘naltirilgan kislotali ishlov loyihasi zarurligini ko‘rsatadi. Taklif etilgan modelning keyingi bosqichi real quduq geofizik va gidrodinamik ma’lumotlari bilan kalibrlash hamda to‘liq reaktiv transport modeli bilan solishtirishdan iborat.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Fredd C.N., Fogler H.S. Influence of transport and reaction on wormhole formation in porous media // AIChE Journal. 1998. Vol. 44, No. 9. P. 1933–1949. DOI: 10.1002/aic.690440902.

2. Panga M.K.R., Ziauddin M., Balakotaiah V. Two-scale continuum model for simulation of wormholes in carbonate acidization // AIChE Journal. 2005. Vol. 51, No. 12. P. 3231–3248. DOI: 10.1002/aic.10574.

3. Kalia N., Balakotaiah V. Effect of medium heterogeneities on reactive dissolution of carbonates // Chemical Engineering Science. 2009. Vol. 64, No. 2. P. 376–390. DOI: 10.1016/j.ces.2008.10.026.

4. Cohen C.E., Ding D., Quintard M., Bazin B. From pore scale to wellbore scale: Impact of geometry on wormhole growth in carbonate acidization // Chemical Engineering Science. 2008. Vol. 63, No. 12. P. 3088–3099. DOI: 10.1016/j.ces.2008.03.021.

5. Maheshwari P., Ratnakar R.R., Kalia N., Balakotaiah V. 3-D simulation and analysis of reactive dissolution and wormhole formation in carbonate rocks // Chemical Engineering Science. 2013. Vol. 90. P. 258–274. DOI: 10.1016/j.ces.2012.12.032.

6. Qi N., Chen G., Liang C., Guo T., Liu G., Zhang K. Numerical simulation and analysis of the influence of fracture geometry on wormhole propagation in carbonate reservoirs // Chemical Engineering Science. 2019. Vol. 198. P. 124–143. DOI: 10.1016/j.ces.2018.12.047.

7. Ali M., Ziauddin M. Carbonate acidizing: A mechanistic model for wormhole growth in linear and radial flow // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2020. Vol. 186. Article 106776. DOI: 10.1016/j.petrol.2019.106776.

8. Lucas C.R.S., Neyra J.R., Araújo E.A., Silva D.N.N., Lima M.A., Ribeiro D.A.M., Aum P.T.P. Carbonate acidizing – A review on influencing parameters of wormholes formation // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2023. Vol. 220, Part A. Article 111168. DOI: 10.1016/j.petrol.2022.111168.

9. Ermatov N.X., Samatov Sh.Sh., Boyqobilova M.M., Axatova G.A. Karbonat kollektorlarga kislotali ishlov berishni modellashtirish (Matonat va G‘arbiy Kruk konlari misolida) // Innovatsion texnologiyalar. 2025. 3(59)-son. B. 7–15.

10. Mishra V., Zhu D., Hill A.D., Furui K. An acid-placement model for long horizontal wells in carbonate reservoirs // SPE European Formation Damage Conference. 2007. P. 727–735. SPE-107780-MS. DOI: 10.2118/107780-MS.

QUDUQ DEBITINING PASAYISH SABABLARINI MODEL TAHLILI

Qarshiyev Abduhoshim Xo‘jaqulovich
Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada neft va gaz quduqlari debitining vaqt davomida pasayishiga sabab bo‘luvchi asosiy omillarni model asosida tahlil qilish masalasi ko‘rib chiqilgan. Quduq debitining kamayishiga qatlam bosimining pasayishi, quduq tubi atrofi zonasining ifloslanishi, jinslarning filtratsion xususiyatlarining o‘zgarishi, mahsulotning suvlanishi, suyuqlik qovushqoqligining ortishi, parafin va tuz cho‘kindilarining hosil bo‘lishi hamda quduq jihozlarining texnik holati kabi omillar ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqotda debitning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini ifodalovchi soddalashtirilgan matematik model taklif etilgan va asosiy omillarning debitga ta’siri tahlil qilingan. Model natijalari quduq unumdorligining pasayish sabablarini dastlabki bosqichda aniqlash, muammoli zonalarni belgilash va quduqni ishlatish rejimini optimallashtirish imkonini berishini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *quduq debiti, qatlam bosimi, filtratsiya, quduq tubi zonasi, suvlanish, skin-effekt, matematik model, neft qazib olish, quduq unumdorligi.*

Аннотация*. В данной статье рассматривается вопрос анализа основных факторов, вызывающих снижение дебита нефтяных и газовых скважин со временем, на основе модели. На уменьшение дебита скважины влияют такие факторы, как снижение давления пласта, загрязнение зоны возле забоя, изменение фильтрационных свойств пород, зарастание продукцией, увеличение вязкости жидкости, образование парафиновых и солевых*

отложений, а также техническое состояние оборудования скважины. В исследовании предложена упрощённая математическая модель, описывающая изменение дебита во времени, и проанализировано влияние основных факторов на дебит. Результаты модели показывают, что она позволяет на ранней стадии выявлять причины снижения продуктивности скважины, определять проблемные зоны и оптимизировать режим её эксплуатации.

Ключевые слова: *дебит скважины, пластовое давление, фильтрация, зона забоя скважины, водонасыщение, эффект скина, математическая модель, добыча нефти, продуктивность скважины.*

Abstract*. This article looks at the issue of analyzing the main factors that cause the decline in oil and gas well output over time, based on a model. Factors affecting the decrease in well output include reservoir pressure drop, contamination near the bottom of the well, changes in rock filtration properties, clogging with production, increased fluid viscosity, and the formation of wax and salt deposits, as well as the technical condition of the well equipment. The study proposes a simplified mathematical model that describes the change in output over time and analyzes the impact of the main factors on well production. The model results show that it allows early identification of the reasons for declining well productivity, pinpoint problem areas, and optimize the operation mode.*

Keywords: *well flow rate, reservoir pressure, filtration, bottomhole zone of the well, water saturation, skin effect, mathematical model, oil production, well productivity.*

Kirish. Neft va gaz konlarini samarali ishlatishda quduq debitining barqarorligi muhim texnologik ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. Quduq ishga tushirilgan dastlabki davrda qatlam energiyasi yetarli bo‘lgani sababli mahsulot olish ko‘rsatkichi yuqori bo‘lishi mumkin. Biroq ekspluatatsiya davomida qatlam va quduq tizimida turli fizik, geologik va texnologik o‘zgarishlar yuzaga kelishi natijasida debitning bosqichma-bosqich kamayishi kuzatiladi. Mazkur jarayon neft va gaz qazib olish samaradorligining pasayishiga, energiya sarfining ortishiga hamda quduqni ta’mirlash va qayta ishlashga bo‘lgan ehtiyojning kuchayishiga olib keladi.

Quduq debitining pasayishini faqat qatlam bosimining kamayishi bilan izohlash to‘g‘ri emas. Chunki quduqning ishlash ko‘rsatkichlariga bir vaqtning o‘zida bir nechta omillar ta’sir qilishi mumkin. Jumladan, quduq tubi atrofi zonasida mexanik zarrachalar, parafin, tuz va boshqa cho‘kindilarning to‘planishi filtratsiya qarshiligini oshiradi. Natijada qatlamdan quduqqa kelayotgan suyuqlik oqimi kamayadi. Shuningdek, mahsulotning suvlanishi ortishi, suyuqlik qovushqoqligining o‘zgarishi va quduq tubi bosimining ortishi ham debitning pasayishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Hozirgi vaqtda quduqlarni samarali boshqarishda matematik va gidrodinamik modellashtirish usullaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Model yordamida quduq debitining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini kuzatish, asosiy ta’sir etuvchi omillarni ajratish va kelgusidagi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarini prognoz qilish mumkin.

Tadqiqotning maqsadi quduq debitining pasayishiga sabab bo‘luvchi asosiy omillarni aniqlash hamda ularning debitga ta’sirini soddalashtirilgan matematik model asosida baholashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun qatlam bosimi, samarali o‘tkazuvchanlik, suyuqlik qovushqoqligi va suvlanish kabi asosiy parametrlarning quduq debitiga ta’siri tahlil qilindi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda quduq debitining o‘zgarishini ifodalash uchun omilli matematik modeldan foydalanildi. Quduqning barqaror ishlash sharoitida debitni soddalashtirilgan holda quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$\mathbf{Q_{qud.d} = K \cdot k_{sam}(t) \cdot [P_{qat.b}(t) - P_{qud.t.b}(t)] / \mu_{din.q}(t)}$$

bu yerda: $\mathbf{Q_{qud.d}}$ — quduq debiti; **K** — quduq va qatlamning geometrik xususiyatlarini ifodalovchi koeffitsiyent; $\mathbf{k_{sam}(t)}$ — vaqt davomida o‘zgaruvchi samarali o‘tkazuvchanlik; $\mathbf{P_{qat.b}(t)}$ — qatlam bosimi; $\mathbf{P_{qud.t.b}(t)}$ — quduq tubi bosimi; $\mathbf{\mu_{din.q}(t)}$ — mahsulotning dinamik qovushqoqligi.

Mazkur tenglamadan ko‘rinadiki, debit qatlam va quduq tubi bosimlari orasidagi farq ortishi bilan oshadi. Aksincha, bosimlar farqining kamayishi debitning pasayishiga olib keladi. Bundan

tashqari, samarali o‘tkazuvchanlikning kamayishi yoki suyuqlik qovushqoqligining ortishi ham oqimni cheklaydi.

Quduq tubi atrofi zonasidagi o‘tkazuvchanlikning kamayishini hisobga olish uchun samarali o‘tkazuvchanlikni shartli ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$K_{sam.} = k_0 \cdot S_k \cdot S_v$$

bu yerda; k_0 — boshlang‘ich qatlam o‘tkazuvchanligi; S_k — quduq tubi zonasining ifloslanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; S_v — suvlanish ta’sirini ifodalovchi koeffitsiyent.

Ekspluatatsiya davomida qatlam bosimining pasayishi natijasida qatlam va quduq tubi bosimlari orasidagi farq kamayadi. Bu jarayon debitning tabiiy pasayishiga olib keladi. Shu bilan birga, quduq tubi atrofi zonasida skin-effektning ortishi qo‘shimcha filtratsion qarshilik hosil qiladi. Natijada bir xil depressiyada ham quduqqa oqib kelayotgan suyuqlik miqdori kamayadi.

Model tahlilida har bir parametrning debitga ta’sirini baholash uchun sezgirlik koeffitsiyentidan foydalanish mumkin:

$$E_x = (\Delta q/q) / (\Delta x/x)$$

bu yerda E_x — debitning x parametrga nisbatan sezgirlik koeffitsiyenti; $\Delta q/q$ — debitning nisbiy o‘zgarishi; $\Delta x/x$ — tegishli parametrning nisbiy o‘zgarishi.

Sezgirlik koeffitsiyentining absolyut qiymati qancha katta bo‘lsa, mazkur parametrning quduq debitiga ta’siri shunchalik kuchli hisoblanadi. Shu orqali quduq debitining pasayishida qaysi omil ustun ekanini dastlabki baholash mumkin.

Natijalar. Model tahlili quduq debitining pasayishi odatda birgina omil bilan emas, balki bir nechta omillarning o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga kelishini ko‘rsatdi. Eng muhim omillardan biri qatlam bosimining pasayishidir. Ekspluatatsiya davomida qatlamdan katta miqdorda neft yoki gaz olinishi natijasida qatlam energiyasi kamayadi. Natijada qatlam bosimi pasayib, qatlam va quduq tubi bosimlari orasidagi farq qisqaradi. Bu esa filtratsion oqimning kamayishiga sabab bo‘ladi.

Ikkinchi muhim omil quduq tubi atrofi zonasining ifloslanishi hisoblanadi. Quduqni burg‘ilash, o‘zlashtirish yoki ekspluatatsiya qilish jarayonida qatlamga burg‘ilash eritmasi filtrati, mexanik zarrachalar va boshqa moddalar kirib qolishi mumkin. Bundan tashqari, ekspluatatsiya davomida parafin va tuz cho‘kindilarining hosil bo‘lishi quduq tubi zonasining o‘tkazuvchanligini kamaytiradi. Bunday holatda qatlamdan quduqqa suyuqlik oqimi uchun qo‘shimcha qarshilik paydo bo‘ladi.

Uchinchi muhim omil mahsulotning suvlanish darajasidir. Quduq mahsulotidagi suv miqdorining ortishi neft yoki gazning foydali debitini kamaytiradi. Yuqori suvlanish sharoitida qatlamning suv bilan to‘yinganligi oshib, uglevodorodlarning filtratsiyasi uchun samarali yo‘llar qisqarishi mumkin. Shu sababli quduq debitini baholashda umumiy suyuqlik debiti bilan bir qatorda neft yoki gazning alohida debiti ham tahlil qilinishi zarur.

Suyuqlik qovushqoqligining ortishi ham debitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, og‘ir neftlarni qazib olishda haroratning pasayishi qovushqoqlikning sezilarli darajada oshishiga olib kelishi mumkin. Bunda qatlamdan quduqqa oqim uchun talab qilinadigan bosim gradienti ortadi va ishlab chiqarish ko‘rsatkichi pasayadi.

Quduq ichki jihozlarining texnik holati ham debitning pasayishida muhim ahamiyatga ega. Nasos samaradorligining kamayishi, quvur ichining cho‘kindilar bilan torayishi, armatura va boshqa elementlarda gidravlik qarshiliklarning ortishi natijasida quduqning real ishlab chiqarish imkoniyati kamayishi mumkin.

Shartli model tahliliga ko‘ra, debitning pasayish sabablarini uch asosiy guruhga ajratish mumkin. Birinchi guruhga **qatlam omillari** — qatlam bosimining pasayishi, o‘tkazuvchanlikning o‘zgarishi va qatlamning geterogenligi kiradi. Ikkinchi guruhga **quduq tubi omillari** — skin-effekt, parafin va tuz cho‘kindilari, mexanik tiqilishlar kiradi. Uchinchi guruhga **ekspluatatsion omillar** — suvlanish, nasos rejimi, quvur va jihozlarning texnik holati kiradi.

Muhokama. Olingan natijalar quduq debitining pasayishini kompleks ravishda baholash zarurligini ko‘rsatadi. Amaliyotda faqat debitning kamayganini qayd etish yetarli emas. Uning kamayish tezligi, bosimlar o‘zgarishi, suvlanish darajasi va quduqning ishlash rejimi birgalikda tahlil qilinishi kerak.

Masalan, debitning asta-sekin va uzoq muddat davomida kamayishi ko‘pincha qatlam bosimining pasayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Agar debit qisqa vaqt ichida keskin kamaygan bo‘lsa, quduq tubi zonasining ifloslanishi, quvur yo‘lining torayishi, mexanik nosozlik yoki cho‘kindi hosil bo‘lishi kabi sabablarni tekshirish maqsadga muvofiq.

Model yordamida debitning pasayish sabablarini dastlabki bosqichda aniqlash quduqqa qo‘llaniladigan texnologik tadbirlarni to‘g‘ri tanlash imkonini beradi. Agar asosiy muammo quduq tubi zonasining ifloslanishi bo‘lsa, quduq tubi zonasini tozalash, kislotali ishlov berish yoki boshqa stimulyatsiya usullaridan foydalanish mumkin. Agar asosiy sabab qatlam bosimining pasayishi bo‘lsa, qatlam bosimini qo‘llab-quvvatlash va ekspluatatsiya rejimini qayta ko‘rib chiqish zarur.

Suvlanish bilan bog‘liq holatlarda suv oqimini cheklash, suvlanish manbasini aniqlash va quduq ish rejimini optimallashtirish muhimdir. Parafin va tuz cho‘kindilari mavjud bo‘lsa, tegishli kimyoviy va termik ishlov berish usullaridan foydalanish mumkin.

Modelning aniqligini oshirish uchun real quduq ma’lumotlarini muntazam yig‘ish talab etiladi. Jumladan, kunlik yoki oylik debit, qatlam bosimi, quduq tubi bosimi, suvlanish darajasi, gaz omili, mahsulot qovushqoqligi va quduqning ish rejimi haqidagi ma’lumotlar model parametrlarini kalibrlash imkonini beradi.

Shuningdek, real kon sharoitida quduqlar orasidagi gidrodinamik o‘zaro ta’sir, qatlamning geterogenligi va ko‘p qatlamlilik kabi omillar ham mavjud bo‘lishi mumkin. Shu sababli murakkab konlar uchun soddalashtirilgan modeldan tashqari, gidrodinamik simulyatsiya va raqamli kon modellaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa va takliflar. Quduq debitining pasayishi neft va gaz konlarini ekspluatatsiya qilish jarayonida uchraydigan asosiy muammolardan biri bo‘lib, uning kelib chiqishiga qatlam, quduq tubi va ekspluatatsion omillar majmuasi sabab bo‘ladi. Tadqiqot natijasida qatlam bosimining pasayishi, quduq tubi atrofi zonasining ifloslanishi, suvlanishning ortishi, suyuqlik qovushqoqligining oshishi, parafin va tuz cho‘kindilarining hosil bo‘lishi hamda quduq jihozlarining texnik holati debitga eng muhim ta’sir ko‘rsatuvchi omillar sifatida ajratildi.

Taklif etilgan matematik model quduq debitining o‘zgarishini asosiy parametrlar bilan bog‘lash va debitning pasayish sabablarini dastlabki diagnostika qilish imkonini beradi. Modelni real kon ma’lumotlari bilan kalibrlash orqali har bir omilning debitga miqdoriy ta’sirini aniqlash mumkin.

Amaliy jihatdan, debit pasaygan quduqlarda avvalo bosim va debit dinamikasi, suvlanish, quduq tubi zonasining holati hamda jihozlarning texnik ko‘rsatkichlarini kompleks tahlil qilish lozim. Olingan natijalarga ko‘ra quduq tubi zonasini tozalash, qatlam bosimini qo‘llab-quvvatlash, suvlanishni nazorat qilish, parafin va tuz cho‘kindilariga qarshi kurashish yoki ekspluatatsiya rejimini optimallashtirish kabi texnologik tadbirlarni tanlash mumkin.

Shunday qilib, model tahliliga asoslangan yondashuv quduq debitining pasayish sabablarini aniqlash, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va quduqlarning iqtisodiy samarali ekspluatatsiya muddatini uzaytirish uchun muhim vosita hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ahmed T. *Reservoir Engineering Handbook*. Gulf Professional Publishing.
2. Economides M.J., Hill A.D., Ehlig-Economides C. *Petroleum Production Systems*. Prentice Hall.
3. Dake L.P. *Fundamentals of Reservoir Engineering*. Elsevier.
4. Beggs H.D. *Production Optimization: Using Nodal Analysis*. OGCI Publications.
5. Craft B.C., Hawkins M.F. *Applied Petroleum Reservoir Engineering*. Prentice Hall.

GEOLOGIK GEOFIZIK QIDIRUV ISHLARINI SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA YANGI ZAMONAVIY 3D USULINI QO'LLASH

Ataqulova Dilbar Dusmurodovna, Jurayeva Dilafruz Raxmatullayevna
Dotsent, t.f.f.d, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti,
E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com
Talaba, *E-mail:jdilavruz@gmail.com*

Annotatsiya: *Maqolada uglevodorod zaxiralarini boyitish va mahsulot samaradorligini oshirishda 3D usuli (3D seysmik qidiruv va 3D raqamli modellashtirish) bugungi kunda neft-gaz sanoatining eng ilg'or va hal qiluvchi texnologiyalaridan biri hisoblanadi. Bu usul kollektor xususiyatlarini aniqlash, jinslarning g'ovakliligi, o'tkazuvchanligi va to'yinganlik darajasi aniq hisoblab chiqiladi. Bu esa zaxira hajmini (resurslarni) xatosiz baholashga imkon beradi.*

Kalit so'zlar: *geologik, geofizik, 3D seysmik qidiruv, uglevodorodlar, mahsuldor qatlam, yotqiziq, zaxira, koeffitsiyent.*

Аннотация: *В статье описывается 3D-метод (3D-сейсморазведка и 3D-цифровое моделирование) как одна из наиболее передовых и решающих технологий в современной нефтегазовой отрасли для обогащения запасов углеводородов и повышения эффективности добычи. Этот метод позволяет точно определить характеристики пласта, рассчитать пористость, проницаемость и уровень насыщенности пород. Это позволяет точно оценить объем запасов (ресурсов).*

Ключевые слова: *геологические, геофизические, 3D-сейсморазведка, углеводороды, продуктивный пласт, пласт, запас, коэффициент.*

Abstract: *The article highlights that 3D methods (3D seismic exploration and 3D digital modeling) are currently among the most advanced and pivotal technologies in the oil and gas industry for enhancing hydrocarbon resource assessment and improving production efficiency. These methods enable the precise determination of reservoir properties—such as rock porosity, permeability, and saturation levels—thereby allowing for the accurate estimation of reserve volumes.*

Keywords: *geological, geophysical, 3D seismic exploration, hydrocarbons, productive layer, deposit, reserve, coefficient.*

Kirish. Respublikamizda neft va gaz asosiy tabiiy boyliklaridan biri hisoblanadi. Neft va gaz sanoati moddiy jihatdan yurtimizning rivojlanishiga alohida o'rin tutadi va mamalakatimiz aholisining asosiy ehtiyojlari uchun eng muhum bo'lgan boyliklardan biri hisoblanadi. Hozirgi kunda Respublikasimizda neft va gazga bo'lgan ehtiyoj yildan yilga ortib bormoqda. Uran va boshqa tabiiy boyliklarga bulgan talab ham tabiiy ravishda ortishiga olib kelmoqda. Buning natijasida yangi strukturalarni izlash, qidirish va yangi uglevodorod zaxiralarini topish kerakligi yaqqol sezilib qolmoqda.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Uglevodorod zaxiralarini boyitish va mahsulot samaradorligini oshirishda 3D usuli (3D seysmik qidiruv va 3D raqamli modellashtirish) bugungi kunda neft-gaz sanoatining eng ilg'or va hal qiluvchi texnologiyalaridan biri hisoblanadi. Bu usul yer qa'rini aniq vizuallashtirish orqali xatoliklarni kamaytiradi va qazib olish koeffitsiyentini sezilarli darajada oshiradi.

Zaxiralarni aniq baholash va geologik modellashtirishda

3D seysmik qidiruv va raqamli modellashtirish an'anaviy 2D usullariga qaraganda ancha yuqori aniqlikni ta'minlaydi:

Geologik tuzilishni vizuallashtirish: Yer osti qatlamlarining tektonik buzilishlari, yoriqlari va tuzoqlari (uglevodorod yig'iladigan joylar) uch o'lchamli formatda yaqqol ko'rinadi.

Kollektor xususiyatlarini aniqlash: Jinslarning g'ovakliligi, o'tkazuvchanligi va to'yinganlik darajasi aniq hisoblab chiqiladi. Bu esa zaxira hajmini (resurslarni) xatosiz baholashga imkon beradi.

Quduqlarni burg'ilash samaradorligini oshirish

Burg'ilash ishlarida 3D modellardan foydalanish iqtisodiy va texnik samara beradi:

Muvaffaqiyatli quduqlar ulushini oshirish: "Quruq" (neft yoki gaz chiqmaydigan) quduqlarni burg‘ilash xavfi keskin kamayadi.

Yo‘naltirilgan va gorizontal burg‘ilash: 3D model yordamida quduq trayektoriyasini eng yuqori mahsuldorlikka ega bo‘lgan tor qatlamlar (kollektorlar) bo‘ylab aniq yo‘naltirish mumkin.

Mahsulot samaradorligini oshirish (Raqamli kon texnologiyasi)

Konni o‘zlashtirish jarayonida 3D gidrodinamik modellashtirish qo‘llaniladi:

Suyuqliklar harakatini simulyatsiya qilish: Qatlam ichida neft, gaz va suvning harakati real vaqt rejimida modellashtiriladi. Optimal bosimni saqlash: Qatlam energiyasini saqlab qolish uchun suv yoki gaz haydash quduqlarining o‘rni 3D model asosida aniqlanadi. Bu mahsulot unumdorligini 15-20% gacha oshirishi mumkin.

Qoldiq zaxiralarni aniqlash: Konni o‘zlashtirishning so‘nggi bosqichlarida qolib ketgan "ko‘rinmas" uglevodorod cho‘ntaklarini topish va ularni qazib olish imkonini beradi**.** 1-jadval. **[1-2]**

1-jadval

3D texnologiyasining iqtisodiy va ekologik afzalliklari

Ko‘rsatkich	An'anaviy usullar (2D)	3D Raqamli usul
Burg‘ilashning aniqligi	O‘rtacha (Xatolik ehtimoli yuqori)	Juda yuqori (90%+ aniqlik)
Kapital xarajatlar (CAPEX)	"Quruq" quduqlar sababli yuqori	Maqsadli burg‘ilash hisobiga optimallashgan
Konning ishlash muddati	Qisqa (Zaxiralar to‘liq olinmaydi)	Uzaytirilgan (Qoldiq zaxiralar hisobiga)
Ekologik ta'sir	Ko‘p sonli quduqlar sababli yuqori	Kam sonli, lekin samarali quduqlar

Muhokama. Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumani ham tabiiy mineral va madanlarga boy hudud bo’lib tog‘li, geologik jihatdan neft va gazga boy ekanligi bilan ajralib turadi. Dehqonobod egilmasini shimoliy va janubiy qismlarida bir qancha uglevodorod zaxiralari qidirib topish uchun geofizikaning UCHN (umumiy chuqurlik nuqtasi) 2D usulidan foydalangan holda geologik geofizik qidiruv ishlari olib borilgan.

Mukammal qidiruv izlov ishlarida Dehqonobod egilmasining yuqori yura davrining yotqiziqlarida istiqbolli neft va gaz zaxiralarini aniqlash va uglevodorodlar hosil bo‘lish extimoli yuqori bo‘lgan maydonlarni aniqlashgan. Ushbu qidiruv izlov geofizika ishlari asosan 2800-3800 m bo‘lgan oraliqda gorizontlar T3,T5 oralig‘ida yuqori va quyi yura yotqiziqlari aniqlangan. Qidiruv ishlari tog‘li hudud bulganligi va geologik jihatdan tubdan bir biri bilan qatlamlar farqlanadi. Olib borilgan qidiruv natijalarini 2D usulida to‘lqinli qabul qiluvchi seymostansiya “PROGRESS-L” nomli qurilmadan foydalanilgan. Ushbu qurilma yordamida olingan malumotlarda turli kamchilik va qatlamlarni chuqur taxlil qilish, o‘rganishda malumotlarni aniqligi past ekanligini ko‘rish mumkin. 3D umumuiy chuqurlik nuqtasi geologik va geofizik mukammal ishlarida 2D usulidan ko’ra ushbu 3D usulini aniqlik darajasi yuqori va ma’lumotlarni qayta ishlash qulayligi, geologik qatlamlar aro uglevodorod uyumlarining zahirasini aniqlashda eng samarali va zamonaviy texnologik usuldir. Zamonaviy texnologiya va AI tizimlari, yangi tizimdagi dasturlar bilan jihozlangan yangi avlod seysmostansiya va 3D usulli geologiya va geofizika malumotlarini aniqlik darajasini oshirishga xizmat qiladi. Dehqonobod egilmasida topilgan bir qancha neft va gaz konlarini qayta taxlil qilish va maxsulot berish istiqbolligini oshirishga xizmat qiladi. **[3]**

Natijalar. Zamonaviy seysmostansiya “Sercel-508XT” qayt qiluvchi yangi avlod seymostansiyani qo‘llansa bir qancha malumotlarni aniq va chuqur taxlilni qulay shaklda olsa bo’ladi. 3D usulli va “Sercel-508XT” qayt qiluvchi yangi avlod seymostansiyani qo‘llash mavjud konlarning chuqur geologik tuzulishini o‘rganish, karbonat va terrigen jinslardan tashkil topgan yura va neogen chuqur o‘rganishni imkonni beradi. T8,T9 gorizontlarni aniq malumotlar asosida konlarni baholash mumkin bo’ladi va 5000 m gacha bo‘lgan chuqurlikdagi geologik tuzilishni o‘rganish, neft va gazga istiqbolligini o‘rganishdan iborat.

Xulosa. Bu tadqiqod natijasi esa neft gaz konlarini maxsulot berish samaradorligini oshiradi. Sanoatga maxsulot bazasini yaratish imkonni berib, jahon standardlariga mos eksport qilish salohiyatini beradi. Yoqilg'i energetika va yana bir qancha sohalarni iqtisodiy rivojlanishiga olib keladi. 3D usulini qo'llash shunchaki vizual tasvir emas, balki konni boshqarishning intellektual tizimidir. U uglevodorod zaxiralarini boyitish (ko'paytirish) uchun yangi istiqbolli tuzilmalarni ochishga, qazib olish samaradorligini oshirish orqali esa har bir tonna neft yoki metr kub gaz tannarxini kamaytirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Эйделнант Н.К. Месторождения нефти и газа Республики Узбекистан. - Тошкент: ЗАМИН НАШР, 2019. -818 б.
2. Абдуллаев Г.С., Долгополов Ф.Г. Новая геодинамическая основа геологоразведочных работ в Центральной Азии. // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы нефтегазовой геологии и инновационные методы и технологии освоения углеводородного потенциала недр». Ташкент: АО «ИГИРНИГМ». 2019. С.104-107.
3. Кувшинова М.Ф. Структурно-тектоническое районирование Учбаш-Каршинской флексурно-разрывной зоны в юрско-палеозойском интервале. // Сборник материалов республиканской научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития геологоразведочных работ на нефть и газ Республики Узбекистан (Акрамходжаевские чтения)». Ташкент: ГУ «ИГИРНИГМ». 2022. С.130-135.
4. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. "Фан ва технологиялар тараққиёти" Илмийтехникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90- 95 бет.
5. Атакулова, Д. Д., & Абдувалиев, С. А. Использование ингибиторов коррозии металлов. Экономика и социум, (12 (115)-1), 2023. 938-942 ст.
6. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

ALIFATIK AMINONITRIL HOSILALARINI METALLARNI KORROZIYADAN HIMOYALASHDA QO'LLASH

Ataqulova Dilbar Dusmurodovna
Dotsent, t.f.f.d, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, *E-mail:* *dilbarataqulova362@gmail.com*

Annotatsiya: *Ushbu maqolada bugungi kunda kuchli agressiv muhitda kam konsentratsiyada ham yuqori samara beruvchi ekologik toza, zaharsiz, biologik ingibitorlarni yaratishda o'zida azot saqlagan aminonitril tuzilishli sistemalardan foydalanish va ular asosida metallar korroziyasiga qarshi samarali ingibitorlarni sintezlash, korroziya jarayonidagi ushbu moddalarning ta'sir mexanizmini tahlil qilish natijalari asosida ishlab chiqarishga tavsiyalar berish va sanoat amaliyotida qo'llash, neft-gaz sanoati hamda kimyo sanoatini jadal rivojlantirishda juda katta ahamiyat kasb etadi.*

Kalit so'zlar: *korroziya, ingibitor, alifatik, aminonitrilli, agressiv, sintez, smola-parafinsimon moddalar, paraffin, suv-neft, neft-suv emulsiyalari.*

Аннотация: *В данной статье рассматривается использование азотсодержащих аминонитрильных структурных систем для создания экологически чистых, нетоксичных, биологических ингибиторов, высокоэффективных даже при низких концентрациях в высокоагрессивных средах, а также синтез эффективных ингибиторов коррозии металлов на их основе, рекомендации по производству, основанные на результатах анализа механизма действия этих веществ в процессе коррозии, и их применение в промышленной практике, что*

имеет большое значение в условиях быстрого развития нефтегазовой и химической промышленности.

Ключевые слова: *коррозия, ингибитор, алифатический, аминонитрил, агрессивный, синтез, смоло-парафиноподобные вещества, парафин, вода-масло, масло-водные эмульсии.*

Abstract: *This article addresses the significant importance—for the rapid development of the oil and gas and chemical industries—of utilizing nitrogen-containing systems with aminonitrile structures to create eco-friendly, non-toxic, and highly effective biological corrosion inhibitors (even at low concentrations) for use in today's highly aggressive environments. It covers the synthesis of such inhibitors, the analysis of their action mechanisms during the corrosion process, and the formulation of recommendations for their industrial application.*

Keywords: *corrosion, inhibitor, aliphatic, aminonitrile, aggressive, synthesis, resin-paraffin substances, paraffin, water-oil and oil-water emulsions.*

*Kirish.*Bizning mamlakatimizda neft va gaz sohasida qo'llaniladigan qurilma va jihozlarni korroziyadan himoyalash borasida nazariy va amaliy ishlar keng doirada yo'lga qo'yilgan va katta yutuqlarga erishilmoqda. Maqsadga yo'naltirilgan sintez asosida bitsiklik oltingugurtli organik birikmalar kimyosini o'rganish, ularning tuzilishi va tarkibini aniqlash, olingan birikmalarning molekuladagi atomlar guruhi tabiatining korroziya jarayoniga ta'sir darajasini o'rganish asosida ilmiy-amaliy yo'riqnomalar ishlab chiqish muhim vazifalardan biridir. Xorij va mamlakatimiz amaliyotida azot birikmali ingibitorlarning samaradorligi turli muhitda asoslab ko'rsatilgan ammo, olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, hozirgi kunda yurtimizdagi mavjud neft va gazni qayta ishlash zavodlaridagi yuqori haroratli agressiv muhitlarda xizmat qiluvchi texnologik tizmlarning korroziyasiga qarshi ingibitorlarni sintez qilish, ularning ta'sir mexanizmi yetarli darajada o'rganilmagan. Ushbu muammolarni yechishda yurtimizda mavjud resurslardan foydalanib samaradorli ingibitorlarni sintez qilish, ular asosida sanoat miqyosida ishlab chiqarish texnika va texnologiyalarini joriy etish, maqbul usullarni nazariy va amaliy asoslash muhim vazifa hisoblanadi. Bugungi kunda kuchli agressiv muhitda kam konsentratsiyada ham yuqori samara beruvchi ekologik toza, zaharsiz, biologik ingibitorlarni yaratishda o'zida azot saqlagan aminonitril tuzilishli sistemalardan foydalanish va ular asosida metallar korroziyasiga qarshi samarali ingibitorlarni sintezlash, korroziya jarayonidagi ushbu moddalarning ta'sir mexanizmini tahlil qilish natijalari asosida ishlab chiqarishga tavsiyalar berish va sanoat amaliyotida qo'llash Respublikamizning neft-gaz sanoati hamda kimyo sanoatini jadal rivojlantirishda juda katta ahamiyat kasb etadi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Gaz tarkibidagi smola-parafinsimon moddalar, uning suvli qatlamida erigan vodorod sulfidi, turli xil merkaptanlar, sulfidli va disulfidli birikmalar po'latdan yasalgan inshoat qurilmalari korroziyasini faollashtiradi. Ayniqsa quvurlarning kon qatlami qismida H_2S ning bo'lishi sulfat tiklovchi mikroorganizmlar ta'sirida korroziyaga olib keladi. Nasos elementlari sirtida smola-parafinlarning hosil bo'lishi, bu elementning sirtida korroziya tezligini oshiradi. Bu jarayon ayniqsa shtangali nasoslar shtangasida korrozion darz ketishlarga sabab bo'ladi. Korroziyaning bu ko'rinishlarini oldini olish uchun qatlamga haydalayotgan suvga smola-parafin hosil bo'lishiga qarshi ingibitorlar va sulfat tiklovchi bakteriyalarni yo'qotish uchun esa bakteridlar kiritilib mahsuldor qatlam hosil qilinadi. Quvurdan neft qazib olinayotgan quvur yuqorisida ham smola-parafinlar hosil bo'lishiga qarshi; suv-neft, neft-suv emulsiyalarini parchalash uchun demulgatorlar tuzlarini tarkiblardan ajratish uchun tuz ajratgich reagentlar, hamda korrozion faol muhitning po'lat sirtidagi ta'sirini kamaytirish uchun sirtida qatlam hosil qiluvchi korroziya ingibitorlari qo'llaniladi. Bu holda kiritilgan reagentlar quvurlar, kompressorlar stansiyalari detallariga ham ta'sir qiladi. Neft-gaz quvurlari po'latlardan tayyorlanib, gorizontal yoki qiya muhit ta'sirida ichki korroziyaga va tashqi muhit ta'sirida atmosfera holatlarida, yer ustida yoki yer ostida joylashgan bo'ladi. Quvurlar ichki (yer usti quvurlari) korroziyasiga yoki tuproqdagi adashgan toklar ta'sirida (yer osti quvurlari) elektrokimyoviy korroziyaga uchraydi. Atmosfera ta'siridagi korroziyasidan asosan lakbo'yoqli qoplama va plastmassa qoplamalardan foydalanib himoya qilinadi.

Tahlil va natijalar. Magnit aralashtirgich bilan jihozlangan 100 ml hajmli tubi yassi kolbaga (0,01 mol) yoki 0,6 g/mol etilendiamini (ρ=0,899 g/sm^3) 30 ml geksanda eritib olindi va kolbaga

joylandi. So‘ngra ushbu eritma intensiv ravishda aralashtirib turildi. Aralashmaning ustiga 0,170 g/mol asetonsiangidrinni (ρ=0,932 g/sm^3) tomizgich voronkasi yordamida tomchilatib turgan holda xona haroratida 15 minut davomida qo‘shildi. Shundan so‘ng reaksion aralashma 2-2,5 soat davomida xona haroratida yana aralashtirildi. Hosil bo‘lgan mahsulotni identifikatsiya qilish uchun vakum ostida dastlab erituvchi haydab olindi. Shundan keyin reaksiya mahsuloti haydab olindi. Ushbu reaksiyadagi MAD ingibitorining unumi 89 % ni (6,6 g) tashkil etadi. Olingan modda kristall modda bo‘lib, organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Shuningdek, iliq suvda biroz yaxshi sovuq suvda esa dastlab emulsiya hosil qiladi va keyinchalik erib shaffof tiniq eritmani hosil qiladi. Reaksiyaning borishi va uning tozaligi yupqa qatlamli xromatografik usulda nazorat qilindi. Uning suyuqlanish harorati $T_{suyuq.}$ =53-55 °C, R_f = 0,5 (benzol (2): aseton (1), IQ - spektrlari: CN 2220 см$^{-1}$, NH 2988 sm^{-1}, ^{1}H PMR-spektri (8,m.u.)1.40 (s,6H, -(CH3)2),2.74 (m,4H,N-CH2CH2-N).

Quyidagi 1-jadvalda MAD turli ingibitorlarning fizik-kimyoviy tavsifnomasi keltirilgan.

1-Jadval

MAD turli ingibitorlarining fizik-kimyoviy konstantalari

Ingibitor nomi	Brutto formula	uyuqlanish harorati, ^{0}C	num	Element analizlari					
				Topilgan,%			Hisoblangan,%		
							C		
МАД	$C_{10}H_{18}N_4$ M_r = 194 g	3-54	9	1,98	,21	8,73	1,85	,27	8,86
МАД-20	$C_{11}H_{20}N_4$ M_r = 208 g	7-59	1	3,53	,58	6,86	3,46	,61	6,92
МАД-21	$C_{12}H_{22}N_4$ M_r = 222 g	1-63	3	4,79	,83	5,09	4,86	,90	5,22

Natijalarga ko‘ra MAD turli ingibitor molekulasidagi yashil va qizil dog‘lar bilan ko‘rsatilgan joylar eng elektronga boy maydonlar hisoblanadi. Ayni shu joylar sianid guruhlariga tegishli azot (N≡C) atomlaridagi vakant elektronlar hisobiga to‘g‘ri kelib, ular kimyoviy nuqtai nazardan elektrofil zarrachalarning asosiy reaksion markazi hisoblansa, kislotali muhitda protonning birikishidan hosil bo‘lgan musbat o‘qlangan molekulaning korroziya jarayonida metallning sirtida hosil bo‘lgan kislota qoldiqlari va manfiy zaryadlangan markazlar bilan elektrostatik adsorbsiya hisobidan himoyalashda eng muhim omil bo‘lib hisoblanadi.

Xulosa. Hozirgi kunda metallarni korroziyadan saqlashning eng samarali usullaridan biri bu organik moddalar ishtirokida yaratilgan ingibitorlar bilan himoyalashdir. Metallarni korroziyadan himoyalashda ingibitorlarni tadbiq etish ko‘p yillik muhim ilg‘or investitsiyalardan hisoblanib, iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan katta ahamiyatga molik ishlardan biri bo‘lib hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati.

1. Атакулова Дилбар Дусмуродовна. Промышленное применение ингибиторов на основе аминонитрилов, определение их эффективности и технологических характеристик.”Экономика и социум” ISSN 2225-1545. 9(124).30.09.2024 г.

2. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Metallarni korroziyadan himoyalashda alifatik aminonitril hosilalarini qo‘llash. “Sanoatda raqamli texnologiyalar" ilmiy-texnik jurnal**.** 2-dekabr 2024 yil.

3. Dilbar Dusmurodovna Ataqulova., Neft-gaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli ingibitorlarning samaradorligi. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. 2-dekabr 2024 yil.

4. Dilbar Dusmurodovna Ataqulova., Korroziyaga qarshi MAD-20 ingibitorini xossasini o‘rganish. JizPU-ilmiy-xabarlar jurnali. 2-dekabr 2024 yil.

5. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Korroziya ingibitori ishlab chiqarish uchun reagentlar va ularning fizik-kimyoviy tavsifnomalari. “Neft-gaz sanoatining dolzarb muammolari va istiqbollari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. Buxoro 15-16-oktyabr, 2024 yil..

6. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna, Rahmatov Erkin Abdihafizovich, Neft va gaz sanoatida yuzaga keladigan korroziya va uni oldini olish chora tadbirlari. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. ISSN: 3030-3958. 2025 yil 1-son.

7. Ataqulova D.D. Neft-gaz sanoati metallar korroziyasida aminonitrillikorroziya ingibitorlarini qo‘llanilishi. ISSN: 3060-4966 JIZPI XABARNOMASI 2025 yil №3.

8. Атакулова Д.Д., Курбонов М.Ж. Определение физико-химических и технологических харктеристик ингибиторов коррозии на основе n,n/-α-циан(изопропил)этилендиамина. Экономика и социум за публикацию в международном научно-практическом журнале. 2025 г.

TUMANDA MA’MURIY-XUDUDIY BIRLIKLAR CHEGARALARINI BELGILASH VA ELEKTRON RAQAMLI QISHLOQ XO‘JALIK XARITALARINI YANGILASH

Bobomurodova Shoxsanam Shavkat qizi
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: bobomurodovashohsanam@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada aerokosmik suratga olish va uchuvchisiz uchish apparatlari yordamida davlat koordinatalar tizimiga bog‘langan holda tumanimiz ma’muriy-hududiy birliklar chegaralarini qayta ko‘rib chiqish va belgilash, yer resurslarining barcha toifasi va turlarini yalpi xatlovdan o‘tkazish ishlarini amalga oshirish natijalari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: ArcGIS dasturi, davlat koordinatlari tizimi

Аннотация. В стате изложены результаты пересмотра и определения границ административно-территориалных единис раёна, общей регистратсии вцех видов и типов земелных ресурсов, подключенных к государственной системе координат посредством аерокосмических съемок и беспилотных летателных аппаратов.

Ключевые слова: программное обеспечение АрсГИС, система координат состояния

Annotation. The article describes the results of the revision and delineation of the boundaries of administrative-territorial units of the district with the use of aerospace surveys and unmanned aerial vehicles, and the general registration of all types and types of land resources.

Key words: ArcGIS software, state coordinate system

Kirish. So‘ngi yillarda Respublikamizda yer resurslaridan oqilona va samarali foydalanishni tashkil etish, ularni muhofaza qilishda ta’sirchan nazoratni ta’minlash hamda yer munosabatlarini tartibga solishda bir qator chora-tadbirlar amalga oshirildi. So‘nggi yillarda respublikamizda yerlardan oqilona va samarali foydalanishni tashkil etish, yer munosabatlarini tartibga solish, yerlardan foydalanishda davlat nazoratini kuchaytirish borasida qator chora-tadbirlar amalga oshirildi.

Shu bilan birga, yerlardan foydalanishda davlat nazoratini samarali tashkil etish, sohaga zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, yer resurslarini hisobga olish ishlari yetarli darajada tashkil etilmasdan qolmoqda.

Jumladan, Qoraqalpog‘iston Respublikasi, viloyatlar, Toshkent shahri, tumanlar (shaharlar), shaharchalar, qishloqlar (ovullar) chegaralarining koordinatalar tizimiga bog‘lanmaganligi

hududlarda yer hisobotini yuritish, yer ajratish, yer munosabatlarini tartibga solish borasida muammolarga sabab bo‘lmoqda.

Shuningdek, mavjud 21 mln. gektar yaylov va pichanzorlardan samarali foydalanish, o‘simliklarning turi va sonini ko‘paytirish, hosildorligini oshirish, chorva mollarini tartibli almashlab boqishni yo‘lga qo‘yish, yaylov va pichanzorlar degradatsiyasining oldini olish maqsadida geobotanik tadqiqotlarni o‘tkazish yuzasidan tadbirlar umuman nazoratdan chetda qolib ketgan. [1].

Ishning maqsadi: Qashqadaryo viloyati Koson tumani chegaralari kosmik suratlar asosida davlat koordinatlari tizimiga bog‘langan holda, tegishli masshtabdagi elektron xaritalarini yangilash. Har bir ma’muriy hududiy chegaraning burilish nuqtalari bo‘yicha alohida koordinatalar katologini yaratish. Qashqadaryo viloyati tumani yer resurslarining kosmik suratlar asosida to‘liq xatlovdan o‘tkazish. Xatlov yakuni bilan yer resurslarining barcha toifasi va turlari mujassamlashgan holda tegishli masshtabdagi elektron xaritalarni yangilash. [4].

Xo‘jaliklararo yer tuzishning maqsadi joylashishi, maydoni, shakli, ichki tarkibi bo‘yicha ratsional va ijtimoiy ishlab chiqarish talablariga mos keluvchi yer egaliklari, yerdan foydalanishlar va ularning tizimlarini tashkil etish hisoblanadi.

Kelishilgan chegaralar chizig‘ini belgilash maqsadida uning kosmik suratlarini davlat koordinatalar tizimiga bog‘lagan holda elektron dastur yordamida tuman chegaralari 1:25000 masshtabdagi, shaharlarda 1:2000 masshtabga keltirilgan ortofotoplanga tushiriladi, ma’muriy hududiy birliklarning tasdiqlangan chegara chizig‘ining tavsifi topografik xaritaga yoziladi. Shaharlar bo‘yicha topografik xaritalar mavjud bo‘lmagan taqdirda aerokosmik materiallaridan foydalaniladi. Dala kuzatuv natijalari asosida chegaralarni tasdiqlash maqsadida tumanlarning chegara chizig‘i 1:25000 masshtabdagi, shaharlarning chegara chizig‘i 1:10000 masshtabdagi topografik xaritalarga tushiriladi. Ma’muriy chegara tavsifi davlat koordinatalar tizimi asosida topografik elementlarga bog‘langan holda tuziladi. Tuman (shahar)lar chegaralari joyning topografik elementlari (daryo, soy, yo‘l, jarlik, kanal, zovur va boshqalar) bo‘ylab o‘tsa, chegara chiziqlari joyning shu elementlariga bog‘langan holda davlat koordinatalar tizimiga muvofiq o‘tkaziladi. Joyning aniq elementlari mavjud bo‘lmagan taqdirda, chegara chizig‘i faqat davlat koordinatalar tizimiga bog‘langan holda o‘tkaziladi. Tuman (shahar)lar chegaralarning burilish nuqtalarini tavsiflash uchun uzoq muddatda saqlanib turadigan ma’muriy chegaraga bevosita yaqin joylashgan topografik elementlar tanlanadi. Tuman (shahar) chegara chizig‘ining tavsifi chegaradosh hududlarning ulangan nuqtasidan boshlanib soat strelkasi yo‘nalishi bo‘yicha bir chegara nuqtasidan keyingisiga ketma-ket ravishda, shartli tartib raqamini qo‘ygan holda amalga oshiriladi. Chegara burilish nuqtalari orasidagi ma’muriy chegara chiziqlari topografik xaritaga tegishli aniqlik bilan tushiriladi, tavsifda chegara nuqtalari orasidagi masofa va chegara chizig‘ining qutb yo‘nalishlari aks ettiriladi. Amaldagi va taklif qilinayotgan chegaralar tushirilgan topografik xaritalar chegaradosh tuman (shahar) kadastr fputedshpsh bo‘limi boshliqlari tomonidan imzolanadi. Tuman (shahar) chegara chizig‘i tushirilgan topografik xaritalar va tegishli materiallar tuman(shahar) xokimlari, shuningdek tuman (shahar) kadastr agentligi bo‘limi boshliqlari, arxitektura va qurilish bo‘limi (boshqarma) boshliqlari bilan kelishiladi.[3]. Xo‘jaliklararo yer tuzish faqat unga haqiqiy zarurat tug‘ilganda, ob’ektiv sabablar bor bo‘lganda va boshqa hech qanday tadbirlar zarur natijani bermaganda o‘tkaziladi. Yer egaligi (yerdan foydalanish) turg‘un bo‘lishi kerak, aks holda, u oqilona va samarali bo‘lmaydi.

Ma’muriy birlikliklar chegarasini aniqlash natijasida;

- ✓ yangi yer uchastkalarini tashkil qilish hamda mavjud yer uchastkalarini tartibga solish loyihalarini tuzish;
- ✓ Yer uchastkalarining chegaralarini belgilash;
- ✓ Yer uchastkalarini ajratish loyihalarini tuzish;
- ✓ Yer uchastkasidan doimiy foydalanish, egalik qilish, umrbod meroslik qilish hamda ijaraga berish huquqini beruvchi hujjatlarni tayyorlash va rasmiylashtirish;
- ✓ Qayta tashkil etilayotgan qishloq xo‘jaligi korxonalarining yerlarini qayta taqsimlash loyihalarini ishlab chiqish;

✓ Agroxo‘jalik, tuproq agrokimyoviy, geobotanik tekshiruvlarni amalga oshirish, yerlarning sho‘rlanish darajasini aniqlash, topografik-geodeziya ishlari, plan – kartografik hujjatlarni tayyorlash ishlarini amalga oshirish;

✓ Yerlarning grafik hisobini olib borish, tuproq bonitirovkasi, yerlarni me’yoriy qiymatini aniqlash, yer fondlarini inventarizatsiya qilish va yer uchastkalariga bo‘lgan huquqlarining hujjatlarini rasmiylashtirish;

✓ Aholi punktlari, chorvachilik va boshqa qishloq xo‘jalik ob’ektlari hamda boshqa qurilishlar uchun er uchastkalarini tanlash va ajratish ishlarini bajarish;

✓ Eroziyaga qarshi, gidrotexnik va o‘rmon melioratsiyasi, buzilgan yerlarni tiklash, ko‘p yillik daraxtzorlarni yaratish, yaylovlarni yaxshilash, yerlarni o‘zlashtirish, ularning meliorativ holatini yaxshilash, yerlarni asosli tekislash ishlari hamda yerlardan foydalanish va himoyalash bilan bog‘liq bo‘lgan boshqa kompleks tadbirlar loyiha – smeta hujjatlarini ishlab chiqish.



Qishloq xo‘jaligi yer maydonlarini xatlovdan o‘tkazishga tayyorgarlik ishlari:

Tayyorgarlik ishlari quyidagi hujjat va materiallarni to‘plash, o‘rganish va tahlil qilishni o‘z ichiga oladi, yer hisobini yuritish materiallari, xo‘jalik yurituvchi sub’ektlarning mavjudligi, ularga yer uchastkalarini biriktirilishi to‘g‘risidagi ma’lumotlar, yerga bo‘lgan huquqni tasdiqlovchi hujjatlar kosmik suratlar va kartografik materiallar, xo‘jaliklararo yer tuzish loyiha materiallari, xatlovdan o‘tkazish bo‘yicha oldingi bajarilgan arxiv materiallari, yuridik va jismoniy shaxslarga tegishli bo‘lgan ko‘chmas mulklar to‘g‘risidagi hujjatlar, O‘zbekiston Respublikasi Davlat soliq qumitasi xuzuridagi kadastr agentligi tizimidagi korxona va tashkilotlar hamda hududiy boshqarmalari arxivida (zarur hollarda davlat arxivida) saqlanayotgan yerga oid bo‘lgan hujjat va materiallar.

Yer resurslarini xatlovdan o‘tkazish ishlari uchun kosmik suratlardan foydalanilgan holda deshifrovka ishlari kameral usulda amalga oshiriladi:

Bunda kosmik suratlarni davlat koordinatalar tizimiga bog‘lab chiqiladi va elektron dastur yordamida sug‘oriladigan hududlarda 1:10000, boshqa hududlarda 1:25000, 1:50000 masshtabga keltirilgan ortofotoplan tayyorlanadi hamda ma’muriy hududiy birliklarning tasdiqlangan chegara chizig‘i tushiriladi hamda fotoplanlarni dalada deshifrovka qilish jarayonida yerdagi mavjud barcha topografik elementlar joyida ko‘rilib, fotoplan (lavsan)ga tushiriladi. Ushbu hududni aerosur’atga olinganidan keyingi yerdagi o‘zgarishlar joyning o‘zida o‘lchov asboblari yordamida olinib, fotoplanga tushiriladi.

Fotoplanlarni nomenklaturasi koordinatlari bo‘yicha moslab, belgilangan me’yorga keltirilib, joylashtiriladi (shaxmatka tuziladi). Shaxmatka asosida massiv (xo‘jalik)ning umumiy yer maydoni hisoblab chiqiladi.

Yer uchastkalarini konturlar bo‘yicha chizish (vektorizatsiya qilish) hamda yer maydonlari yer turlari bo‘yicha hisoblash.

Tayyorlangan raqamli ortofotoplanga tuman (shahar)ning mavjud elektron raqamli xaritasi tushiriladi va joyning holati solishtirilib o‘zgarishlar tahlil qilinadi.

Tuman (shahar)ning elektron raqamli xaritasi mavjud bo‘lmagan hududlarda ortofotoplanda dala deshifrovka ishlari amalga oshiriladi. Zarur hollarda va nizoli uchastkalar bo‘yicha uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalanilgan holda xarita va materiallar tayyorlanadi.

*1-rasm. **A6 plus** uchuvchisiz uchish apparatining texnik imkoniyatlari*

Tuman (shahar)ning elektron raqamli xaritalari yaratilgandan so‘ng yer turlari va maydonlari konturlar kesimida qaror bilan tasdiqlanadi. Bunda tumanlar (shaharlar) bo‘yicha yer resurslarining kontur raqamlari takrorlanmaydigan tartib raqam ostida belgilanadi va o‘zgartirilishiga yo‘l qo‘yilmaydi.

Tuman (shahar)ning elektron raqamli xaritalari asosida yer egalari, yerdan foydalanuvchilar, ijarachilar, yer uchastkalari mulkdorlarining huquqiy hujjatlari bo‘yicha foydalanayotgan yer uchastkalari chegaralari va yer turlari bo‘yicha tushiriladi, o‘rganiladi va tahlil qilinadi. [2].

O‘rganish va tahlil jarayonida yerdan yer turi va maydonlarida noaniqliklar va boshqa holatlar yuzaga kelganda dala sharoitida kuzatuv ishlari amalga oshiriladi.

Dala kuzatuv ishlari: 1. Dala kuzatuv ishlari bajaruvchi tomonidan hududning vakili kadastr agentligi tuman (shahar) bo‘limlari mutaxassislari ishtirokida o‘tkaziladi.

2. Dala kuzatuv jarayonida elektron raqamli yoki qog‘oz ko‘rinishidagi ortofotoplanlarda quyidagilar ko‘rsatiladi:

yer egalari, yerdan foydalanuvchilar, ijarachilar, yer uchastkalari mulkdorlarining amalda foydalanayotgan yer uchastkalari chegaralari va yer turlari hamda ularning foydalanishida bo‘lmagan yer turlari;

aholi punktlari chegaralarida yer turlari bo‘yicha jamoatchilik yerlari, umrbod egalik huquqiga ega bo‘lgan dehqon va shaxsiy yordamchi xo‘jaliklarining yer uchastkalari;

qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallangan va boshqa yerlar, yerlarning sug‘orish va o‘zlashtirish imkoni bo‘lgan zahira yerlar, meliorativ qurilish bosqichidagi yerlar;

joyning yangi topografik elementlari, shuningdek yangi qurilish ob’ektlari.

3. Dalada kuzatuv ishlarini o‘tkazish jarayonida tegishli o‘zgarishlar, qishloq xo‘jaligi va boshqa yer turlaridan amalda foydalanish holati ortofotoplanda aks ettiriladi.

4. O‘tkazilgan xatlov natijalariga ko‘ra ma’muriy-hududiy birlik bo‘yicha barcha yerdan foydalanuvchilarning yer turlari va maydonlarini konturlar kesimida hisoblash qaydnomasi qaror bilan tasdiqlangan nizomning 3-ilovasidagi shaklga, hamda aniqlangan noqonuniy holatlar bo‘yicha ma’lumotlar 4-ilovadagi shaklga tushiriladi.

5. Yerdan foydalanuvchilarning yuridik hujjatlardagi va amalda foydalanishidagi yer maydonlari o‘rtasidagi farqlar, shuningdek, yerlardan boshqa maqsadlarda foydalanish holatlari o‘rganiladi.

6. Dalada kuzatuv jarayonida tuman (shahar) yer kadastri daftarida ro‘yxatga olinmagan yer uchastkalari aniqlangan holatda yerdan foydalanuvchilar haqida zarur ma’lumotlar (yer ajratish bo‘yicha huquqiy hujjatlari, amalda foydalanayotgan yer maydoni, maqsadi va boshqalar to‘g‘risidagi ma’lumotlar) to‘planadi, yerdan foydalanuvchi yoki uning vakili ishtirokida amalda foydalanayotgan yer chegaralari xaritada belgilanadi.

Kameral ishlar; Har bir ma’muriy-hududiy birlik bo‘yicha yer resurslarini xatlovdan o‘tkazish natijalari bo‘yicha quyidagi tartibda hujjat va materiallar shakllantiriladi.

tushuntirish xati (kelgusida yerdan samarali foydalanishga qaratilgan va aniqlangan kamchiliklarni bartaraf etish yuzasidan takliflar);

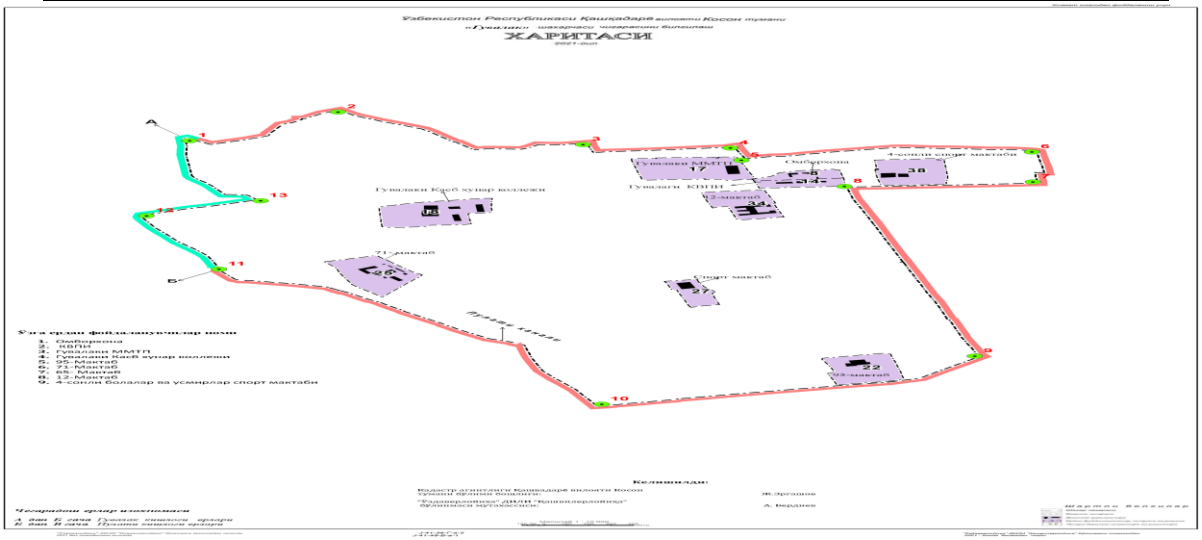
yer resurslarini konturlar bo‘yicha hisoblash qaydnomasi;

yerdan foydalanuvchilar kesimida konturlar hisoblash qaydnomasi;

aniqlangan noqonuniy xolatlar bo‘yicha ma’lumot;

ma’muriy-hududiy birlik (shaharcha, qishloq (ovul)) yer uchastkasining xaritasi.

№	Texnik imkoniyatlar	A6 plus
1	Uchish davomiyligi (minut)	75
2	Yig‘ilgan holatdagi hajmi (sm)	870*810*690
3	Qo‘llanilish sohasi	Aerofotos’emka
4	Uchish tezligi (km/soat)	65
5	Maks.uchish og‘irligi (kg)	19
6	Maks. Yuk ko‘tara olishi (kg)	7
7	Dvigatel turi	elektrli
8	Akkumlyator	
9	Uchish balandligi (m)	4500.000



2-rasm. Qashqadaryo viloyati Koson tumani “Guvalak” shaharchasi ma’muriy-hududiy birlik chegarasini belgilash xaritasi

Kelishish va tasdiqlash; Tuman (shahar) chegaralarida yer resurslarini xatlovdan o‘tkazish materiallari umumlashtirilib, tuman (shahar) hokimining qaror loyihasi ilova qilingan holda Komissiyaga ko‘rib chiqish uchun topshiriladi.

Komissiya yerlarni xatlovdan o‘tkazish natijalarini tegishli bayonnoma bilan rasmiylashtiradi va belgilangan tartibda tuman (shahar) hokimiga tasdiqlash uchun taqdim etadi.

Tuman (shahar) hokimi tomonidan yer resurslarini xatlovdan o‘tkazish yakunlarini qaror bilan tasdiqlaydi va Qashqadaryo viloyat hokimiga tasdiqlash uchun taqdim etiladi.

Kutilayotgan natijalar: Qashqadaryo viloyati Koson tumanida yer resurslarining toifalari va turlarini o‘zgartirish, yer to‘g‘risidagi qonun hujjatlari buzilish holatlarini bartaraf etish, yer resurslaridan maqsadli va samarali foydalanishni tashkil etiladi va barcha yer tuzish va yer kadastriga oid ishlarni yuritishda hamda yer munosabatlarini tartibga solish ishlarida foydalaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyundagi “Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5742-sonli Farmoni

2.O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil18 iyundagi “Qishloq xo‘jaligida tuproqning agrokimyoviy tahlil tizimini takomillashtirish, ekin yerlarida tuproqning unumdorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 510-sonli qarori

3.O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2018-yil 23 apreldagi “Ma’muriy–hududiy birliklar chegaralarini belgilash, yer resurslarini xatlovdan o‘tkazish hamda yaylov va pichanzorlarda geobatanik tadqiqotlarni o‘tkazish tartibini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 299-son qarori

4. “O‘zdaverloyiha” Ilmiy loyihalash bosh instituti ma’lumotlari.

KATHERINE AS A FIGURE OF RESISTANCE AND GENDER NONCONFORMITY IN SHAKESPEARE’S THE TAMING OF THE SHREW

Z.A. Khalilova
Teacher at School №28 in Qarshi District

Abstract. This thesis explores Katherine’s characterization in William Shakespeare’s The Taming of the Shrew as a representation of resistance to established gender expectations. The analysis is based on the dissertation’s feminist and historical-contextual approach and considers the relationship between Katherine’s verbal assertiveness, social reputation and the authority exercised over her within marriage.

Keywords: Katherine, Shakespeare, The Taming of the Shrew, resistance, gender roles, feminist criticism, female agency.

Annotatsiya. Ushbu dissertatsiya Uilyam Shekspirning "Vahshiy ayolni jilovlash" asarida Ketrinning xarakteri orqali belgilangan jinsiy rollarga qarshi qarshilikni qanday ifodalashi tahlil qiladi. Tahlil feminist va tarixiy-kontekstual yondashuvga asoslangan bo‘lib, Ketrinning og‘zaki qat’iyligi, ijtimoiy obro‘sı va nikohda unga nisbatan qo‘llaniladigan hokimiyat o‘rtasidagi munosabatni ko‘rib chiqadi.

Kalit so‘zlar: Ketrin, Shekspir, Vahshiy ayolni jilovlash, qarshilik, jinsiy rollar, feminist tanqid, ayollik faoliyati.

Аннотация. Эта работа исследует характер Кэтрин в пьесе Уильяма Шекспира «Укрощение строптивой» как проявление сопротивления устоявшимся гендерным ожиданиям. Анализ основан на феминистском и историко-контекстуальном подходе диссертации и рассматривает взаимосвязь между словесной напористостью Кэтрин, её общественной репутацией и властью, которой над ней обладают в браке.

Ключевые слова: Кэтрин, Шекспир, Укрощение строптивой, сопротивление, гендерные роли, феминистская критика, женская агенция.

Introduction. Katherine is frequently described by other characters as difficult or unruly because her speech and conduct do not correspond to the expected model of feminine obedience. Such descriptions are significant because they show how social norms determine which forms of female behaviour are accepted. From a feminist perspective, the label applied to Katherine can be examined as a mechanism that turns nonconformity into a problem requiring correction.

Analysis. Katherine's verbal strength makes her an active participant in the play's conflicts. She challenges others through speech and does not immediately accept the role assigned to her. Her characterization therefore complicates the stereotype of women as silent and passive. However, her resistance takes place within a patriarchal environment in which marriage and male authority shape the choices available to her.

Petruchio's methods of attempting to change Katherine's behaviour can be interpreted as strategies of control. At the same time, the play's theatricality and the rhetorical nature of its dialogue leave room for alternative readings of Katherine's apparent transformation. Her final speech may be understood as submission, but it can also prompt questions about performance, strategic adaptation and the ways individuals negotiate restrictive social roles. The evidence does not require a single definitive interpretation.

Conclusion. Katherine is best understood as a complex dramatic figure whose resistance exposes the limits imposed on women by patriarchal expectations. Her character does not simply stand outside the social order; rather, she negotiates with it under unequal conditions. This ambiguity makes Katherine central to feminist readings of the play and demonstrates how Shakespeare's comedy can be used to discuss gender identity, agency and the social regulation of female speech.

References

1. Shakespeare, W. The Taming of the Shrew. (Add the edition used.)
2. Rackin, P. (2005). Shakespeare and Women. Oxford: Oxford University Press.
3. Nimavat, S. B. (2017). Shakespeare's Concern About Women: Feminist Perspectives in Shakespeare's Plays. International Journal of Research and Analytical Reviews, 4(2), 145–150.

LANGUAGE, MARRIAGE AND POWER IN THE CONSTRUCTION OF GENDER IDENTITY IN THE TAMING OF THE SHREW

Z.A. Khalilova
Teacher at School №28 in Qarshi District

Abstract. This thesis analyses how language and marriage function as interconnected mechanisms of power in William Shakespeare's The Taming of the Shrew. Based on the dissertation's analysis, the study considers verbal conflict, social expectations and the contested meaning of Katherine's final speech. It argues that gender identity in the play is represented not as an isolated personal quality but as something shaped through social interaction and cultural norms.

Keywords: language, marriage, power, gender identity, Shakespeare, feminist literary criticism, The Taming of the Shrew.

Аннотация. В этой работе анализируется, как язык и брак функционируют как взаимосвязанные механизмы власти в пьесе Уильяма Шекспира «Укрощение строптивой». Основываясь на анализе диссертации, исследование рассматривает словесные конфликты, социальные ожидания и спорное значение финальной речи Екатерины. Автор утверждает, что гендерная идентичность в пьесе представлена не как изолированная личная черта, а как то, что формируется через социальное взаимодействие и культурные нормы.
Ключевые слова: язык, брак, власть, гендерная идентичность, Шекспир, феминистская литературная критика, «Укрощение строптивой».

Abstrakt. Ushbu bitiruv ishi Uilyam Shekspirning «Sovuqona ayolni tarbiyalash» asarida til va nikoh qanday qilib o‘zaro bog‘langan hokimiyat mexanizmlari sifatida ishlashini tahlil qiladi. Dissertatsiya tahliliga asoslanib, tadqiqot og‘zaki nizolar, ijtimoiy kutishlar va Ketrinning so‘nggi nutqining bahsli ma’nosini ko‘rib chiqadi. Unda asardagi jinsiy identifikatsiya izolatsiyalangan shaxsiy sifat sifatida emas, balki ijtimoiy muloqot va madaniy normalar orqali shakllangan narsa sifatida tasvirlanadi, deyiladi.
Kalit so‘zlar: til, nikoh, hokimiyat, jinsiy identifikatsiya, Shekspir, feminist adabiy tanqid, "Aqlli ayolni tarbiyalash".

Introduction. The relationships in The Taming of the Shrew are structured by the social conventions of the Elizabethan period, when patriarchal authority strongly influenced expectations of marriage and women’s behaviour. In this context, language becomes more than a means of communication: it is one of the ways characters define acceptable conduct, claim authority and challenge one another.

Analysis. Verbal exchanges between Katherine and other characters make the struggle over identity visible. Her assertive speech is treated as a challenge to the expected feminine role, while the efforts to change her behaviour illustrate how language can be used to discipline and regulate. Speech, silence and rhetorical performance therefore contribute to the construction of social positions within the drama.

Marriage provides the institutional setting for these power relations. The union between Katherine and Petruchio is shaped not only by personal interaction but also by social and economic expectations. Petruchio’s attempts to control Katherine raise questions about the unequal distribution of authority within marriage. Katherine’s concluding speech intensifies these questions: it may be read as an affirmation of patriarchal order, but the performative nature of the dramatic situation also allows interpretations involving adaptation or strategic self-presentation.

Conclusion. The play presents power as something continually enacted through institutions and interaction. Marriage establishes a framework of unequal authority, while language both reinforces and unsettles that framework. The ambiguity surrounding Katherine’s final speech demonstrates why the comedy remains open to feminist reinterpretation. Examining language and marriage together provides a useful way to understand how gender identity is socially shaped and how resistance may emerge even within restrictive structures.

References

1. Shakespeare, W. The Taming of the Shrew. (Add the edition used.)
2. Showalter, E. (Ed.). (1985). The New Feminist Criticism: Essays on Women, Literature, and Theory. New York: Pantheon Books.
3. Gupta, A., & Tiwari, S. K. (2017). Shakespeare’s Women Characters as a Mirror of Society. International Journal of English Literature and Social Sciences, 2(6).

NEFT-GAZ KONLARI OQAVA SUVLARIDA DEVOR YAQINIDAGI MASSA ALMASHINUVI QONUNIYATLARI

Xalilov Jamshid Akmal o‘g‘li
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
jamshidxalilov885@gmail.com

Annotatsiya. Neft-gaz konlarining oqava suvlari yuqori minerallashgan va korroziyaviy faol muhit bo‘lishi mumkin. Bunday sharoitda quvur devori yaqinidagi massa almashinuvi korroziya jarayonlarining tezligi hamda himoya plyonkalarining barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqotda ishlab chiqarish oqava suvlari uchun massa almashinuvini ifodalovchi umumlashtirilgan kriterial bog‘lanish ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: oqava suv, massa almashinuvi, Shmidt soni, Reynolds soni, diffuzion qatlam, quvur devori.

Аннотация. Сточные воды нефтегазовых месторождений могут представлять собой сильно минерализованную и коррозионно-активную среду. В таких условиях массоперенос вблизи стенки трубы влияет на скорость коррозионных процессов и стабильность защитных пленок. В исследовании разработано обобщенное критериальное соотношение, описывающее массоперенос для производственных сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, массоперенос, число Шмидта, число Рейнольдса, диффузионный слой, стенка трубы.

Abstract. Produced water from oil and gas fields can be a highly mineralized and corrosive medium. Under such conditions, mass transfer near the pipe wall influences the rate of corrosion processes and the stability of protective films. The study develops a generalized dimensionless correlation describing mass transfer for produced water.

Keywords: produced water, mass transfer, Schmidt number, Reynolds number, diffusion layer, pipe wall.

Kirish. Neft-gaz konlarida qatlam bosimini ushlab turish va texnologik suvlarni tashish tizimlari uzoq muddat davomida korroziyaviy faol muhit bilan kontaktda ishlaydi. Devor yaqinidagi konsentratsion chegara qatlamida modda ko‘chishi korroziya mahsulotlarining hosil bo‘lishi, ionlarning tashilishi va ingibitorning sirtga yetib borishi bilan uzviy bog‘liq. Shu sababli massa almashinuvini real oqava suv xususiyatlarini hisobga olgan holda baholash muhimdir.

Tadqiqot natijalari. Dissertatsiyada ishlab chiqarish oqava suvlari uchun Sh = 0,0284·Re^0,790·Sc^0,345 ko‘rinishidagi umumlashtirilgan kriterial tenglama keltirilgan. Shmidt soni daraja ko‘rsatkichi 0,345 ± 0,012 sifatida aniqlangan. Bu natija tekshirilayotgan yuqori ion kuchli muhitlarda massa uzatish xususiyatlarini oddiy analogiyalar bilan cheklanmasdan baholash zarurligini ko‘rsatadi. Devor g‘adir-budurligining ta’siri $Sh/Sh_0 = 1 + 0{,}0118 \cdot Re_k^{0{,}68}$ tuzatmasi orqali ifodalangan. Nernst diffuzion qatlamining qalinligi tadqiq etilgan sharoitlarda 23–93 mkm diapazonida baholangan.

Amaliy ahamiyati. Keltirilgan bog‘lanishlar quvur ichidagi massa almashinuvi jadalligini hisoblash, turli gidravlik rejimlarni taqqoslash hamda ingibitorning devor yuzasiga yetib borish sharoitlarini tahlil qilish uchun ishlatilishi mumkin. Hisoblashda Reynolds va Shmidt sonlari dissertatsiyada ko‘rsatilgan qo‘llanish chegaralarida bo‘lishi lozim.

Xulosa. Neft-gaz konlari oqava suvlari uchun olingan kriterial tenglama devor yaqinidagi massa almashinuvini muhitning xususiyatlari va oqim rejimi bilan bog‘lab baholash imkonini beradi. Natijalar korroziyani hisoblash va ingibitorli himoyani gidrodinamik sharoitga moslashtirish uchun nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

6. Xalilov J.A.,Nurqulov F.N., Avazov M.Sh. Obtaining and testing results of PF-1 brand

corrosion inhibitor obtained based on the processing of chlorinated organic waste used in the oil and gas industry // European Journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN (E): 2938-3617 Volume 2, Issue 5, May – 2024. 1-8 bet. (https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/578)

7. Xalilov J.A. Preparation and testing results of a liquid hydrocarbon soluble corrosion inhibitor // European Science Methodical Journal ISSN (E): 2938-3641 Volume 2, Issue 9, September- 2024. 9-16 bet. (https://europeanscience.org/index.php/3/article/view/870/842.

8. Xalilov J.A. Extraction of corrosion inhibitors soluble in petroleum products and their analysis // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 9(126). URL: (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18195)

9. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Xamraqulova G.O. Energetika sanoatida paydo bo‘ladigan korroziya va ularni oldini olish chora tadbirlari va tadqiqot usullari // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 147-151 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.

10. Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I. Современные методы получения присадок, получающих качество автотоплива // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 28-31 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.

6. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Metall konstruksiyalarni qoplama hosil qilish orqali korroziyadan himoyalash va ularni tadqiq qilish // Yong‘in-portlash xavsizligi ISSN 2181-9327 № 4(17), 2024. 182-184 bet. (https://t.me/ilmiy_jurnal_FVV.

NEFT-GAZ KONLARI QUVURLARIDA YEMIRILISH TEZLIGINING OQIM REJIMIGA BOG‘LIQLIGI

J.A. Xalilov, M. Rahmonqulov
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
jamshidxalilov885@gmail.com

Annotatsiya. Quvurlardagi korroziyaviy yemirilish oqim tezligi va devor urinma kuchlanishiga bir xil yo‘nalishda, chiziqli tarzda bog‘liq bo‘lmasligi mumkin. Dissertatsiyada yemirilishning turli mexanizmlarini birgalikda tavsiflovchi ikki hadli model ishlab chiqilib, yemirilish minimumiga mos rejim aniqlangan.

Kalit so‘zlar: korroziya, yemirilish tezligi, devor urinma kuchlanishi, oqim tezligi, additiv model, optimal rejim.

Аннотация. Коррозия в трубах может быть нелинейно связана с расходом и напряжением на стенке в одном и том же направлении. В диссертации была разработана двухсостоятельная модель, описывающая различные механизмы коррозии, и определен режим, соответствующий минимальной коррозии.

Ключевые слова: коррозия, скорость коррозии, напряжение на стенке, расход, аддитивная модель, оптимальный режим.

Abstract. Corrosive degradation in pipelines may not exhibit a linear relationship with flow velocity and wall shear stress. In this dissertation, a two-term model characterizing the combined effects of various degradation mechanisms was developed, and the operating regime corresponding to the minimum degradation rate was identified.

Keywords: corrosion, degradation rate, wall shear stress, flow velocity, additive model, optimal regime.

Kirish. Neft-gaz konlari suv tizimlarida oqimning gidrodinamik parametrlari quvur devoridagi korroziya mahsulotlari qatlamiga, massa almashinuviga va sirtning himoyalanganlik

holatiga ta’sir ko‘rsatadi. Juda past yoki yuqori urinma kuchlanish sharoitlari turli mexanizmlar orqali yemirilishni kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun faqat oqim tezligini oshirish yoki kamaytirish asosida korroziyani boshqarish yetarli emas.

Model va natijalar. Dissertatsiyada yemirilish tezligi $K = A \cdot \exp(-\tau w/\tau_0) + C \cdot \tau w^{p}$ ko‘rinishidagi ikki hadli additiv model bilan ifodalangan. Modelning birinchi hadi korroziya mahsulotlari ostidagi mahalliy yemirilishni, ikkinchi hadi esa massa almashinuvi bilan bog‘liq yemirilish tarkibini tavsiflaydi. O‘lchamsiz shaklda optimal rejim mezoni $\Pi opt = 2{,}16$ sifatida aniqlangan. Yemirilish tezligining minimumi devor urinma kuchlanishi $\tau w = 4{,}77$ Pa qiymatiga mos keladi. Dissertatsiyada diametri 0,1–0,614 m bo‘lgan quvurlar uchun ushbu nuqtaga mos tezlik taxminan 1,35–1,65 m/s diapazonida o‘zgarishi ko‘rsatilgan.

Muhandislik talqini. Natijalar quvur diametri va sirt holati o‘zgarganda ham optimal tezlikni muayyan amaliy oraliqda tanlash mumkinligini ko‘rsatadi. Biroq mazkur qiymatlar universal ekspluatatsion me’yor sifatida emas, balki dissertatsiyada o‘rganilgan muhit va sharoitlar doirasidagi hisoblash mezoni sifatida qo‘llanishi lozim.

Xulosa. Ikki hadli model yemirilish tezligining gidrodinamik rejimga nolinear bog‘liqligini hisobga oladi. Devor urinma kuchlanishining optimal qiymatini aniqlash quvurlarni loyihalash va ishlatishda korroziyaviy xavfni kamaytirishga qaratilgan rejimlarni tanlashga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Xalilov J.A.,Nurqulov F.N., Avazov M.Sh. Obtaining and testing results of PF-1 brand corrosion inhibitor obtained based on the processing of chlorinated organic waste used in the oil and gas industry // European Journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN (E): 2938-3617 Volume 2, Issue 5, May – 2024. 1-8 bet. (https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/578)
2. Xalilov J.A. Preparation and testing results of a liquid hydrocarbon soluble corrosion inhibitor // European Science Methodical Journal ISSN (E): 2938-3641 Volume 2, Issue 9, September- 2024. 9-16 bet. (https://europeanscience.org/index.php/3/article/view/870/842.
3. Xalilov J.A. Extraction of corrosion inhibitors soluble in petroleum products and their analysis // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 9(126). URL: (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18195)
4. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Xamraqulova G.O. Energetika sanoatida paydo bo‘ladigan korroziya va ularni oldini olish chora tadbirlari va tadqiqot usullari // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 147-151 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.
5. Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I. Современные методы получения присадок, получающих качество автотоплива // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 28-31 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.
6. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Metall konstruksiyalarni qoplama hosil qilish orqali korroziyadan himoyalash va ularni tadqiq qilish // Yong‘in-portlash xavsizligi ISSN 2181-9327 № 4(17), 2024. 182-184 bet. (https://t.me/ilmiy_jurnal_FVV.

KORROZIYAVIY G‘ADIR-BUDURLIKNING QUVURLAR GIDRAVLIK QARSHILIGIGA TA’SIRINI BAHOLASH

Xalilov Jamshid Akmal o‘g‘li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Korroziya natijasida quvur ichki sirtining notekisligi ortib, ishqalanish qarshiligi va energiya sarfiga ta’sir qiladi. Tadqiqotda o‘lchanadigan sirt profili ko‘rsatkichini gidravlik ekvivalent g‘adir-budurlik bilan bog‘lovchi korrelyatsiya va g‘adir-budurlikning vaqt bo‘yicha evolyutsiyasi modeli asoslangan.

Kalit so‘zlar: korroziyaviy g‘adir-budurlik, ekvivalent g‘adir-budurlik, gidravlik qarshilik, energiya sarfi, prognozlash.

Аннотация. Коррозия увеличивает шероховатость внутренней поверхности трубы, влияя на сопротивление трению и энергопотребление. Исследование основано на корреляции между измеренным индексом профиля поверхности и гидравлическим эквивалентным сопротивлением, а также на модели изменения шероховатости во времени.
Ключевые слова: коррозионная шероховатость, эквивалентное сопротивление, гидравлическое сопротивление, энергопотребление, прогнозирование.

Abstract. Corrosion increases the roughness of the pipe's inner surface, thereby affecting frictional resistance and energy consumption. The study is based on a correlation linking the measurable surface profile parameter to hydraulic equivalent roughness, as well as a model describing the evolution of roughness over time.
Keywords: corrosion-induced roughness, equivalent roughness, hydraulic resistance, energy consumption, forecasting.

Kirish. Quvur devorida korroziyaviy chuqurchalar va notekisliklar paydo bo‘lishi sirt profilining o‘zgarishiga olib keladi. Sirtning geometrik ko‘rsatkichlarini gidravlik hisoblarda qo‘llanadigan ekvivalent g‘adir-budurlik bilan bog‘lash quvurning haqiqiy holatini baholash uchun zarur.

Asosiy natijalar. Dissertatsiyada ekvivalent g‘adir-budurlikni sirt profilining Rz parametri orqali aniqlash uchun $k_e = 0{,}0166 \cdot Rz^{1{,}05}$ bog‘lanishi olingan; moslashuv koeffitsienti $R^2 = 0{,}961$. Yemirilgan metall qalinligini g‘adir-budurlik balandligiga o‘tkazish koeffitsienti $\alpha = 0{,}235$ sifatida aniqlangan. Ekvivalent g‘adir-budurlikning o‘sish tezligi $\varepsilon = 0{,}047$ mm/yil deb baholangan. Model 15 yillik quvur uchun 0,723 mm natijani bergan, gidravlik sinov qiymati esa $0{,}76 \pm 0{,}11$ mm bo‘lgan; farq 4,9 % ni tashkil etgan.

Gidravlik oqibatlar. Hisoblash natijalariga ko‘ra, yigirma yil davomida gidravlik qarshilik koeffitsienti erkin ishchi nuqtada 78,3 %, sarf doimiy saqlanganda esa 86,2 % ga ortishi mumkin. Erkin ishchi nuqtada sarfning 19,2 % kamayishi va solishtirma energiya sarfining 9,9 % ortishi prognoz qilingan. Sarfni o‘zgartirmasdan saqlash holatida energiya sarfi ortishi 52,5 % gacha yetishi mumkin.

Xulosa. Sirt profilini gidravlik ekvivalent g‘adir-budurlikka o‘tkazish va uning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini hisoblash quvur tizimining uzoq muddatli samaradorligini baholash imkonini beradi. Model natijalari texnik diagnostika, ta’mirlash muddatini rejalashtirish va energiya sarfini prognozlashda qo‘llanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Xalilov J.A.,Nurqulov F.N., Avazov M.Sh. Obtaining and testing results of PF-1 brand corrosion inhibitor obtained based on the processing of chlorinated organic waste used in the oil and gas industry // European Journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN (E): 2938-3617 Volume 2, Issue 5, May – 2024. 1-8 bet. (https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/578)

2. Xalilov J.A. Preparation and testing results of a liquid hydrocarbon soluble corrosion inhibitor // European Science Methodical Journal ISSN (E): 2938-3641 Volume 2, Issue 9, September- 2024. 9-16 bet. (https://europeanscience.org/index.php/3/article/view/870/842.

3. Xalilov J.A. Extraction of corrosion inhibitors soluble in petroleum products and their analysis // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 9(126). URL: (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18195)

4. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Xamraqulova G.O. Energetika sanoatida paydo bo‘ladigan korroziya va ularni oldini olish chora tadbirlari va tadqiqot usullari // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 147-151 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.

5. Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I. Современные методы получения присадок, получающих качество автотоплива // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 28-31 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.

6. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Metall konstruksiyalarni qoplama hosil qilish orqali korroziyadan himoyalash va ularni tadqiq qilish // Yong‘in-portlash xavsizligi ISSN 2181-9327 № 4(17), 2024. 182-184 bet. (https://t.me/ilmiy_jurnal_FVV.

NEFT-GAZ KONLARI OQAVA SUV TIZIMLARIDA GIDRAVLIK REJIM VA KORROZIYAVIY YEMIRILISHNING O‘ZARO TA’SIRI

J.A. Xalilov, I.A. Xudoyberdiyev
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Quvur tizimida gidravlik rejim, korroziyaviy yemirilish, sirt g‘adir-budurligi va qarshilik o‘zaro ta’sir etuvchi jarayonlardir. Dissertatsiyada ushbu bog‘lanishlar yopiq kontur sifatida tahlil qilinib, gidravlik ish rejimi bo‘yicha qayta aloqa kuchayishi mumkinligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: gidravlik rejim, korroziyaviy yemirilish, g‘adir-budurlik, qayta aloqa, gidravlik qarshilik, monitoring.

Аннотация. В трубопроводной системе гидравлический режим, коррозионная эрозия, шероховатость поверхности и сопротивление являются взаимодействующими процессами. В диссертации анализируются эти взаимосвязи как замкнутый контур и показано, что обратная связь может быть усилена за счет гидравлического режима работы.

Ключевые слова: гидравлический режим, коррозионная эрозия, шероховатость, обратная связь, гидравлическое сопротивление, мониторинг.

Abstract. In a pipeline system, the hydraulic regime, corrosive degradation, surface roughness, and resistance are interacting processes. The dissertation analyzes these interrelationships as a closed-loop system and demonstrates the potential for feedback intensification regarding the hydraulic operating regime.

Keywords: hydraulic regime, corrosive degradation, roughness, feedback, hydraulic resistance, monitoring.

Kirish. Oqava suvlarni tashish tizimida quvur devorining yemirilishi sirt g‘adir-budurligini o‘zgartiradi, g‘adir-budurlik esa gidravlik qarshilikka ta’sir qiladi. Qarshilikning o‘zgarishi bosim yo‘qotishlari va sarfga, ular esa devor urinma kuchlanishi hamda keyingi yemirilish jarayoniga ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli tizimni alohida jarayonlar emas, o‘zaro bog‘langan kontur sifatida ko‘rib chiqish muhim.

Tahlil natijalari. Dissertatsiyada “rejim – yemirilish – g‘adir-budurlik – qarshilik” yopiq ta’sir zanjiri tuzilgan. Qayta aloqa konturi kuchayish ko‘rsatkichi erkin ishchi nuqtada G = 0,011–0,027, sarf qat’iy ushlab turilgan rejimda esa G = 0,035–0,218 oralig‘ida baholangan. Ishda barqarorlik sharti $G_{max} = 2p/\ln(3{,}7d/k_e) < 1$ ko‘rinishida berilgan. Bu ifodalar tizimning ekspluatatsion rejimi korroziyaviy o‘zgarishlarning uzoq muddatli oqibatlariga ta’sir qilishini ko‘rsatadi.

Amaliy tavsiyalar. Gidravlik qarshilik ortishini faqat nasos yoki quvur unumdorligi muammosi sifatida ko‘rmasdan, korroziya va sirt g‘adir-budurligi bilan birgalikda tahlil qilish zarur. Bosim, sarf va imkon bo‘lsa quvur devori holati bo‘yicha muntazam monitoring yuritish, rejim o‘zgarishlarini korroziya ko‘rsatkichlari bilan solishtirish tavsiya etiladi.

Xulosa. Gidravlik rejim va korroziyaviy yemirilish o‘rtasidagi qayta aloqa quvur tizimining samaradorligi hamda barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Birgalikdagi hisoblash va monitoring yondashuvi qarshilikning ortishini erta aniqlash, energiya sarfini baholash va texnik xizmatni asosli rejalashtirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Xalilov J.A.,Nurqulov F.N., Avazov M.Sh. Obtaining and testing results of PF-1 brand corrosion inhibitor obtained based on the processing of chlorinated organic waste used in the oil and

gas industry // European Journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN (E): 2938-3617 Volume 2, Issue 5, May – 2024. 1-8 bet. (https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/578)

2. Xalilov J.A. Preparation and testing results of a liquid hydrocarbon soluble corrosion inhibitor // European Science Methodical Journal ISSN (E): 2938-3641 Volume 2, Issue 9, September- 2024. 9-16 bet. (https://europeanscience.org/index.php/3/article/view/870/842.

3. Xalilov J.A. Extraction of corrosion inhibitors soluble in petroleum products and their analysis // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 9(126). URL: (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18195)

4. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Xamraqulova G.O. Energetika sanoatida paydo bo‘ladigan korroziya va ularni oldini olish chora tadbirlari va tadqiqot usullari // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 147-151 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.

5. Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I. Современные методы получения присадок, получающих качество автотоплива // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 28-31 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.

6. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Metall konstruksiyalarni qoplama hosil qilish orqali korroziyadan himoyalash va ularni tadqiq qilish // Yong‘in-portlash xavsizligi ISSN 2181-9327 № 4(17), 2024. 182-184 bet. (https://t.me/ilmiy_jurnal_FVV.

GIDRODINAMIK REJIMNI HISOBGA OLGAN HOLDA INGIBITORLI HIMOYANI OPTIMALLASHTIRISH

J.A.Xalilov, I.A.Xudoyberdiyev
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Neft-gaz konlarining oqava suv tizimlarida ingibitor samaradorligi reagent tarkibi bilan bir qatorda devor urinma kuchlanishi va oqim rejimiga ham bog‘liq. Dissertatsiyada gidrodinamik ta’sirni hisobga oluvchi adsorbsiya modeli hamda imidazolin-fosfonat kompozitsiyasini amaliy sharoitda qo‘llash natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: korroziya ingibitori, imidazolin-fosfonat, adsorbsiya, urinma kuchlanish, ishchi doza, iqtisodiy samara.

Аннотация. В системах очистки сточных вод нефтегазовых месторождений эффективность ингибитора зависит от состава реагента, а также от касательного напряжения на стенках и режима потока. В диссертации представлена адсорбционная модель, учитывающая гидродинамический эффект, и результаты применения имидазолин-фосфонатной композиции в практических условиях.

Ключевые слова: ингибитор коррозии, имидазолин-фосфонат, адсорбция, касательное напряжение, рабочая доза, экономическая эффективность.

Abstract. In the wastewater systems of oil and gas fields, inhibitor efficiency depends not only on the reagent composition but also on wall shear stress and flow regime. The dissertation presents an adsorption model that accounts for hydrodynamic effects, as well as results from the practical application of an imidazoline-phosphonate composition.

Keywords: corrosion inhibitor, imidazoline-phosphonate, adsorption, shear stress, working dosage, economic efficiency.

Kirish. Ingibitorli himoyada reagent dozasini orttirish har doim ham iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Oqim tezligi va devor urinma kuchlanishi himoya qatlamining shakllanishi

hamda barqarorligiga ta’sir qilgani sababli ingibitor tanlashda gidrodinamik sharoitni hisobga olish zarur.

Model va tajriba natijalari. Dissertatsiyada sirt qoplanish darajasini ifodalash uchun θ = KC/(1 + KC + τw/τkr) ko‘rinishidagi umumlashtirilgan Langmyur tipidagi bog‘lanish berilgan. Turli reagentlar uchun kritik urinma kuchlanish qiymatlari farqlangan: neft aminli reagent uchun 26 Pa, imidazolin uchun 52 Pa, imidazolin-fosfonat kompozitsiyasi (3:1 nisbatda) uchun 96 Pa. Yangi qurilayotgan tizimlarni loyihalashda 1,1–1,6 m/s tezlik oralig‘i tavsiya etilgan. Ko‘kdumaloq koni qatlam bosimini ushlab turish tizimidagi 420 kunlik sanoat sinovlarida korroziya tezligi 39,4 % ga kamaygan, ingibitor dozasi 60 dan 45 mg/dm³ gacha tushirilgan. Yillik iqtisodiy samara 1,26 mlrd so‘m, qoplash muddati 15,5 oy deb keltirilgan.

Amaliy ahamiyati. Reagent dozasini gidrodinamik rejimga moslab hisoblash ortiqcha reagent sarfini cheklash va himoya samaradorligini saqlashga xizmat qiladi. Kritik urinma kuchlanish qiymati reagentning tanlanayotgan uchastkada ishlash qobiliyatini baholashda muhim mezon bo‘lishi mumkin.

Xulosa. Ingibitorli himoyani optimallashtirishda kimyoviy tarkib, doza va gidrodinamik rejim birgalikda ko‘rib chiqilishi lozim. Dissertatsiyada bayon etilgan sanoat sinovlari imidazolin-fosfonat kompozitsiyasi va rejimga mos dozalash yondashuvining amaliy samaradorligini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Xalilov J.A.,Nurqulov F.N., Avazov M.Sh. Obtaining and testing results of PF-1 brand corrosion inhibitor obtained based on the processing of chlorinated organic waste used in the oil and gas industry // European Journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN (E): 2938-3617 Volume 2, Issue 5, May – 2024. 1-8 bet. (https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/578)
2. Xalilov J.A. Preparation and testing results of a liquid hydrocarbon soluble corrosion inhibitor // European Science Methodical Journal ISSN (E): 2938-3641 Volume 2, Issue 9, September- 2024. 9-16 bet. (https://europeanscience.org/index.php/3/article/view/870/842.
3. Xalilov J.A. Extraction of corrosion inhibitors soluble in petroleum products and their analysis // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 9(126). URL: (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18195)
4. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Xamraqulova G.O. Energetika sanoatida paydo bo‘ladigan korroziya va ularni oldini olish chora tadbirlari va tadqiqot usullari // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 147-151 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.
5. Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I. Современные методы получения присадок, получающих качество автотоплива // ISSN: 3060-4966 JizPI xabarnomasi 2024-yil №4-son 28-31 bet. (https://eroi.uz/11.246/A026-231745.
6. Xalilov J.A., Bozorov O.N., Metall konstruksiyalarni qoplama hosil qilish orqali korroziyadan himoyalash va ularni tadqiq qilish // Yong‘in-portlash xavsizligi ISSN 2181-9327 № 4(17), 2024. 182-184 bet. (https://t.me/ilmiy_jurnal_FVV.

QASHQADARYO VILOYATIDAGI KICHIK DARYO HAVZALARIDA EROZIYA XAVFI VA SUV OMBORLARINING LOYQA BOSISHINI KAMAYTIRISH YO‘LLARI

Xazratov Alisher Normurodovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
e-mail: khazratov@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada Qashqadaryo viloyatidagi kichik daryo havzalarida tuproq eroziyasi va suv omborlarining loyqa bosishi o‘rtasidagi bog‘liqlik muhokama qilinadi. Taqdim etilgan meteorologik stansiyalarning 1980 - 2022-yillardagi o‘rtacha yog‘in qiymatlari va Qashqadaryoning Chiroqchi gidrologik postidagi 2012–2021-yillarga oid suv sarfi hamda muallaq oqiziqlar konsentratsiyasi tavsifiy tahlil qilindi. Ma’lumotlarda yog‘inning hududiy farqlanishi va oqiziqlar konsentratsiyasining sezilarli yillararo o‘zgaruvchanligi kuzatiladi. Tog‘li hududlarda yerdan

foydalanish bosimi va yog‘in shaklining iqlimga bog‘liq o‘zgarishi eroziya xavfini kuchaytirishi mumkin bo‘lgan omillar sifatida ko‘rib chiqiladi. USLE/RUSLE asosida eroziya xavfini xaritalash, o‘simlik qoplamini tiklash va kichik oqiziq tutuvchi inshootlarni tajriba tariqasida qurish bo‘yicha loyiha yo‘nalishlari taklif etiladi. Havza eroziyasi, daryoga yetib keladigan oqiziq va suv omborida cho‘kadigan sediment miqdori alohida baholanishi zarurligi asoslanadi.

Kalit so‘zlar: Qashqadaryo, suv yig‘ilish havzasi, tuproq eroziyasi, USLE, RUSLE, o‘simlik qoplami, iqlim o‘zgarishi, oqiziqlar, suv ombori, sedimentatsiya.

Abstract. The article discusses the relationship between soil erosion in small river basins of the Kashkadarya region and the siltation of reservoirs. A descriptive analysis was conducted on the average precipitation values from the presented meteorological stations for the period 1980–2022, as well as water discharge and suspended sediment concentrations from the Chiroqchi hydrological post on the Kashkadarya River for 2012–2021. The data reveal spatial variations in precipitation and significant interannual variability in sediment concentration. Land-use pressure in mountainous areas and climate-driven changes in precipitation patterns are examined as factors that could exacerbate erosion risks. Project directions are proposed, including erosion risk mapping based on USLE/RUSLE, vegetation cover restoration, and the experimental construction of small sediment-retaining structures. The study substantiates the necessity of separate assessments for basin erosion, sediment delivery to rivers, and the volume of sediment deposition in reservoirs.

Keywords: Kashkadarya, drainage basin, soil erosion, USLE, RUSLE, vegetation cover, climate change, sediment, reservoir, sedimentation.

Аннотация. В статье рассматривается взаимосвязь между эрозией почв в малых речных бассейнах Кашкадарьинской области и заилением водохранилищ. Проведен дескриптивный анализ средних значений осадков по представленным метеостанциям за 1980–2022 годы, а также расходов воды и концентрации взвешенных наносов на гидрологическом посту Чиракчи на реке Кашкадарья за 2012–2021 годы. Данные свидетельствуют о территориальной дифференциации осадков и значительной межгодовой изменчивости концентрации наносов. Антропогенная нагрузка на землепользование в горных районах и климатические изменения характера осадков рассматриваются как факторы, способные усилить риски эрозии. Предложены направления проектных работ по картографированию эрозионных рисков на основе моделей USLE/RUSLE, восстановлению растительного покрова и экспериментальному строительству малых наносоудерживающих сооружений. Обосновывается необходимость раздельной оценки бассейновой эрозии, стока наносов, поступающих в реку, и объема седиментации в водохранилищах.

Ключевые слова: Кашкадарья, водосборный бассейн, эрозия почв, USLE, RUSLE, растительный покров, изменение климата, наносы, водохранилище, седиментация.

Kirish. Kichik daryolarning suv resurslari O‘zbekistonning janubiy hududlarida sug‘orish, aholi ehtiyojlari va mahalliy xo‘jalik faoliyati uchun muhim ahamiyatga ega. Qashqadaryo viloyatidagi Chimqo‘rg‘on, Pachkamar va Hisorak suv omborlari mavsumiy oqimni tartibga solish imkonini beradi. Ularning suv saqlash qobiliyatini saqlash uchun havzadan keladigan oqiziqlar va suv omborida cho‘kindi yig‘ilishini boshqarish talab etiladi.

Daryo oqimi suv yig‘ilish havzasida kechadigan gidrologik jarayonlarning natijasidir. Yog‘inning bir qismi o‘simliklarda ushlanadi va bug‘lanadi, bir qismi tuproqqa shimiladi, qolgan qismi yuzaki oqimni shakllantiradi. Qor va muzliklarda to‘plangan suv erish davrida oqimga qo‘shiladi. Havzadagi yer qoplami va tuproq holati suvning ushbu yo‘llar bo‘yicha taqsimlanishiga hamda oqim bilan tashiladigan zarrachalar miqdoriga ta’sir qiladi.

Maqolaning maqsadi taqdim etilgan hududiy ma’lumotlar va mavjud ilmiy yondashuvlar asosida eroziya–oqiziq–sedimentatsiya bog‘liqligini yoritish hamda kichik daryo havzalarida amalga oshiriladigan amaliy baholash va muhofaza loyihalarini taklif qilishdan iborat.

Materiallar va tadqiqot yondashuvi. Tadqiqot tavsifiy tahlil va loyiha taklifini ishlab chiqish shaklida bajarildi. Mahalliy ma'lumotlar muallif taqdim etgan "Yangi maqola" ishchi materialidagi ikki jadvaldan olindi [1]. Birinchi jadval beshta meteorologik stansiya bo'yicha o'rtacha ko'p yillik yog'inni, ikkinchi jadval Chiroqchi gidrologik postidagi o'rtacha yillik suv sarfi va oqiziqlar konsentratsiyasini qamrab oladi. Dastlabki kuzatuvlarning o'lchash chastotasi, hisoblash usuli va birlamchi arxiv manbasi ishchi materialda to'liq keltirilmagan; ushbu cheklov natijalarni talqin qilishda hisobga olindi.

USLE va RUSLE asosida eroziyani baholash. USLE va uning takomillashtirilgan RUSLE yondashuvlari yog'in va yuzaki oqim ta'sirida yuz beradigan yuza hamda mayda jo'yak eroziyasidan o'rtacha yillik tuproq yo'qotilishini baholash uchun qo'llanadi [2]. Asosiy bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

Bu yerda A — o'rtacha yillik tuproq yo'qotilishi, t/(ga·yil); R — yog'inning eroziyalash qobiliyati; K — tuproqning eroziyaga moyilligi; LS — yonbag'ir uzunligi va nishabligini ifodalovchi omil; C — yer qoplami va undan foydalanish omili; P — eroziyaga qarshi amaliyotlar omili. C, P va LS o'lchamsiz bo'lib, R va K uchun tanlangan birliklar bir-biriga mos bo'lishi lozim. USLE/RUSLE hisoblarini SI birliklarida ham amalga oshirish mumkin.

GIS muhitida har bir hisoblash katagi uchun A aniqlanib, havzadagi umumiy yuza va mayda jo'yak eroziyasi quyidagicha yig'iladi:

$$E = \Sigma(A_i \times S_i) \quad (2)$$

Bu yerda S_i — katak maydoni, ga; E — baholangan yillik tuproq yo'qotilishi, t/yil. Havzada yuvilgan tuproqning hammasi daryoga yetib kelmaydi. Soddalashtirilgan baholashda ushbu manbalardan keladigan oqiziq hosili Y = SDR × E orqali aniqlanishi mumkin; SDR — oqiziqning yetkazib berilish nisbati. Jarlik, o'zan va qirg'oq eroziyasi hamda ko'chki manbalari alohida hisobga olinadi. Shu sababli USLE/RUSLE natijasini bevosita suv omboriga keladigan jami oqiziq miqdori deb qabul qilish mumkin emas.

Mahalliy ma'lumotlarning tavsifiy tahlili. Taqdim etilgan stansiya ma'lumotlarida 1980–2022-yillardagi o'rtacha yog'in Muborakda 193 mm, Shahrisabzda esa 551 mm ni tashkil etadi (1-jadval). Stansiyalar balandligi ortishi bilan yog'in umumiy hisobda ko'payadi, biroq bu bog'lanish qat'iy monoton emas: G'uzordagi qiymat Chimqo'rg'ondagidan biroz past. Natijalar relyef va hududiy joylashuv ta'sirini ko'rsatadi; yillik yog'in yig'indisining o'zi R omilini aniq aniqlash uchun yetarli emas.

1-jadval. Meteorologik stansiyalarda o'rtacha ko'p yillik yog'in, 1980–2022-yillar

Stansiya	Mutlaq balandlik, m	Yog'in, mm
Muborak	288	193
Qarshi	378	253
Chimqo'rg'on	465	364
G'uzor	524	359
Shahrisabz	633	551

2012–2021-yillarda konsentratsiya 300–1300 g/m³ oralig'ida o'zgargan. Eng yuqori qiymat 2020-yilda, eng past qiymat 2012-yilda qayd etilgan. 2021-yilda konsentratsiya 410 g/m³ gacha pasaygani sababli qatorni uzluksiz ortish deb tavsiflash to'g'ri emas. 2019 va 2020-yillarda suv sarflari yaqin bo'lsa-da, konsentratsiyalar sezilarli farq qiladi. Bu yillik o'rtacha suv sarfi oqiziq rejimini to'liq ifodalamasligini ko'rsatadi.

2-jadval. Chiroqchi postida suv sarfi va muallaq oqiziqlar konsentratsiyasi

Yil	O'rtacha suv sarfi, m³/s	Oqiziqlar konsentratsiyasi, g/m³
2012	14,6	300
2013	13,3	640

Yil	O‘rtacha suv sarfi, m^3/s	Oqiziqlar konsentratsiyasi, g/m^3
2014	9,64	720
2015	21,2	870
2016	16,6	860
2017	18,3	860
2018	8,54	470
2019	27,2	470
2020	26,0	1300
2021	8,82	410

Aniq yillik oqiziq yuklamasi Q(t) × C(t) ko‘paytmasini vaqt bo‘yicha integrallash orqali topiladi. Alohida hisoblangan yillik o‘rtacha sarf va konsentratsiya ko‘paytmasi sel-toshqin davrlaridagi bog‘liqlikni yo‘qotishi mumkin. Shu bois mazkur jadval asosida aniq sediment yuklamasi yoki suv omborining hajm yo‘qotilishi hisoblanmadi.

Eroziya xavfini kuchaytiruvchi omillar. Tog‘li va tog‘oldi hududlarda aholi sonining o‘sishi yer, yaylov, yo‘l, qurilish maydoni va yoqilg‘i resurslariga talabni oshirishi mumkin. Ushbu talab tabiiy qoplamni keskin o‘zgartirish, daraxt va butalarni kesish yoki me’yoridan ortiq chorva boqish bilan qondirilsa, tuproqning himoyalanishi zaiflashadi. FAO havza funksiyalariga xavf tug‘diruvchi omillar qatorida o‘rmonsizlanish, ortiqcha yaylov bosimi va yo‘l qurilishini qayd etadi [3]. Aholi ko‘payishi o‘z-o‘zidan eroziyaning muqarrar kuchayishini anglatmaydi; ta’sir yerdan foydalanish va boshqaruv amaliyotlariga bog‘liq.

O‘simliklarning yer usti qismlari va tuproq yuzasidagi qoldiqlar yomg‘ir tomchilarining zarba ta’sirini kamaytiradi. Ildizlar tuproqni mustahkamlaydi, yer qoplamining g‘adir-budurligi esa yuzaki oqimning tezligi va zarrachalarni tashish imkoniyatini pasaytirishi mumkin. Shu sababli eroziyani kamaytirishda faqat daraxt sonini ko‘paytirish emas, tuproq yuzasining uzluksiz himoyalanishini ta’minlash ham muhim.

Iqlim isishi tog‘larda yog‘inning qor va yomg‘ir shakllari o‘rtasidagi nisbatni o‘zgartirishi mumkin. Iqlim o‘zgarishi bo‘yicha hukumatlararo ekspertlar guruhi ayrim tog‘li hududlarda kelajakda yomg‘ir ulushining ortishi mumkinligini ko‘rsatadi [4]. Bu umumiy yog‘in miqdori hamma joyda ortishini anglatmaydi. Mahalliy oqibatlar balandlik, yog‘in intensivligi, tuproq namligi va qor qoplamining holatiga bog‘liq. Kuchli yomg‘irlar himoyasiz nishab maydonlarda tez yuzaki oqim va eroziya hosil qilishi mumkin; tez qor erishi ham kuchli oqim manbai bo‘lishi mumkin.

Qashqadaryo havzasida ushbu mexanizmning ta’sirini isbotlash uchun havo harorati, yog‘in turi va intensivligi, qor qoplami hamda oqimning mavsumiy o‘zgarishini tahlil qilish zarur. Bir necha yilgi o‘rtacha oqiziq konsentratsiyasi asosida o‘zgarishni faqat global iqlim isishi yoki aholi o‘sishiga bog‘lash yetarli asosga ega emas.

Suv omborida sedimentatsiyaning shakllanishi. Daryodan suv omboriga kirgan oqimda tezlik va zarrachalarni tashish sharoitlari o‘zgaradi. Oqiziqlarning bir qismi cho‘kadi, bir qismi esa suv chiqarish inshootlari orqali pastki byefga o‘tishi mumkin. Cho‘kish zarracha o‘lchami, oqim rejimi, suv ombori geometriyasi va ekspluatatsiya tartibiga bog‘liq. Mayda zarrachalar zichlik oqimlari bilan uzoq masofaga ko‘chishi ham mumkin [5].

Soddalashtirilgan yillik massa hisobida $M_{dep} = TE \times Y_{in}$ deb olinadi. Bu yerda Y_{in} — suv omboriga kiradigan yillik oqiziq massasi, TE — ushlab qolish ulushi, M_{dep} — cho‘kkan massa. Hajm o‘zgarishi $\Delta V = M_{dep}/\rho_b$ orqali baholanadi; ρ_b — cho‘kindining quruq hajmiy zichligi. Zichlik va konsolidatsiya vaqt bilan o‘zgaradi. Foydali hajmning kamayishini aniqlash uchun cho‘kindining suv ombori kosasida joylashuvi va takroriy batimetrik o‘lchovlar ham zarur.

Havzada eroziyani baholash loyihasi. Dastlabki loyiha uchun G‘uzordaryo yoki Qashqadaryoning suv omboriga oqim yetkazib beruvchi kichik havzalaridan biri tanlanishi mumkin. Havza chegarasi raqamli relyef modeli orqali ajratilib, nishablik, oqim to‘planishi va yonbag‘ir uzunligi qatlamlari tayyorlanadi. Yog‘in, tuproq, yer qoplami va amaldagi muhofaza choralaridan R,

K, LS, C va P qatlamlari tuziladi. Barcha qatlamlar bir xil koordinata tizimi, hisoblash katagi va birliklarga keltiriladi.

Landsat yoki Sentinel tasvirlari asosida daraxt-buta qoplami, o‘tloq va yaylov, ekin maydoni, ochiq tuproq hamda qurilgan hududlar ajratiladi. NDVI vegetatsiya holatini kuzatishda yordam beradi, biroq uning bitta qiymatini C omiliga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tenglashtirish o‘rniga hududga mos bog‘lanish tanlanishi lozim. Bir xil mavsumdagi ko‘p yillik tasvirlar qoplam o‘zgarishini solishtirish uchun ishlatiladi.

Hisoblash natijasida eroziya xavfi xaritasi va ustuvor muhofaza uchastkalari aniqlanadi. Daryoga yaqin, oqim yo‘llari bilan kuchli bog‘langan maydonlar sediment yetkazib berish nuqtayi nazaridan alohida baholanadi. Masofaviy ma’lumotlar boshlang‘ich baholashni kompyuterda bajarish imkonini beradi; loyiha qarorlari uchun natijalarni mavjud gidropost ma’lumotlari, yuqori aniqlikdagi tasvirlar va zarur kuzatuvlar bilan tekshirish talab etiladi.

O‘simlik qoplamini tiklash va kichik oqiziq tutgichlar. Biologik choralar mavjud tabiiy qoplamni saqlash, degradatsiyaga uchragan yaylovlarni tiklash, chorva boqish yuklamasini boshqarish va ochiq tuproq maydonlarini mahalliy daraxt, buta hamda ko‘p yillik o‘tlar bilan qoplashni o‘z ichiga oladi. Ekiladigan turlar balandlik, tuproq va namlik sharoitiga mos tanlanadi. Ko‘chatlarning yashab qolishi va yer yuzasining himoyalanish darajasi natijaning asosiy ko‘rsatkichlari bo‘lishi kerak. O‘simlik ekish daryo suv sarfini albatta oshiradi, deb qabul qilinmaydi.

Kichik soy va jarliklarda tosh yoki gabionli oqiziq tutuvchi to‘g‘onlar bo‘yicha tajriba loyihalari taklif etiladi. Ular mahalliy oqim energiyasini kamaytirish, o‘zanni barqarorlashtirish va oqiziqlarning bir qismini ushlab qolishga xizmat qilishi mumkin. FAO bunday inshootlarni o‘simlik qoplamini tiklash va yerdan foydalanishni yaxshilash bilan birga ko‘rib chiqishni tavsiya qiladi [3]. Har bir joy uchun sel sarfi, oqiziq o‘lchamlari, poydevor, suv o‘tkazish va qirg‘oq yuvilishi muhandislik hisoblari orqali tekshiriladi.

Inshootning cho‘kindi saqlash hajmi cheklanganligi sababli tozalash yo‘li, yig‘ilgan materialdan foydalanish yoki uni chiqarish tartibi va xizmat ko‘rsatishga mas’ul tashkilot oldindan belgilanadi. Monitoringda cho‘kindi yig‘ilishi, inshoot barqarorligi, o‘simlik qoplamining tiklanishi va quyi oqimdagi sediment o‘zgarishi kuzatiladi. Chora samarasi sarflangan mablag‘ga nisbatan kamaytirilgan oqiziq miqdori orqali ham baholanishi mumkin.

Xulosa. Suv omborlarining foydali hajmini saqlash uchun ularga suv yetkazib beruvchi tog‘li va tog‘oldi havzalarda eroziya hamda oqiziqlar shakllanishini boshqarish zarur. Taqdim etilgan mahalliy ma’lumotlar yog‘inning hududiy farqlanishi va oqiziq konsentratsiyasining katta yillararo o‘zgaruvchanligini ko‘rsatadi. Ular sediment konsentratsiyasining uzluksiz ortishini yoki bu o‘zgarishning aniq sababini isbotlamaydi.

Aholi o‘sishi bilan bog‘liq yer o‘zlashtirish, daraxt-buta qoplamini kamaytirish va yaylovlardan me’yoridan ortiq foydalanish tuproq himoyasini zaiflashtirishi mumkin. Iqlim isishi sharoitida ayrim balandliklarda qor o‘rniga yomg‘ir ulushining ortishi, ayniqsa kuchli yog‘inlar bilan birga kuzatilsa, qo‘shimcha eroziya xavfini yuzaga keltiradi. Ushbu omillarning birgalikdagi ta’siri suv omborlariga keladigan oqiziqni oshirishi va loyqa bosishini tezlashtirishi mumkin; mahalliy miqdoriy baholash uchun qo‘shimcha ma’lumotlar zarur.

Shu sababli kichik daryo havzalarida USLE/RUSLE, GIS va masofadan zondlashga asoslangan eroziya xavfini baholash loyihalarini boshlash maqsadga muvofiq. Natijalar daryoga oqiziq yetkazib berish, jarlik va o‘zan eroziyasi hamda suv omborining sediment tutib qolishi haqidagi baholashlar bilan to‘ldirilishi kerak. Aniqlangan ustuvor uchastkalarda tabiiy qoplamni muhofaza qilish, mahalliy o‘simliklarni ekish va yaylovlarni tiklash tavsiya etiladi.

Kichik oqiziq tutuvchi to‘g‘onlar muhandislik jihatdan asoslangan joylarda tajriba tariqasida qurilib, o‘simlik qoplamini tiklash bilan uyg‘unlashtirilishi lozim. Bunday loyihalarda davriy tozalash va monitoringni moliyalashtirish qurilishning o‘zi bilan birga rejalashtiriladi. Havzada tuproq yo‘qotilishini kamaytirish va oqiziqlarni manbaga yaqin joyda boshqarish suv omborlarining xizmat muddatini uzaytirishga yordam berishi mumkin.

Foydalanilgan manbalar
[1] Sobir, S. E., Alisher, N. K., & Elgiza, A. S. (2025). Water management issues in the South of Uzbekistan: challenges and strategic responses. Agricultural Management/Lucrari Stiintifice Seria I, Management Agricol, 27(1), 169.
[2] USDA Agricultural Research Service. Revised Universal Soil Loss Equation 2 (RUSLE2): rasmiy hujjatlar va ilmiy tavsif. https://www.ars.usda.gov/southeast-area/oxford-ms/national-sedimentation-laboratory/watershed-physical-processes-research/research/rusle2/
[3] FAO. Watershed management. Sustainable Forest Management Toolbox. https://www.fao.org/sustainable-forest-management-toolbox/modules/watershed-management/en
[4] IPCC. 2022. Cross-Chapter Paper 5: Mountains. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/ccp5/
[5] Morris, G. L., Fan, J. 1998. Reservoir Sedimentation Handbook. New York: McGraw-Hill.

АРОМАТИК АЦЕТИЛЕН СПИРТЛАРИ ВИНИЛОКСИ ЭФИРЛАРИ СИНТЕЗИ

Саматов Санъат Бахтиёрович
Иқтисодиёт ва педагогика университети, Қарши шаҳри

Аннотация. Ароматик ацетилен спиртларининг фенилацетилен билан CsF–MOH–ДМСО (M = Li, Na, K) каталитик системасида реакцияси орқали молекуласида қўш ароматик ҳалқа сақлаган винилокси эфирлари (ВОЭ) синтез қилинди. Ҳарорат ва катализатор табиатининг маҳсулот унумига таъсири ўрганилди; энг яхши натижа NaOH·CsF·ДМСО системасида 120 °C да олинди (унум 72,3–89,6 %).
Калит сўзлар: ацетилен спиртлари, винилокси эфирлар, фенилацетилен, суперасосли катализ, ДМСО.

Аннотация. Реакцией ароматических ацетиленовых спиртов с фенилацетиленом в каталитической системе CsF–MOH–ДМСО (M = Li, Na, K) синтезированы винилоксиэфиры (ВОЭ), содержащие в молекуле два ароматических кольца. Изучено влияние температуры и природы катализатора на выход продуктов; наилучший результат получен в системе NaOH·CsF·ДМСО при 120 °C (выход 72,3–89,6 %).
Ключевые слова: ацетиленовые спирты, винилоксиэфиры, фенилацетилен, суперосновный катализ, ДМСО.

Abstract. Vinyloxy ethers containing two aromatic rings in the molecule were synthesized by the reaction of aromatic acetylenic alcohols with phenylacetylene in the CsF–MOH–DMSO catalytic system (M = Li, Na, K). The effects of temperature and catalyst nature on the product yield were studied; the best results were obtained in the NaOH·CsF·DMSO system at 120 °C (yields 72.3–89.6%).
Keywords: acetylenic alcohols, vinyloxy ethers, phenylacetylene, superbase catalysis, DMSO.

Kirish. Ароматик ацетилен спиртлари винилокси эфирлари молекуласида ҳам учлама боғ, ҳам винил гуруҳини сақлагани учун органик синтезда, полимерлар кимёсида ва биологик фаол бирикмалар олишда истиқболли оралиқ маҳсулотлар ҳисобланади [1, 2]. Ацетилен ҳосилаларининг спиртлар билан нуклеофил бирикиш реакцияларини юқори асосли (суперасосли) системалар иштирокида олиб бориш бундай эфирларни юмшоқ шароитда ва юқори унум билан олиш имконини беради [3]. Ушбу ишнинг мақсади молекуласида қўш ароматик ҳалқа тутган винилокси эфирларини CsF–MOH–ДМСО каталитик системасида

синтез қилиш ҳамда реакция унумига катализатор табиати ва ҳароратнинг таъсирини аниқлашдан иборат.

Metodlar. Ароматик ацетилен спиртлари (I–VI) фенилацетилен билан реакцияга киритилиб, тегишли ВОЭ ҳосил қилинди. Спирт таркибидаги R радикали сифатида циклопентил (I), циклогексил (II), метилциклогексил (III), метилизопропилциклогексил (IV), триметилбициклогептил (V) ва адамантил (VI) гуруҳлари олинди. Реакция схемаси қуйидагича таклиф қилинди:

$$Ph–C\equiv C–CH(R)–OH + HC\equiv C–Ph \rightarrow (CsF–MOH–ДМСО) \rightarrow Ph–C\equiv C–CH(R)–O–CH=CH–Ph$$

Natijalar. Тажрибалар ДМСО эритмасида, 70–150 °С ҳарорат оралиғида, 4–10 соат давомида ва бошланғич моддаларнинг эквимоляр нисбатида ўтказилди. Ҳарорат 70 °С дан 120 °С гача кўтарилганда ВОЭ унуми ортиб борди, 150 °С да эса унум кескин камайди. 70 °С да ишқорлар ДМСО эритмасида етарли каталитик селективлик кўрсатмади. 120 °С да эса улар тўлиқ каталитик фаолликни намоён қилиб, системада алкоголят ва ацетиленидлар юқори самара билан ҳосил бўлди; уларнинг гидролизга учраши эфирлар ҳосил бўлиши учун қулай муҳит яратди. Ҳарорат янада оширилганда винил ҳосилаларнинг полимерланиши ҳамда ацетилен спиртларининг фенилацетилен ва кетонларгача парчаланиши натижасида унум пасайди. Каталитик системаларнинг таъсири жадвалда келтирилган. Унум бўйича системалар LiOH·CsF < KOH·CsF < NaOH·CsF қаторида ортиб боради.

Жадвал 1.

Ароматик ацетилен спиртлари винилокси эфирлари унумига каталитик системаларнинг таъсири (эритувчи ДМСО, давомийлиги 8 соат, ҳарорат 120 °С)

Маҳсулот унуми, %

Каталитик система	I ВОЭ	II ВОЭ	III ВОЭ	IV ВОЭ	V ВОЭ	VI ВОЭ
LiOH-CsF	67,6	62,0	59,4	52,3	51,0	46,8
NaOH-CsF	89,6	86,7	83,4	77,7	75,0	72,3
KOH-CsF	87,2	84,3	80,1	73,1	71,1	67,8

Muhokama. NaOH·CsF қўлланилганда унумнинг юқори бўлишини ДМСО да NaOH эриши натижасида CsF билан алмашиниш реакциясининг охиригача боришига боғлаш мумкин: бунда CsOH нисбатан кўпроқ ҳосил бўлиб, фаол каталитик марказ вазифасини бажарувчи металл комплекс шаклланади ва у фенилацетилен билан осон реакцияга киришади, деб тахмин қилинади.

Барча каталитик системаларда ВОЭ унуми I дан VI га қараб, яъни спирт таркибидаги R радикали мураккаблашиб бориши билан камайиб боради. Масалан, NaOH·CsF системасида циклопентил ҳосиласи (I) 89,6 %, адамантил ҳосиласи (VI) эса 72,3 % унум билан олинди. Бундай қонуният спирт гидроксил гуруҳи атрофидаги фазовий тўсиқнинг ортиши билан боғлиқ бўлиши мумкин.

Жараённинг борида юқори асосли муҳитда ацетилен спирти ва фенилацетилен депротонланиб, мос равишда алкоголят ва ацетиленид ҳосил бўлади деб тахмин қилинади. Алкоголят анионининг фенилацетиленнинг учлама боғига бирикиши ва кейинги протонланиши натижасида винилокси эфири ҳосил бўлади. ДМСО катионларни яхши сольватлаб, анионларнинг нуклеофиллигини оширади, шу сабабли реакция суперасосли муҳитда нисбатан юмшоқ шароитда боради. Системада сув иштирок этганда гидролиз реакцияси рақобатлашиб, маҳсулот унумини камайтириши мумкин.

Ушбу эфирларни юқори унум билан синтез қилиш учун энг қулай шароит сифатида NaOH+CsF+ДМСО системасида 120 °С да 8 соат давомида реакцияни олиб бориш танланди. Бу шароитда I–VI ВОЭ мос равишда 89,6; 86,7; 83,4; 77,7; 75,0 ва 72,3 % унум билан олинди. Уларнинг тузилиши, тозалиги ва таркиби замонавий физик-кимёвий усуллар ёрдамида аниқланди ва исботланди.

Xulosa. Хулоса қилиб айтганда, CsF-MOH-ДМСО системаси ароматик ацетилен спиртларининг фенилацетилен билан реакциясида самарали катализатор бўлиб, унинг

фаоллиги LiOH < KOH < NaOH қаторида ортади. Реакциянинг оптимал ҳарорати 120 °C бўлиб, ундан юқори ҳароратда ён жараёнлар (полимерланиш ва парчаланиш) ҳисобига унум камаяди. Олинган натижалар молекуласида қўш ароматик ҳалқа сақлаган винилокси эфирларини юқори унум билан синтез қилишда фойдаланилиши мумкин.

Адабиётлар:

1. Шостаковский М.Ф. Простые виниловые эфиры. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 280 с.
2. Трофимов Б.А. Гетероатомные производные ацетилена: новые полифункциональные мономеры, реагенты и промежуточные продукты. – М.: Наука, 1981. – 319 с.
3. Trofimov B.A., Gusarova N.K. Acetylene: new prospects of classical chemistry // Russian Chemical Reviews. – 2007. – Vol. 76, No. 6. – P. 507–527.

YOQILG‘I VA SURKOV MOYLARINI TOZALASH, JARAYONLARNING MAQSADI VA ULARNING RIVOJI

Samatov San’at Baxtiyorovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, "Neft va gaz ishi" kafedrasi

Annotatsiya. Ushbu tezisda yoqilg‘i va surkov moylarini tozalash va qayta ishlash jarayonlarining texnologik maqsadi, zamonaviy usullari va rivojlanish istiqbollari yoritilgan. Yonilg‘i-moylash materiallari tarkibidagi zararli aralashmalarni kamaytirish va ularning ekspluatatsion xossalarini yaxshilash texnologiyalari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: *yoqilg‘i, surkov moylari, gidrotozalash, selektiv tozalash, oltingugurt, adsorbsiya, katalizator.*

Аннотация. В данной тезисной работе освещены технологические цели, современные методы и перспективы развития процессов очистки топлива и смазочных масел. Проанализированы технологии снижения количества вредных примесей и улучшения эксплуатационных свойств горюче-смазочных материалов.

Ключевые слова: *топливо, смазочные масла, гидроочистка, селективная очистка, сера, адсорбция, катализатор.*

Abstract. This thesis covers the technological objectives, modern methods, and development prospects of fuel and lubricating oil purification processes. Technologies for reducing harmful impurities in fuel and lubricants and improving their operational characteristics are analyzed.

Keywords: *fuel, lubricating oils, hydrotreating, selective refining, sulfur, adsorption, catalyst.*

Kirish. Zamonaviy sanoat va transport sohasi yoqilg‘i va surkov moylarining sifatiga juda yuqori talablarni qo‘ymoqda. Neftni qayta ishlash jarayonida olinadigan birlamchi mahsulotlar tarkibida turli xil keraksiz hamda zararli aralashmalar oltingugurt va azot birikmalari, smolalar, kislorodli birikmalar hamda mexanik zarrachalar mavjud bo‘ladi. Ushbu aralashmalar ichki yonuv dvigatellari va texnik uskunalar ish faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, korroziya, yeyilish va atrof-muhitning ifloslanishiga olib keladi. Shu sababli yoqilg‘i va surkov moylarini chuqur tozalash neft-gaz sanoatining eng muhim va dolzarb vazifalaridan biridir.

Jarayonlarning maqsadi va ahamiyati. Yoqilg‘i va surkov moylarini tozalash jarayonlarining asosiy maqsadi quyidagilardan iborat:

- mahsulotlarning kimyoviy barqarorligi va ekspluatatsion xossalarini (oksidlanishga chidamlilik, qovushqoqlik-harorat xususiyatlari) oshirish;
- dvigatel va mexanizmlarni korroziya hamda erta yeyilishdan himoya qilish;
- yonish mahsulotlarining atrof-muhitga (atmosferaga) yetkazadigan zararli ta’sirini va zaharli gazlar (SOx, NOx) miqdorini kamaytirish;

- surkov moylarining xizmat qilish muddatini uzaytirish va resurs tejamkorlikni ta’minlash.

Tozalash texnologiyalarining tasnifi va rivojlanishi. Hozirgi kunda yoqilg‘i va moylarni tozalashda fizik-kimyoviy va kimyoviy usullar keng qo‘llaniladi. Rivojlanish bosqichlarida kislotali-ishqorli tozalash usullaridan zamonaviy katalitik va selektiv jarayonlarga o‘tildi.

1-jadval

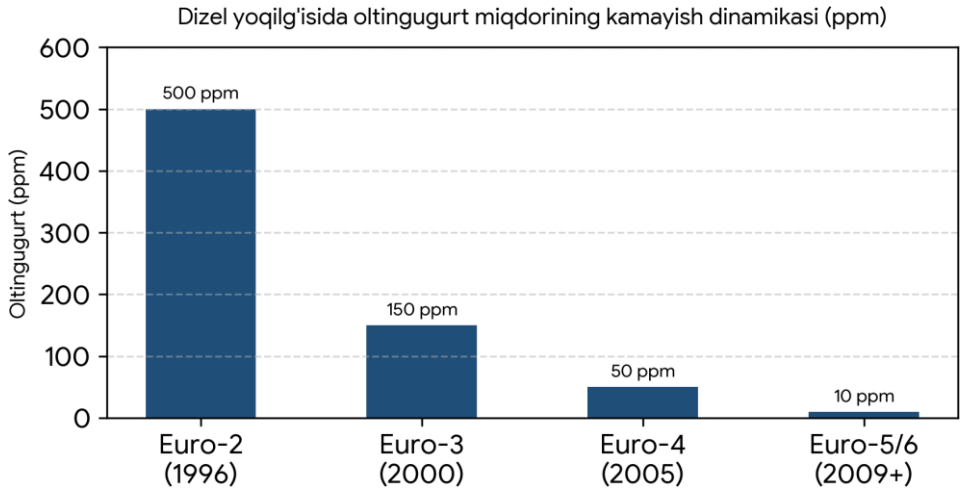
Yoqilg‘i va moylarni tozalash usullarining qiyosiy xarakteristikasi

Tozalash usuli	Yo‘qotiladigan aralashmalar	Afzalligi va xususiyati
Gidrotozalash (Hydrotreating)	Oltingugurt, azot, kislorod birikmalari, toyinmagan uglevodorodlar	Yuqori samaradorlik, ekologik toza mahsulot berishi, katalitik jarayon
Selektiv tozalash (Selective refining)	Aromatik uglevodorodlar, smola, asfaltenlar	Moylarning qovushqoqlik indeksini oshiradi hamda termik barqarorligini ta’minlaydi
Adsorbsion tozalash (Adsorption purification)	Kislotali birikmalar, smolalar, namlik va qoldiq birikmalar	Kam energiasarfligi, moylarni qayta tiklash (regeneratsiya) imkoniyati

Zamonaviy davrda **gidrotozalash** eng samarali usul hisoblanib, vodorod ishtirokida va yuqori bosim/haroratda oltingugurtli birikmalarni vodorod sulfid (H_2S) ko‘rinishida ajratib olishga asoslangan. Moylar ishlab chiqarishda esa selektiv eritmalar (masalan, furfural, N-metilpirrolidon) yordamida tozalash va dewaksing (parafinsizlantirish) jarayonlari keng qo‘llaniladi.

Rivojlanish tendensiyalari va istiqbollar. Bugungi kunda jahon neft-gaz sanoatida Yoqilg‘i va moy tozalash yo‘nalishida quyidagi asosiy va zamonaviy tendensiyalar kuzatilmoqda:

1. **Nanoteknologik katalizatorlar:** Gidrotozalash samaradorligini oshirish uchun Co-Mo, Ni-Mo asosidagi nano-katalizatorlarni qo‘llash;
2. **Biodizel va sintetik moylarni tozalash:** Qayta tiklanuvchi xomashyolar asosida olinadigan ekologik toza yoqilg‘ilarni chuqur refinement qilish;
3. **Ozonlashtirish va ultratovushli tozalash:** Energiya tejamkor va ekologik xavfsiz yangi tozalash usullarini amaliyotga tatbiq etish.



1-grafik. Yevropa ekologik standartlariga mos ravishda oltingugurt miqdorining kamayish dinamikasi

Xulosa. Yoqilg‘i va surkov moylarini tozalash texnologiyalarining rivojlanishi zamonaviy sanoat va ekologiya talablariga uzviy bog‘liq. Tozalash jarayonlarini takomillashtirish nafaqat dvigatellar va texnikaning xizmat muddatini uzaytiradi, balki atrof-muhitga chiqariladigan zaharli chiqindilar miqdorini keskin kamaytiradi. Kelajakda energiya tejamkor, nano-katalitik va bio-asosli tozalash usullarini keng joriy etish ushbu sohaning ustuvor yo‘nalishi bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Axmetov S.A. Texnologiya pererabotki nefti i gaza. – M.: Ximiya, 2013.

2. Majidov K.M. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018.
3. Gary J.H., Handwerk G.E. Petroleum Refining: Technology and Economics. – CRC Press, 2007.

NEFTNI QAYTA ISHLASHNING ZAMONAVIY HOLATI VA DOLZARB MUAMMOLARI

Samatov San’at Baxtiyorovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, "Neft va gaz ishi" kafedrasi

Annotatsiya. Ushbu tezisda jahon va milliy neftni qayta ishlash sanoatining zamonaviy holati, texnologik chuqurligi hamda sohadagi dolzarb muammolar tahlil qilingan. Neft xomashyosini chuqur qayta ishlash, ekologik talablarga moslashish va katalitik jarayonlarni takomillashtirish masalalari yoritilgan.
Kalit so‘zlar: *neftni qayta ishlash, NQIZ, qayta ishlash chuqurligi, kreking, gidrokreking, ekologik standartlar, katalizator.*

Аннотация. В данной тезисной работе проанализированы современное состояние, технологическая глубина и актуальные проблемы мировой и национальной нефтеперерабатывающей промышленности. Освещены вопросы глубокой переработки нефти, адаптации к экологическим требованиям и совершенствования каталитических процессов.
Ключевые слова: *нефтепереработка, НПЗ, глубина переработки, крекинг, гидрокрекинг, экологические стандарты, катализатор.*

Abstract. This thesis analyzes the current state, technological depth, and pressing challenges of the global and national petroleum refining industry. Issues related to deep crude oil processing, adaptation to environmental standards, and the advancement of catalytic processes are discussed.
Keywords: *petroleum refining, refinery, processing depth, cracking, hydrocracking, environmental standards, catalyst.*

Kirish. Neftni qayta ishlash sanoati jahon energetika va kimyo sanoatining tayanch ustunlaridan biri hisoblanadi. Bugungi kunda global iqtisodiyotning jadal rivojlanishi va yonilg‘i-energetika resurslariga bo‘lgan talabning ortishi neftni qayta ishlash zavodlari (NQIZ) oldiga yangi texnologik hamda ekologik vazifalarni qo‘ymoqda. Neft qazib olish xususiyatlarining o‘zgarishi, ya’ni og‘ir va yuqori oltingugurtli neft ulushining ortib borishi qayta ishlash jarayonlarini modernizatsiya qilishni va texnologik chuqurlikni oshirishni taqazo etmoqda.

Neftni qayta ishlashning zamonaviy holati. Hozirgi bosqichda neftni qayta ishlash sanoatining asosiy ko‘rsatkichi bu neftni qayta ishlash chuqurligi hisoblanadi. Rivojlangan mamlakatlarda (AQSh, Yevropa Ittifoqi) bu ko‘rsatkich 90-95% ni tashkil etgani holda, ko‘plab rivojlanayotgan davlatlarda va MDB mamlakatlarida 75-85% atrofida saqlanib qolmoqda.

1-jadval

Turli hududlarda neftni qayta ishlash zavodlarining zamonaviy ko‘rsatkichlari

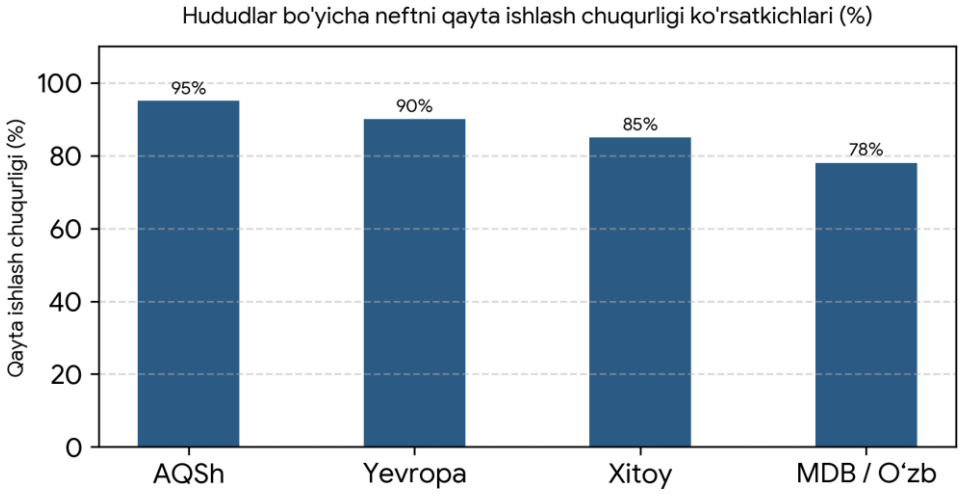
Mintaqa / Mamlakat	Qayta ishlash chuqurligi (%)	Asosiy texnologik yo‘nalishlar
AQSh va Shimoliy Amerika	92 - 96%	Katalitik kreking, gidrokreking, koksing (coking)
Yevropa Ittifoqi	88 - 92%	Chuqur gidrotozalash, desulfurizatsiya, qayta tiklanuvchi bio-xomashyo

MDB davlatlari va O‘rta Osiyo	75 - 85%	Modernizatsiya bosqichi, Euro-4/5 standartlariga o‘tish

Zamonaviy NQIZlarning asosiy maqsadi ochiq rangli neft mahsulotlari (benzin, aviakerosin, dizel) unumdorligini oshirish va og‘ir mazut qoldiqlarini ikkilamchi destruktiv jarayonlar (katalitik kreking, gidrokreking, sekinlashtirilgan koksing) orqali qayta ishlashdan iboratdir.

Sohaning dolzarb muammolari. Bugungi kunda neftni qayta ishlash sanoati bir qator o‘tkir va tizimli muammolarga duch kelmoqda:

1. Xomashyo sifatining yomonlashuvi: Qazib olinayotgan neft tarkibida og‘ir fraksiyalar, oltingugurt, smola va metallar (vanadiy, nikel) miqdorining ortib borishi;
2. Uskunalarning ma’nan va fiziki eskirishi: Ko‘plab zavodlarda asosiy fondlarning eskirganligi va energiya sarfining yuqoriligi;
3. Ekologik talablarning doimiy kuchayishi: Euro-5 va Euro-6 standartlariga mos yuqori sifatli, oltingugurtsiz yoqilg‘ilar ishlab chiqarish zarurati;
4. Katalizatorlar muammosi: Yuqori faollikka va selektivlikka ega bo‘lgan mahalliy katalizator tizimlarini yaratish va ularning narxi.



1-rasm

Jahon va mintaqalar bo‘yicha neftni qayta ishlash chuqurligi darajasi

Rivojlanish istiqbollari va xulosa. Neftni qayta ishlash sanoatini rivojlantirish uchun NQIZlarni chuqur va kompleks modernizatsiya qilish, energiya tejamkor hamda kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish zarur. Gidrojarayonlarni kengaytirish va neft-kimyo majmualari bilan integratsiyalashuv (Petrochemical Integration) sohaining kelajagini belgilab beradi. Xulosa qilib aytganda, neftni oddiy yoqilg‘i sifatida emas, balki yuqori qo‘shilgan qiymatli kimyoviy mahsulotlar xomashyosi sifatida qayta ishlash zamonaviy sanoatning eng asosiy strategik vazifasidir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Axmetov S.A. Texnologiya pererabotki nefti i gaza. – M.: Ximiya, 2013.
2. Saydaxmedov SH.M., Haydarov G.S. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyalari. – Toshkent: Fan, 2019.
3. Speight J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum. – CRC Press, 2014.

QUYI OKTANLI BENZIN FRAKSIYALARINI KATALITIK RIFORMING QILISH JARAYONINING ILMIY ASOSLARI VA SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI

Samatov San’at Baxtiyorovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahri

Annotatsiya. Maqolada quyi oktanli benzin fraksiyalarini bifunksional katalizatorlar ishtirokida katalitik riforming qilish jarayonining ilmiy asoslari ko‘rib chiqildi: asosiy reaksiyalar, ularning termodinamik va kinetik xususiyatlari, katalizatorlar turlari, xomashyoga qo‘yiladigan talablar, texnologik rejimlar va katalizatorning deaktivatsiyasi. Riformatning oktan sonini oshirish va ekologik talablarga javob beradigan benzin olish yo‘llari tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: katalitik riforming, quyi oktanli benzin, oktan soni, platinali katalizator, aromatik uglevodorodlar, riformat.

Аннотация. Рассмотрены научные основы каталитического риформинга низкооктановых бензиновых фракций на бифункциональных катализаторах: основные реакции, их термодинамические и кинетические особенности, типы катализаторов, требования к сырью, технологические режимы и дезактивация катализатора. Проанализированы пути повышения октанового числа риформата и получения бензинов, отвечающих экологическим требованиям.

Ключевые слова: каталитический риформинг, низкооктановый бензин, октановое число, платиновый катализатор, ароматические углеводороды, риформат.

Abstract. The scientific fundamentals of catalytic reforming of low-octane gasoline fractions over bifunctional catalysts are considered: the main reactions, their thermodynamic and kinetic features, catalyst types, feedstock requirements, process conditions and catalyst deactivation. Ways of increasing the octane number of reformate and producing gasoline that meets environmental requirements are analyzed.

Keywords: catalytic reforming, low-octane gasoline, octane number, platinum catalyst, aromatic hydrocarbons, reformate.

Kirish. To‘g‘ri haydash benzin fraksiyalarining (naftalarning) oktan soni odatda 40–60 oralig‘ida bo‘lib, ular zamonaviy ichki yonuv dvigatellari uchun yoqilg‘i sifatida bevosita yaramaydi. Bunday fraksiyalar asosan normal parafin va naften uglevodorodlardan iborat. Katalitik riforming bu fraksiyalarni yuqori oktanli aromatik uglevodorodlarga boy riformatga aylantiradigan asosiy jarayon bo‘lib, benzin fondining sifatini belgilaydi [1, 3]. Jarayonning ikkinchi muhim mahsuloti – vodorodga boy gaz bo‘lib, u neftni qayta ishlash zavodida gidrotozalash jarayonlarida ishlatiladi. Riformatning tadqiqiy usul bo‘yicha oktan soni taxminan 95–102 gacha yetkaziladi.

Metodlar. Riforming jarayonida bir vaqtning o‘zida bir necha reaksiya boradi (jadval): naftenlarning degidrolanishi, alkiltsiklopentanlarning degidroizomerlanishi, parafinlarning degidrotsiklizatsiyasi va izomerlanishi hamda gidrokreking. Dastlabki uch reaksiya aromatik uglevodorodlar hosil bo‘lishiga olib keladi, ularning oktan soni normal parafinlarnikidan ancha yuqori. Masalan, n-geptanning oktan soni shartli ravishda nolga teng, toluolniki esa 100 dan yuqori [2, 3].

Jadval 1.

Riforming jarayonida boradigan asosiy reaksiyalar

Reaksiya	Issiqlik effekti	Tezligi	Oktan soniga ta’siri
Naftenlarning degidrolanishi	Endotermik	Yuqori	Keskin oshiradi
Alkiltsiklopentanlarning degidroizomerlanishi	Endotermik	O‘rtacha	Oshiradi

Parafinlarning degidrotsiklizatsiyasi	Endotermik	Past	Oshiradi
Parafinlarning izomerlanishi	Kuchsiz ekzotermik	Yuqori	Oshiradi
Gidrokreking	Ekzotermik	Past	Suyuq mahsulot chiqishini kamaytiradi

Naftenlarning degidrolanishi va parafinlarning degidrotsiklizatsiyasi kuchli endotermik reaksiyalar bo‘lgani uchun reaktor bo‘ylab harorat keskin pasayadi. Shu sababli jarayon odatda 3–4 ketma-ket reaktorda, har bir reaktor oldida xomashyo oqimini oraliq qizdirish bilan olib boriladi. Past bosim va yuqori harorat aromatik uglevodorodlar hosil bo‘lishini termodinamik jihatdan qulaylashtiradi, biroq bu koks hosil bo‘lishini ham tezlashtiradi, shuning uchun jarayonda aylanma vodorodli gaz qo‘llaniladi [2, 3].

Natijalar. Riforming katalizatorlari bifunksional hisoblanadi: metall funksiyasi (platina) degidrogenlash va gidrogenlash reaksiyalarini, kislotali funksiya (xlorlangan alyuminiy oksidi) esa izomerlanish va siklizatsiya reaksiyalarini tezlashtiradi. Dastlabki monometall Pt/Al_2O_3 katalizatorlari o‘rnini keyinchalik bimetall tizimlar – Pt-Re va Pt-Sn egalladi: reniy katalizatorning koksga va oltingugurtga chidamliligini oshiradi, qalay esa past bosimda aromatizatsiya selektivligini yaxshilaydi va uzluksiz regeneratsiyali qurilmalarda keng qo‘llaniladi [2, 3].

Katalizator zaharlanishining oldini olish uchun xomashyo dastlab gidrotozalanadi: oltingugurt, azot, suv va metall birikmalari juda past darajagacha, oltingugurt bo‘yicha taxminan 0,5 ppm dan kamgacha tushiriladi. Xomashyo fraksiyasi odatda 85-180 °C oralig‘ida tanlanadi: 85 °C dan past qaynaydigan fraksiyalar benzol ko‘payishiga olib keladi, 180 °C dan yuqori qaynaydigan fraksiyalar esa koks hosil bo‘lishini kuchaytiradi [1, 3].

Muhokama. Jarayon harorati odatda 460-530 °C, bosim 0,35-3,5 MPa (qo‘zg‘almas qatlamli qurilmalarda yuqoriroq, uzluksiz regeneratsiyali qurilmalarda past), xomashyoning hajmiy berilish tezligi taxminan 1,0-2,0 $soat^{-1}$, vodorod/xomashyo mol nisbati esa taxminan 2-8 oralig‘ida bo‘ladi [1, 2]. Haroratning oshishi oktan sonini oshiradi, biroq suyuq riformat chiqishini kamaytiradi va katalizator deaktivatsiyasini tezlashtiradi, shu sababli harorat optimal tanlanadi.

Ishlash jarayonida katalizator faolligi koks cho‘kishi, xlorning yo‘qolishi, oltingugurt va azot birikmalari bilan zaharlanishi hamda platina kristallitlarining yirikroq zarrachalarga birikishi (sinterlanishi) natijasida pasayadi. Kislotali funksiyani saqlash uchun xomashyoga xlor tutuvchi birikmalar kiritiladi va suv miqdori nazorat qilinadi. Koks cho‘kmalari kislorodli gaz bilan kuydirib chiqariladi, so‘ngra oksixlorlash va qaytarish bosqichlari orqali metallning dispersligi va kislotali xossalari tiklanadi [2].

Yoqilg‘ilarga qo‘yiladigan ekologik talablar (masalan, Yevro-5 darajasidagi benzinda benzol miqdori hajm bo‘yicha 1 % dan, aromatik uglevodorodlar 35 % dan oshmasligi) riforming jarayonini takomillashtirishni taqozo etmoqda. Shu bois xomashyodan benzol hosil qiluvchi prekursorlarni oldindan ajratish, riformatdan benzol fraksiyasini ajratib olish yoki uni gidrogenlash hamda parafinlarni izomerlash jarayonlari bilan birga qo‘llash amaliyoti kengaymoqda [3].

Samaradorlikni oshirish yo‘llari quyidagilardan iborat: bimetall va polimetall katalizatorlarni qo‘llash; tashuvchi (γ-Al_2O_3) g‘ovakligi va solishtirma sirtini optimallashtirish; jarayonni past bosimda uzluksiz regeneratsiya bilan olib borish; xomashyoni gidrotozalash sifatini oshirish; texnologik rejimlarni matematik modellashtirish asosida boshqarish [2].

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, quyi oktanli benzin fraksiyalarini bifunksional katalizatorlarda riforming qilish ularning oktan sonini sezilarli oshirish imkonini beradi. Jarayon samaradorligi katalizator tarkibi, xomashyo sifati va texnologik rejimlarning o‘zaro muvofiqligiga bog‘liq bo‘lib, ularni optimallashtirish yuqori oktanli va ekologik talablarga javob beradigan benzin ishlab chiqarishni ta’minlaydi.

Adabiyotlar:

1. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002.
2. Antos G.J., Aitani A.M. (eds.) Catalytic Naphtha Reforming. 2nd ed. – New York: Marcel Dekker, 2004.

3. Gary J.H., Handwerk G.E., Kaiser M.J. Petroleum Refining: Technology and Economics. 5th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2007.

GASYUZASI OQIMLARINI SIKLIK POLIETILENGLIKOL BIRIKMALARI BILAN DEGIDRATATSIYALASHNING TEXNOLOGIK REJIMLARI VA MUVOZANAT QONUNIYATLARI

Xamrokulova Gulnoza Odiljon qizi
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda tabiiy va yo'ldosh gaz oqimlarini etilenglikol gomologlari (EG, DEG, TEG, TTEG) yordamida uzluksiz absorbsion degidratatsiyalash jarayonlarining termodinamik, kinetik va qurilma-apparat asoslari tizimlashtirilgan. Suyuq absorbentlarning fiziko-kimyoviy xossalari, massa almashinuv modellari va regeneratsiya parametrlari tahlil qilingan hamda 100 000 Nm3/soat gaz hajmi uchun quritish samaradorligi va sirkulyatsiya sarfi hisoblangan.

Kalit so‘zlar: gazni degidratatsiyalash, glikolli absorbentlar, trietilenglikol, faoliyat ko'rsatkichi, desorbsiya, shudring nuqtasi, hisobiy balans.

Аннотация. В данной работе систематизированы термодинамические, кинетические и аппаратные основы процессов непрерывной абсорбционной дегидратации газовых потоков с использованием гомологов этиленгликоля (ЭГ, ДЭГ, ТЭГ, ТТЭГ). Проанализированы физико-химические свойства жидких абсорбентов, модели массообмена и параметры регенерации, а также рассчитана эффективность осушки и расход циркуляции для объема газа 100 000 Нм3/ч.

Ключевые слова: дегидратация газа, гликолевые абсорбенты, триэтиленгликоль, коэффициент активности, десорбция, точка росы, расчетный баланс.

Abstract. This research paper systematizes the thermodynamic, kinetic, and technical fundamentals of continuous absorption dehydration of gas streams using ethylene glycol homologs (EG, DEG, TEG, TTEG). Physical and chemical properties of liquid absorbents, mass transfer models, and regeneration conditions were analyzed, and drying efficiency alongside circulation rates were evaluated for a gas flow rate of 100,000 Nm3/h.

Keywords: gas dehydration, glycol absorbents, triethylene glycol, activity coefficient, desorption, dew point, material balance.

Kirish va muammoning dolzarbligi. Qatlam sharoitidan olinadigan tabiiy gaz oqimlari har doim suv bug'lari bilan to'yingan bo'ladi. Quvurlar va qayta ishlash qurilmalarida harorat va bosimning pasayishi natijasida namlikning kondensatlanishi gaz-gidrat birikmalarining hosil bo'lishiga, apparatlar o'tkazuvchanligining pasayishiga hamda kislotali komponentlar ishtirokida korroziya tezlashishiga olib keladi. Shu sababli gaz oqimlarini uzluksiz degidratatsiyalash (namlikdan holi qilish) quvur transporti va qayta ishlash tizimlarining xavfsizligini ta'minlovchi muhim texnologik bosqich hisoblanadi.

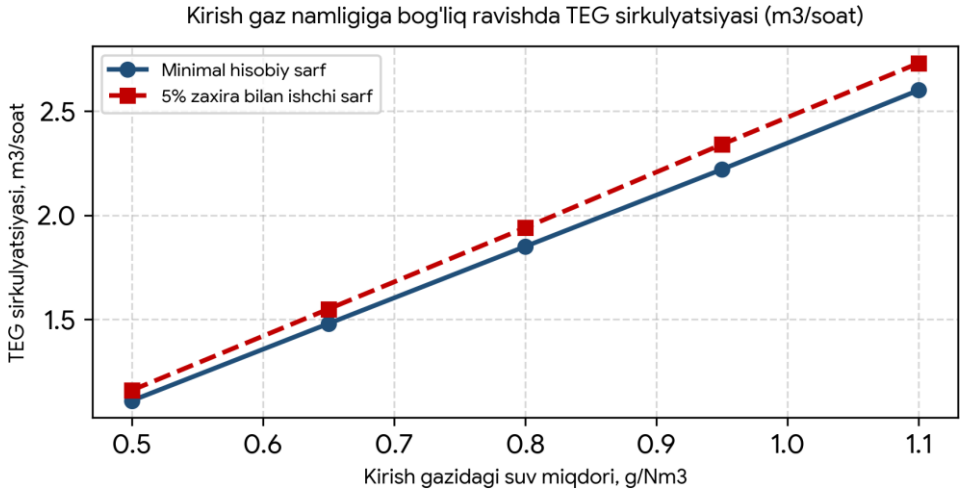
Absorbsion degidratatsiyaning fizik-kimyoviy va termodinamik asoslari. Gazlarni quritishda gigroskopik xususiyatga ega bo'lgan oligoetilenglikollar etilenglikol (EG), dietilenglikol (DEG), trietilenglikol (TEG) va tetraetilenglikol (TTEG) keng qo'llaniladi. Glikol molekulasidagi gidroksil guruhlari suv molekulalari bilan mustahkam vodorod bog'larini hosil qiladi, bu esa gaz fazasidan suvning eritmaga o'tishini ta'minlaydi. Ikki plyonkali massa o'tkazuvchanlik modeliga ko'ra, massa oqimi Ky a (y_w - y_{we}) ko'rinishida ifodalanib, harakatlantiruvchi kuch suv bug'ining gaz va suyuqlik fazalaridagi parsial bosimlari farqiga bog'liq bo'ladi.

1-jadval

Glikolli absorbentlar va jarayon ko'rsatkichlarining qiyosiy xarakteristikasi

Glikol tipi	Asosiy fiziko-kimyoviy va texnik xossalari	Amaliy qo'llanilish sohasi
Etilenglikol (EG)	Qaynash harorati ~197°C, past qovushoqlik, yuqori bug'lanuvchanlik	Sovuq zonalarda gaz quvurlariga gidrat inhibitori sifatida purkaladi
Dietilenglikol (DEG)	Qaynash harorati ~245°C, o'rtacha uchuvchanlik va qovushoqlik	Past va o'rta bosimli quritish qurilmalarida qo'llaniladi
Trietilenglikol (TEG)	Qaynash harorati ~285°C, juda past bug' bosimi va yuqori termik chidamlilik	Sanoatda uzluksiz absorbsion degidratatsiyalashning asosiy reagentidir
Tetraetilenglikol (TTEG)	Qaynash harorati ~327°C, yuqori qovushoqlik va narx	Chuqur quritish va maxsus texnologik komplekslarda cheklangan qo'llaniladi

Texnologik kontur va hisobiy balans. Sanoat degidratatsiyalash qurilmasi absorber, flesh-degazator, mexanik hamda ko'mirli filtrlash, boy-lean issiqlik almashgichi, reboilerli desorber va nasoslar majmuasidan iborat. Gaz sarfi 100 000 Nm_3/soat, kirish namligi 0.80 g/Nm_3 va chiqish namligi 0.06 g/Nm_3 bo'lgan sharoitda ajratiladigan suv miqdori G_{suv} = 100 000 * (0.80 - 0.06) / 1000 = 74 kg/soatni tashkil etadi. Solishtirma sirkulyatsiya koeffitsiyenti k = 25 L TEG/kg suv deb qabul qilinganda, bazaviy TEG sarfi 1.85 m_3/soat, 5% texnologik zaxira bilan ishchi sarf 1.94 m_3/soatga teng bo'ladi.



Kirish namligi o'zgarishining TEG sirkulyatsiya sarfiga ta'sir dinamikasi

Ekspluatatsion xavflar va xulosa. Absorbsion quritish barqarorligini ta'minlashda ko'piklanish, korroziya va harorat rejimini nazorat qilish zarur. Reboiler haroratini 198-204 °C oralig'ida saqlash TEGning termik parchalanishisiz yuqori tozalik darajasini ta'minlaydi. Xulosa qilib aytganda, sirkulyatsiya sarfini kirish namlik yuklamasiga mos ravishda moslashtirish reboiler issiqlik va energiya sarfini optimallashtirishga imkon beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. GPSA. Engineering Data Book. 14th ed. – Tulsa: Gas Processors Suppliers Association, 2018.

2. Mokhatab S., Poe W.A., Mak J.Y. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. 4th ed. – Gulf Professional Publishing, 2019.

3. Chebbi R., Qasim M., Jabbar N.A. Optimization of triethylene glycol dehydration of natural gas. // Energy Reports. – 2019. – Vol. 5. – P. 723-732.

GLIKOL KOMPOZITSIYALARINING EKSPLOATATSION XOSSALARINI TADQIQ ETISH

Xamrokulova Gulnoza Odiljon qizi
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya. Maqolada tabiiy gazni absorbsion quritishda qo‘llaniladigan glikol kompozitsiyalarining gigroskopikligi, qovushqoqligi, zichligi, termik va oksidlanish barqarorligi, korrozion faolligi hamda ko‘piklanishga moyilligi tahlil qilindi. Funksional qo‘ndirmalarning suv bug‘ini yutishga, regeneratsiya darajasiga va absorbentning xizmat muddatiga ta’siri baholandi. Natijalar optimal tarkibni tanlash, degradatsiya va korroziyani kamaytirish, ko‘piklanishning oldini olish hamda talab etilgan shudring nuqtasiga erishish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz, glikol kompozitsiyasi, trietilenglikol, ko‘piklanish, regeneratsiya.

Аннотация. Проанализированы гигроскопичность, вязкость, плотность, термическая и окислительная стабильность, коррозионная активность и склонность к вспениванию гликолевых композиций, применяемых при абсорбционной осушке природного газа. Оценено влияние функциональных добавок на поглощение водяного пара, степень регенерации и срок службы абсорбента. Результаты позволяют выбрать оптимальный состав, снизить деградацию и коррозию, предотвратить вспенивание и достичь требуемой точки росы.

Ключевые слова: природный газ, гликолевая композиция, триэтиленгликоль, вспенивание, регенерация.

Abstract. The hygroscopicity, viscosity, density, thermal and oxidative stability, corrosivity and foaming tendency of glycol compositions used in the absorption dehydration of natural gas are analyzed. The effects of functional additives on water vapor uptake, degree of regeneration and absorbent service life are evaluated. The results help select an optimal composition, reduce degradation and corrosion, prevent foaming and reach the required dew point.

Keywords: natural gas, glycol composition, triethylene glycol, foaming, regeneration.

Kirish. Boshlang‘ich diagnostikadan maqsad glikol kompozitsiyasi hal etishi kerak bo‘lgan real ekspluatatsion muammoni aniqlashdir. Buning uchun yangi TEG va ishlab chiqarishning turli nuqtalaridan olingan namunalarda suv, glikol tarkibi, zichlik, qovushqoqlik, pH, kislota soni, rang, sirt tarangligi, qattiq zarrachalar, ionlar, ko‘pik va korroziya tezligi qiyoslanadi; har bir ko‘rsatkich namuna olish paytidagi reboiler harorati, filtr holati va xom gaz yuklamasi bilan bog‘lanadi [1, 2]. Tahlil ketma-ketligi sabab-oqibatni farqlashga yordam beradi: pH pasayishi va kislota soni ortishi organik kislotalar bilan tasdiqlansa, oksidlanish degradatsiyasi ehtimoli kuchayadi; rang va suspenziya ortishi temir yoki FeS bilan kuzatilsa — korroziya mahsulotlari va filtr holati, ko‘pik ortishi sirt tarangligi pasayishi bilan kuzatilsa — sirt-faol ifloslanish, sirt tarangligi o‘zgarmay ko‘pik barqarorlashsa — mayda qattiq zarrachalar ta’siri baholanadi [3]. Nazorat kartalarida kamida uch ish kuni va turli mavsumlardagi namunalarning tarqalishi ko‘rsatiladi. Qashshoq TEGda suv yoki pH keskin tebransa, avval regenerator tekshiriladi; qo‘ndirma nosozlikni niqoblamaydi.

Natijalar. Boshlang‘ich diagnostika ko‘rsatkichlari 1-jadvalda berilgan (qiymatlar muallif tajribasi emas, adabiyot benchmarki). Suv yutilishi bilan boy TEGda suv 6,65–8,00 mass.% gacha ortib, TEG ulushi 92,00–93,56 mass.% gacha kamaygan; qashshoq TEGdan boy TEGga o‘tishda pH 7,80 dan 6,05 gacha pasaygan, tuzlilik 750 dan 12 500 mg/l gacha oshgan. Manbalar turli korxona va usullarga mansub bo‘lgani uchun ular orasida umumiy statistik tanlanma yoki sababiy korrelyatsiya

hisoblanmaydi; DEG uchun RPDning 10,10–22,10 % bo‘lishi kichik konsentratsiyalarni ko‘proq takror bilan tekshirish zarurligini ko‘rsatadi.

1-jadval

2021–2025-yillardagi real tajribalar asosida yangi va ishlatilgan TEGning boshlang‘ich diagnostika ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Yangi TEG	Ishlatilgan TEG	Boy TEG	Usul, sharoit
Suv, mass.%	0,02 (0,00)[a]	0,33 (3,08)[a]; 0,25[b]	6,65 (0,15)[a]; 8,00[b]	Kulonometrik KF; D6304
TEG, mass.%	100,06[1] (0,20)[a]	99,74 (0,10)[a]; 99,75[b]	93,56 (0,10)[a]; 92,00[b]	GC, E2409
DEG, mass.%	0,01 (2,20)[a]	0,23 (22,10)[a]	0,15 (10,10)[a]	GC, E2409; 2 parallel
pH (1:1 TEG–suv)	NR	7,80[b]	6,05[b]	pH-metr; 50 ml TEG + 50 ml suv
Tuzlilik, mg/l	NR	750[b]	12 500[b]	$AgNO_3$ titrlash, K_2CrO_4
SG (20 °C)	1,126 (0,00)[a]	1,125 (0,00)[a]	1,112 (0,00)[a]	Stabinger SVM 3000; D4052

Tadqiqot usuli. Modifikator skriningi uch savolga javob beradi: kompozitsiya bir fazalimi; qovushqoqligi va sirt xossalari massa uzatishga mosmi; suv faolligi va gazni quritish qobiliyati yaxshilanadimi. KCOOH 0–20 mass.% oraliqda, MDEA taqqoslash tarkibi sifatida sinaladi; suv yutish muvozanati, tezligi, regeneratsiyadan keyingi qaytarilish va cho‘kma kuzatiladi. Desikkator tajribasida 70 mass.% KCOOH eritmasi 24, 48 va 72 soatda 50, 71 va 87 mass.% suv yutgan, 100 mass.% TEG esa 36, 46 va 56 mass.%; bu KCOOHning mustaqil absorbent sifatidagi natijasi. TEGga KCOOH qo‘shilganda yutish sig‘imining qariyb ikki baravar ortishi esa fazaviy muvozanat va texnologik hisoblashga asoslangan [5] va 0–20 mass.% aralashmaning tayyor eksperimental natijasi emas. MDEA bo‘yicha 2021-yilgi nasadkali kolonna tajribasida 90 hajm.% TEG + 10 hajm.% MDEA eng yuqori suv bug‘i yutilishini bergan va ko‘piklanishni sezilarli oshirmagan, absorbentdagi 5 hajm.% suv esa quritish samaradorligini taxminan 20 % kamaytirgan [4]; 2025-yilgi 50 siklli tajribada 2000 mg/l MDEA da sirt tarangligi 34,3 mN/m, ko‘pik balandligi 2,4 mm, so‘nish vaqti 14 s bo‘lgan [3]. Demak, MDEA ta’siri konsentratsiya, suv miqdori va termik tarixga bog‘liq: 10 hajm.% MDEA nazorat tarkibi tanlanadi, KCOOH natijasi esa TEGdagi qo‘ndirmasi uchun ko‘chirilmaydi. Shuning uchun G-0, KF-1–KF-3 va M-1–M-2 tarkiblari bir xil T, P, L/G sharoitida kamida uch takror bilan sinalib, suv yutilishi, ΔTdp, qovushqoqlik, sirt tarangligi va ko‘piklanish birgalikda baholanadi.

Muhokama. 40 ml (45,096 g) sof TEGga 1,394 g qo‘ndirmali suvli eritma qo‘shib 97 mass.% TEG tayyorlangan (qo‘ndirma 250–2000 mg/l); namuna N_2 (>99,99 %) muhitida 200 °C da 10 minutdan 50 sikl regeneratsiya qilingan; ko‘pik sinovi 50 ± 0,5 °C da (5 ml, 5 minut havo), sirt tarangligi 50 °C da o‘lchangan. Qo‘ndirma nomi “antifoam” bo‘lishi uning TEGda ko‘pikni kamaytirishini kafolatlamaydi (2-jadval): 750 mg/l da sirt tarangligi ingibitor uchun 31,1, antifoam uchun 30,1 va 1:1 aralashma uchun 29,6 mN/m gacha pasayib, plato holatiga kelgan; maksimal ko‘pik balandligi 34, 28 va 37 mm, so‘nish vaqti 7,6, 7,8 va 7,9 s bo‘lgan. 1:1 aralashmaning eng past sirt tarangligi va eng baland ko‘pik berishi salbiy sinergik moslikni ko‘rsatadi [3].

2-jadval

2025-yilgi 50 siklli tajriba asosida qo‘ndirmalarning TEG bilan moslik matritsasi

Variant	Qo‘ndirma	γ	H_0	t_so‘n	Moslik qarori
C-0	Qo‘ndirmasiz	NR	NR	NR	Nazorat; baza NR
C-I	Ingibitor*	750 → 31,1	1500 → 34	1500 → 7,6	Mos emas: ko‘pik kuchaydi
C-A	Antifoam*	750 → 30,1	1250 → 28	2000 → 7,8	Mos emas: paradoksal ko‘pik
C-M	Ingibitor + antifoam (1:1)*	750 → 29,6	1500 → 37	1500 → 7,9	Eng noqulay: sinergik ko‘pik

Manbada korroziya tezligi va quritish samaradorligi keltirilmagan, shu sababli “mos emas” qarori faqat ko‘piklanish va sirt tarangligi bo‘yicha, sinalgan tarkib va dozalar uchun chiqarilgan. Tavsiyadan oldin korroziya, pitting, Fe, shudring nuqtasi, suv yutilishi va glikol olib ketilishi kamida uch takrorda tekshirilishi shart.

Xulosalar. (1) Boshlang‘ich diagnostika ishlatilgan TEGning ifloslanish va degradatsiya profilini aniqlab, kompozitsiyaning maqsadli funksiyalarini belgilaydi. (2) Gigroskopik modifikator suv yutish bilan birga eruvchanlik, qovushqoqlik, ko‘pik va regeneratsiya mezonlari bo‘yicha tanlanadi; adabiyotdagi foyda mahalliy tajribada tasdiqlanadi. (3) Ingibitor va antifoamning minimal samarali dozasi alohida va kombinatsiyada baholanib, antagonistik ta’sirlar DoE orqali aniqlanadi. (4) Optimal tarkib mustaqil verifikatsiya va siklli barqarorlikdan o‘tishi shart.

Adabiyotlar:

1. Hoisater K.K. et al. Oxidative degradation of triethylene glycol // Chem. Eng. Sci. 2024. V. 287. 119706.

2. Hoisater K.K. et al. Analytical tools for monitoring glycol degradation // Results Eng. 2024. V. 22. 102025.

3. Liang H. et al. Investigation of the factors and mechanisms affecting the foaming of triethylene glycol in natural gas purification // Processes. 2025. V. 13. 1261.

4. Lotfi Z., Keshavarz P. High-efficiency water vapor absorption by tri-ethylene glycol combined with methyldiethanolamine // Sep. Purif. Technol. 2021. V. 270. 118841.

5. Isa M.A. et al. Evaluation of potassium formate as a potential modifier of TEG for natural gas dehydration // Chem. Eng. Res. Des. 2013. V. 91(9). P. 1731–1738.

6. Chen W.-C. et al. Enhanced regeneration of triethylene glycol solution by rotating packed bed for offshore natural gas dehydration // Chem. Eng. Process. 2021. V. 168. 108562.

KOMPOZITSION GLIKOLNI TABIIY GAZNI QURITISHDA QO‘LLASH TEXNOLOGIYASI

Xamrokulova Gulnoza Odiljon qizi
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya. Maqolada tabiiy gazni absorbsion quritishda kompozitsion glikolni (KG) qo‘llashning texnologik asoslari ishlab chiqildi. KG TEG asosidagi, issiqlikka chidamli pH-bufer va metall sirtini passivlovchi funksional paket bilan barqarorlashtirilgan absorbent sifatida qaraladi. Hisobiy misolda 100 000 Nm³/soat gaz uchun suv yuklamasi, glikol sirkulyatsiyasi va 5 % zaxira aniqlandi; adaptiv boshqaruv glikol oqimini doimiy maksimal sarfga nisbatan o‘rtacha 28,8 % gacha kamaytirishi mumkinligi ko‘rsatildi, bu energiya tejalishi emas, balki hisobiy salohiyat sifatida talqin qilindi. Joriy etishda ko‘piklanish, tuzlar to‘planishi, BTEX yutilishi va termik degradatsiyani nazorat qilish mezonlari taklif etildi.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz, kompozitsion glikol, trietilenglikol, pH-bufer, ko‘piklanish, shudring nuqtasi.

Аннотация. Разработаны технологические основы применения композиционного гликоля (КГ) при абсорбционной осушке природного газа. КГ рассматривается как абсорбент на основе ТЭГ, стабилизированный термостойким pH-буфером и пассиватором металла. В расчётном примере для 100 000 Нм³/ч газа определены нагрузка по воде, циркуляция гликоля и 5 % запас; адаптивное управление может снизить поток гликоля в среднем до 28,8 % относительно постоянного максимального расхода, что трактуется как расчётный потенциал, а не энергосбережение. Предложены критерии контроля вспенивания, накопления солей, поглощения BTEX и термической деградации.

Ключевые слова: природный газ, композиционный гликоль, триэтиленгликоль, pH-буфер, вспенивание, точка росы.

Abstract. The technological fundamentals of using composite glycol (CG) in the absorption dehydration of natural gas are developed. CG is considered a TEG-based absorbent stabilized by a heat-resistant pH buffer and a metal-surface passivating package. In the calculated example for 100,000 Nm³/h of gas, the water load, glycol circulation and a 5% reserve are determined; adaptive control may reduce glycol flow by 28.8% on average relative to constant maximum circulation, which is interpreted as a calculated potential rather than energy savings. Criteria for controlling foaming, salt accumulation, BTEX absorption and thermal degradation are proposed.

Keywords: natural gas, composite glycol, triethylene glycol, pH buffer, foaming, dew point.

Kirish. Tabiiy gazdagi suv bug‘i gidrat hosil bo‘lishi, ichki korroziya, sovuq nuqtalarda muzlash va gazning shudring nuqtasi bo‘yicha me’yordan chiqishiga sabab bo‘ladi. Glikollar bilan absorbsion quritish uzluksizligi, turli bosimlarga moslashuvi va absorbentning regeneratsiyasi tufayli keng tarqalgan; TEG suvga yuqori moyilligi, past uchuvchanligi va regeneratsiya barqarorligi sababli asosiy ishchi suyuqlik hisoblanadi [1, 2]. Quritish samaradorligi faqat absorberdagi massa almashinuviga bog‘liq emas: lean glikol konsentratsiyasi va harorati, sirkulyatsiya sarfi, regenerator harorati, flesh-separator va filtrlash o‘zaro bog‘langan; nasadkali absorberda massa almashinuvi gazning F-faktoriga sezgir [3]. Shu sababli KG yangi suyuqlik emas, tarkib, apparat va boshqaruv rejimlari uyg‘unlashtirilgan texnologik tizim sifatida baholanadi. TEGning kislotalanishi, ifloslanishi, termik parchalanishi va ko‘piklanishi absorbent yo‘qotilishini oshiradi; 2025-yilgi tadqiqotda tuzlar, qattiq aralashmalar va ayrim qo‘ndirmalar ko‘piklanishga sezilarli ta’sir qilishi ko‘rsatilgan [10], shu bois inhibitor yoki antifoam doimiy ko‘p miqdorda berilmaydi. TEGni takomillashtirishning uch yo‘nalishi ma’lum: lean TEG tozaligini stripping gazi, Stahl kolonnasi, Coldfinger yoki DRIZO orqali oshirish [6–8]; kaliy formiati bilan modifikatsiya qilib hisobiy absorbsiya sig‘imini oshirish [9]; sirkulyatsiya, issiqlik rekuperatsiyasi va emissiyalarni ko‘p mezonli optimallashtirish [4, 5]. Kimyoviy modifikatsiya BTEX yutilishi yoki xarajatni oshirishi mumkin. Tayyor issiqlikka chidamli inhibited TEG kompozitsiyalari, ishlab chiqaruvchi ma’lumotiga ko‘ra, apparatni o‘zgartirmasdan kiritilib, zaxira ishqoriylik yaratishi mumkin, ammo mahalliy gaz tarkibi, metallurgiya va regeneratsiya rejimi bo‘yicha qabul sinovlari majburiy.

Tadqiqot usuli. Obyekt absorber-regenerator yopiq konturidagi TEG asosli KG va uning nam gaz bilan massa almashinuvi. Ish konseptual-texnologik tahlil, manbalar ma’lumotlarini qiyoslash, moddiy balans va parametrik hisoblashga tayandi; sonli misol real kon tajribasi emas, boshqaruv algoritmini tushuntirish uchun hisobiy ssenariydir. KG-TEG asosiy massasiga issiqlikka chidamli bufer-passivator paketi kiritilgan, qo‘ndirma miqdori laboratoriya moslik sinovlari bilan boshqariladigan absorbent; antifoam faqat ko‘pik diagnostikasi tasdiqlaganda minimal dozada beriladi, kaliy formiati esa BTEX va tuz yuklamasi tekshirilmasdan bazaviy formulaga kiritilmaydi [9].

Hisoblash mezonlari. Ajratiladigan suv $G_suv = Q_g \cdot (Y_kir - Y_chiq)/1000$, kg/soat (1), glikol sarfi $LKG = k \cdot G_suv/1000$, m³/soat (2) bo‘yicha hisoblandi (Q_g gaz sarfi, Nm³/soat; Y-gazdagi suv, g/Nm³; k-sirkulyatsiya koeffitsiyenti). Misolda k = 25 L/kg suv qabul qilindi: bu loyiha normasi emas, 2–5 US gal/lb suv diapazonidagi amaliy qoida ichidagi ssenariy koeffitsiyenti [1, 2]; haqiqiy k model yoki zavod sinovi bilan aniqlanadi.

Natijalar va muhokama. KG formulasi faol moddalar soni bilan emas, ularning vazifasi va o‘zaro mosligi bilan belgilanadi (jadval): asosiy ulush yuqori tozalikdagi TEG; konvensional atmosfera regeneratsiyasida reboiler harorati odatda 204-205 °C dan oshirilmaydi [2, 4]. Bufer-passivator mezonlari TEGda to‘liq erish, 204 °C gacha issiqlik sikllarida cho‘kma bermaslik, elastomer va rangli metallarga moslik, sirt tarangligini keskin pasaytirmaslik va ko‘pik bilan olib ketilishni oshirmaslik; amin asosli neytrallovchilar beqaror bo‘lishi mumkin, shuning uchun issiqlikka chidamli paket afzal. Absorber harorati pasayganda suv yutilishi yaxshilanadi, ammo uglevodorod shudring nuqtasidan past sovitish kondensatsiya va ko‘piklanishni kuchaytiradi, shu

sabab lean KG harorati gazdan bir necha daraja yuqori ushlanadi; ish nuqtasi fazaviy muvozanat modeli bilan tanlanadi [2]. Sirkulyatsiyani oshirish chiqish namligini har doim mutanosib kamaytirmaydi: bosim yo‘qotilishi, nasos sarfi va regenerator yuki ortadi, shuning uchun KG sarfi absorberning gidravlik pasporti bilan cheklanadi [2, 3]. Reboilerdagi notekis issiqlik oqimi lokal degradatsiyaga olib kelishi mumkin, shu sabab burner/interlok, past sath blokirovkasi va ikki nuqtali harorat nazorati kiritiladi.

Jadval 1.

Kompozitsion glikol konturining tavsiya etilgan parametrlari

Parametr	Oyna / holat	Vazifa va sabab
TEG bazasi (lean KG)	98,5–99,5 mass.%	Shudring nuqtasini belgilaydi
Suv (lean KG)	0,5–1,2 mass.%	Regeneratsiya natijasi
pH-bufer/passivator	0,05–0,30 mass.% (dizayn oynasi)	Kislotalanish va korroziyani kamaytirish
Antifoam	Doimiy kiritilmaydi	Faqat diagnostika tasdiqlaganda
Kaliy formiati [9]	Ixtiyoriy tajriba modifikatori	Tuz, BTEX va OPEX nazoratida
Kiruvchi gaz harorati	30–45 °C (kon sharoitiga ko‘ra)	Yutilish va kondensatsiya chegarasi
Lean KG harorati	Gazdan 3–8 °C yuqori	Kondensatsiya va ko‘pik xavfi
Reboiler hajmiy harorati	198–204 °C	Suvni haydash va degradatsiya balansi
Mexanik filtr	5–10 mkm nominal	Qattiq zarracha, korroziya mahsulotlari
Sirkulyatsiya koeffitsiyenti k	16,7–41,7 L/kg suv	Model bilan aniqlashtiriladi

Texnologik sxema va sifatni qabul qilish. Nam gaz separator va absorberdan o‘tadi; boy glikol flesh-separatorda gazsizlantiriladi, mexanik (5–10 mkm) va yon oqimli ko‘mir filtrlash hamda issiqlik almashgichdan so‘ng regeneratorga beriladi, bufer idish, nasos va sovitgich orqali absorberga qaytadi. Qo‘ndirma skidi alohida boshqariladigan yon konturga joylashtiriladi, dozasi gaz namligi bilan emas, avvalo glikol holati indikatorlari bilan bog‘lanadi. Nazorat: suv (Karl Fisher), zichlik va qovushqoqlik, pH va zaxira ishqoriylik, ko‘piklanish (ASTM D892 ga moslashtirilgan), temir va qattiq zarrachalar (ICP-OES, gravimetrik), sirt tarangligi, chiqish gazi shudring nuqtasi. Qabulda yangi TEG, ishlatilgan TEG va KG kamida uch juft sinovda taqqoslanadi: 24–72 soatlik issiqlik sikli; uglerod va zanglamas po‘lat hamda muhr materiallari bilan moslik; ko‘piklanish va sirt tarangligi. Qattiq limit o‘rniga trendli nazorat qo‘llanadi: og‘ish aniqlanganda tahlil takrorlanadi (signal), filtratsiya yoki dozalash tuzatiladi (harakat), gaz sifati yoki uskuna butunligi xavf ostida bo‘lsa yangi glikol kiritiladi (to‘xtatish). Joriy etishda reboilerning amaldagi xavfsiz harorat oynasi saqlanib, 500–1000 soatlik trend bo‘yicha rang, kislota soni, temir va ko‘pik tahlil qilinadi.

Xulosa. (1) KG texnologiyasi absorbent tarkibi, filtrlash, regeneratsiya va adaptiv sirkulyatsiyani yagona boshqaruv tizimida birlashtirishi lozim. (2) Issiqlikka chidamli pH-bufer/passivator kislotalanish va korroziya xavfini kamaytirish uchun istiqbolli, dozasi metall moslik, ko‘pik va sirt tarangligi sinovlari bilan belgilanadi. (3) 100 000 Nm^3/soat gaz uchun Y_kir = 0,80 g/Nm^3 da 74 kg/soat suv ajraladi va 5 % zaxira bilan 1,94 m^3/soat KG sirkulyatsiyasi hisoblandi. (4) Namlik 0,50–1,10 g/Nm^3 oralig‘ida o‘zgarsa, adaptiv boshqaruv doimiy maksimal sarfga nisbatan o‘rtacha 28,8 % kamaytirish salohiyatini ko‘rsatdi; energiya samarasini issiqlik balansi tasdiqlashi kerak. (5) Yakuniy samaradorlik shudring nuqtasi bilan birga glikol yo‘qotilishi, ko‘piklanish, korroziya, filtr resursi va BTEX emissiyasi bo‘yicha baholanadi.

Adabiyotlar:

1. Mokhatab S. et al. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. 4th ed. – Gulf Professional Publishing, 2019.

2. Chebbi R. et al. Optimization of triethylene glycol dehydration of natural gas // Energy Reports. 2019. V. 5. P. 723–732.

3. Filep A.-D. et al. Triethylene glycol dehydration of natural gas: evaluation of mass and heat transfer coefficients // Chem. Biochem. Eng. Q. 2022. V. 36(1). P. 25–38.

4. Liu G. et al. Technical, economical, and environmental performance assessment of an improved TEG dehydration process for shale gas // ACS Omega. 2022. V. 7(2). P. 1861–1873.
5. Al Ani Z. et al. Simultaneous energy and environment-based optimization and retrofit of TEG dehydration process // Process Saf. Environ. Prot. 2021. V. 147. P. 972–984.
6. Kong Z.Y. et al. Revamping existing glycol technologies in natural gas dehydration // J. Nat. Gas Sci. Eng. 2018. V. 56. P. 486–503.
7. Kong Z.Y. et al. Development of a techno-economic framework for natural gas dehydration via absorption using TEG // S. Afr. J. Chem. Eng. 2020. V. 31. P. 17–24.
8. Neagu M., Cursaru D.L. Technical and economic evaluations of the TEG regeneration processes in natural gas dehydration plants // J. Nat. Gas Sci. Eng. 2017. V. 37. P. 327–340.
9. Isa M.A. et al. Evaluation of potassium formate as a potential modifier of TEG for natural gas dehydration // Chem. Eng. Res. Des. 2013. V. 91(9). P. 1731–1738.
10. Liang H. et al. Investigation of the factors and mechanisms affecting the foaming of triethylene glycol in natural gas purification // Processes. 2025. V. 13(5). 1261.

NEFTNI FRAKSIYALARGA AJRATISH TEXNOLOGIYASI VA UNING SANOATDAGI AHAMIYATI

Raxmanov J. J.

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjahongir@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neftni fraksiyalarga ajratish jarayonining nazariy asoslari, texnologik bosqichlari va sanoatdagi ahamiyati yoritilgan. Neft tarkibidagi uglevodorodlarni qaynash haroratlari farqiga ko‘ra ajratish, atmosfera va vakuum sharoitida haydash usullari hamda asosiy neft fraksiyalarining xususiyatlari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, benzin, kerosin, dizel yoqilg‘isi, vakuum gazoyli va og‘ir qoldiqlarning qo‘llanilish sohalari tahlil qilingan. Jarayon samaradorligiga ta’sir etuvchi harorat, bosim va issiqlik almashinuvi kabi omillarning ahamiyati bayon etilgan.
Kalit so‘zlar: neft, fraksiyalash, fraksion haydash, uglevodorodlar, atmosfera haydash, vakuum haydash, benzin, kerosin, dizel yoqilg‘isi, neftni qayta ishlash.

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические основы процесса разделения нефти на фракции, основные технологические этапы и его значение в промышленности. Описаны методы атмосферной и вакуумной перегонки, основанные на различиях температур кипения углеводородов, входящих в состав нефти. Проанализированы основные нефтяные фракции, включая бензиновую, керосиновую, дизельную фракции, вакуумный газойль и тяжёлые остатки, а также области их применения. Особое внимание уделено влиянию температуры, давления и теплообмена на эффективность процесса переработки нефти.
Ключевые слова: нефть, фракционирование, фракционная перегонка, углеводороды, атмосферная перегонка, вакуумная перегонка, бензин, керосин, дизельное топливо, переработка нефти.

Abstract. This article examines the theoretical principles of petroleum fractionation, its main technological stages, and its industrial significance. The atmospheric and vacuum distillation methods used to separate hydrocarbons according to their boiling points are described. The main petroleum fractions, including gasoline, kerosene, diesel fuel, vacuum gas oil, and heavy residues, are analyzed

along with their major applications. Particular attention is given to the effects of temperature, pressure, and heat transfer on the efficiency of petroleum refining. The article highlights the importance of fractionation in producing valuable fuels and supplying raw materials for the petrochemical industry.
Keywords: petroleum, fractionation, fractional distillation, hydrocarbons, atmospheric distillation, vacuum distillation, gasoline, kerosene, diesel fuel, petroleum refining.

Kirish. Neft dunyo energetikasi va kimyo sanoatining eng muhim tabiiy xomashyolaridan biri hisoblanadi. U turli uglevodorodlar, jumladan, alkanlar, sikloalkanlar va aromatik birikmalarning murakkab aralashmasidan tashkil topgan. Neft tarkibida uglevodorodlardan tashqari oltingugurt, azot, kislorod saqlovchi birikmalar, suv, mineral tuzlar va boshqa qo‘shimchalar ham uchraydi. Shu sababli xom neftdan bevosita foydalanish cheklangan bo‘lib, uni qayta ishlash va tarkibiy qismlarga ajratish muhim texnologik jarayon hisoblanadi.

Neftni fraksiyalarga ajratish — xom neft tarkibidagi uglevodorodlarni qaynash haroratlari farqiga asoslanib, alohida guruhlarga ajratish jarayonidir. Ushbu jarayon asosan atmosfera va vakuum sharoitida amalga oshiriladigan fraksion haydash orqali bajariladi. Natijada benzin, ligroin, kerosin, dizel yoqilg‘isi hamda og‘ir neft qoldiqlari kabi mahsulotlar olinadi. Olingan fraksiyalar keyinchalik qo‘shimcha tozalash va qayta ishlash jarayonlariga yuborilishi mumkin.

Neftni fraksiyalarga ajratishning asosiy maqsadi xomashyo tarkibidagi foydali komponentlarni samarali ajratib olish, yuqori sifatli yoqilg‘i va neft-kimyo sanoati uchun zarur mahsulotlar ishlab chiqarishdan iborat. Mazkur jarayonning samaradorligi neftning kimyoviy tarkibi, fraksiyalarning qaynash oralig‘i, bosim, harorat va texnologik uskunalarning ishlash sharoitlariga bog‘liq.

Ushbu maqolaning maqsadi neftni fraksiyalarga ajratishning nazariy asoslari, asosiy texnologik bosqichlari, olinadigan mahsulotlari va jarayonning sanoatdagi ahamiyatini yoritishdan iborat.

Materiallar va usullar. Neftni fraksiyalarga ajratish jarayonini o‘rganishda xom neftning fizik-kimyoviy xususiyatlari, uglevodorodlarning qaynash haroratlari va fraksion haydash usulining nazariy asoslari muhim ahamiyatga ega. Bunda neftning zichligi, qovushqoqligi, fraksion tarkibi, oltingugurt miqdori va boshqa ko‘rsatkichlari hisobga olinadi.

Neftni qayta ishlashdan oldin xomashyo odatda dastlabki tayyorlash bosqichidan o‘tkaziladi. Ushbu bosqichda neft tarkibidagi suv, mexanik aralashmalar va mineral tuzlar imkon qadar chiqarib tashlanadi. Bu esa issiqlik almashinish uskunalari va haydash kolonnalarida korroziya, cho‘kma hosil bo‘lishi hamda texnologik muammolarning oldini olishga yordam beradi.

Neftni fraksiyalarga ajratishning asosiy usuli fraksion haydash hisoblanadi. Jarayonning mohiyati shundan iboratki, neft qizdirilganda uning tarkibidagi turli uglevodorodlar har xil haroratlarda bug‘lanadi. Hosil bo‘lgan bug‘lar fraksion kolonnaga yuboriladi. Kolonnaning pastki qismida harorat yuqoriroq, yuqori qismida esa pastroq bo‘ladi. Bug‘lar kolonna bo‘ylab yuqoriga ko‘tarilar ekan, soviydi va qaynash harorati yuqori bo‘lgan komponentlar quyi qismlarda, yengilroq komponentlar esa yuqoriroq qismlarda kondensatsiyalanadi.

Sanoatda neftni fraksiyalarga ajratish, asosan, ikki bosqichda amalga oshiriladi:

1. Atmosfera bosimida haydash. Dastlabki tayyorlangan neft issiqlik almashinish qurilmalarida isitiladi, so‘ngra quvurli pechda kerakli haroratgacha qizdirilib, atmosfera haydash kolonnasiga uzatiladi. Ushbu bosqichda gazlar, benzin fraksiyasi, kerosin, dizel fraksiyasi va atmosfera qoldig‘i olinadi. Mahsulotlarning aniq qaynash chegaralari qayta ishlanayotgan neft turi va qurilmaning texnologik rejimiga qarab farqlanadi.

2. Vakuum sharoitida haydash. Atmosfera kolonnasining pastki qismida qolgan og‘ir qoldiq vakuum kolonnasiga yuboriladi. Bosim pasaytirilishi natijasida og‘ir uglevodorodlar nisbatan past haroratlarda bug‘lanadi. Bu usul ularning yuqori harorat ta’sirida parchalanishini kamaytiradi. Vakuum haydash natijasida vakuum gazoyli va boshqa og‘ir fraksiyalar olinadi, haydalmay qolgan qism esa gudron yoki boshqa og‘ir qoldiq mahsulot sifatida ajratiladi.

Tadqiqotda neftni fraksiyalarga ajratish jarayoni tavsifiy va taqqoslash usullari asosida ko‘rib chiqiladi. Fraksiyalarning qaynash harorati, fizik xususiyatlari va qo‘llanilish sohalari o‘zaro

taqqoslanadi. Shuningdek, texnologik jarayonning samaradorligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar — harorat, bosim, bug‘-suyuqlik muvozanati va kolonnadagi issiqlik almashinuvi tahlil qilinadi.

Natijalar va muhokama. Neftni fraksiyalarga ajratish natijasida turli fizik va kimyoviy xususiyatlarga ega bo‘lgan mahsulotlar olinadi. Har bir fraksiya uglevodorodlar tarkibi, qaynash harorati va sanoatdagi qo‘llanilishi bilan bir-biridan farq qiladi.

Neftni birlamchi qayta ishlashda ajratiladigan asosiy fraksiyalar quyidagilardan iborat:

Neft gazlari. Bular asosan metan, etan, propan va butan kabi yengil uglevodorodlardan tashkil topadi. Ular yoqilg‘i sifatida hamda suyultirilgan gaz va neft-kimyo mahsulotlarini ishlab chiqarishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

Benzin fraksiyasi. Benzin fraksiyasi yengil uglevodorodlarni o‘z ichiga oladi va, odatda, avtomobil benzinini ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo hisoblanadi. Birlamchi haydash orqali olingan benzin fraksiyasi ko‘pincha qo‘shimcha katalitik reforming, izomerizatsiya yoki boshqa qayta ishlash jarayonlaridan o‘tkaziladi.

Kerosin fraksiyasi. Kerosin fraksiyasi aviatsiya yoqilg‘isi, yoritish va ayrim texnologik maqsadlar uchun ishlatiladigan mahsulotlarni olishda qo‘llanadi. Uning sifat ko‘rsatkichlari, jumladan, yonish xususiyati va oltingugurt miqdori belgilangan talablarga javob berishi kerak.

Dizel fraksiyasi. Ushbu fraksiya dizel dvigatellari uchun yoqilg‘i ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Dizel yoqilg‘isining sifati setan soni, qovushqoqlik, zichlik, past haroratdagi xususiyatlar va oltingugurt miqdori kabi ko‘rsatkichlar bilan baholanadi. Zarur hollarda fraksiya gidrotozalash jarayoniga yuboriladi.

Vakuum gazoyli. Bu og‘ir fraksiya bo‘lib, katalitik kreking va gidrokreking jarayonlarida xomashyo sifatida ishlatiladi. Ushbu jarayonlar yordamida og‘ir uglevodorodlarni yengilroq va qiymati yuqoriroq mahsulotlarga aylantirish mumkin.

Gudron va boshqa og‘ir qoldiqlar. Atmosfera va vakuum haydashdan keyin qoladigan og‘ir mahsulotlar bitum ishlab chiqarish, ayrim turdagi og‘ir yoqilg‘ilar tayyorlash yoki chuqur qayta ishlash jarayonlarida foydalanilishi mumkin.

Fraksiyalarni ajratishda harorat va bosimning to‘g‘ri tanlanishi muhim hisoblanadi. Harorat yetarli bo‘lmasa, kerakli miqdordagi komponentlar bug‘lanmaydi va ajratish samaradorligi pasayadi. Harorat haddan tashqari oshirilsa, ayrim uglevodorodlarning termik parchalanishi va koks hosil bo‘lishi kuzatilishi mumkin. Shu sababli texnologik rejim xomashyo tarkibi va uskunaning imkoniyatlariga mos ravishda boshqariladi.

Fraksion kolonnaning samaradorligi uning ichki qurilmalari, jumladan, tarelkalar yoki nasadkalar, bug‘ va suyuqlikning o‘zaro ta’siri, qaytarma suyuqlik miqdori hamda issiqlik almashinuvi bilan belgilanadi. Kolonnada bug‘-suyuqlik kontaktining yetarli bo‘lishi fraksiyalarning aniqroq ajralishini ta’minlaydi. Shu bilan birga, issiqlikni qayta tiklash tizimlaridan foydalanish energiya sarfini kamaytirishga yordam beradi.

Neftni fraksiyalarga ajratishning iqtisodiy samaradorligi ham katta ahamiyatga ega. Xomashyo tarkibidan yengil va og‘ir fraksiyalarni to‘g‘ri ajratib olish korxonaning keyingi texnologik jarayonlarini samarali tashkil etish imkonini beradi. Masalan, og‘ir fraksiyalarni katalitik kreking yoki gidrokreking orqali qayta ishlash natijasida benzin va dizel komponentlari kabi talab yuqori bo‘lgan mahsulotlar miqdorini oshirish mumkin.

Ekologik jihatdan esa neftni qayta ishlash korxonalarida gaz chiqindilarini kamaytirish, oqova suvlarni tozalash, energiya sarfini optimallashtirish va oltingugurtli birikmalarni ushlab qolish muhim vazifalardan hisoblanadi. Zamonaviy texnologiyalarni joriy etish mahsulot sifatini oshirish bilan birga, atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirishga xizmat qiladi.

Shunday qilib, neftni fraksiyalarga ajratish oddiy mexanik ajratish emas, balki issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlariga asoslangan murakkab texnologik jarayondir. Uning to‘g‘ri tashkil etilishi neftdan olinadigan mahsulotlar assortimenti va sifatini belgilovchi asosiy omillardan biridir.

Xulosa. Neftni fraksiyalarga ajratish neftni qayta ishlash sanoatining asosiy texnologik bosqichlaridan biri bo‘lib, xom neft tarkibidagi uglevodorodlarni qaynash haroratlari farqiga ko‘ra ajratishga asoslanadi. Jarayon asosan atmosfera va vakuum haydash usullari yordamida amalga oshiriladi.

Fraksion haydash natijasida neft gazlari, benzin, kerosin, dizel fraksiyasi, vakuum gazoyli va og‘ir qoldiq mahsulotlar olinadi. Ushbu fraksiyalar energetika, transport, kimyo sanoati va yo‘l qurilishi kabi turli sohalarda qo‘llaniladi. Jarayon samaradorligi neftning tarkibi, harorat, bosim, fraksion kolonnaning konstruksiyasi va issiqlik almashinuvi sharoitlariga bog‘liq. Zamonaviy qurilmalar hamda energiya tejamkor texnologiyalardan foydalanish mahsulot sifatini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash imkonini beradi.

Umuman olganda, neftni fraksiyalarga ajratish tabiiy uglevodorod resurslaridan oqilona foydalanish, yuqori sifatli yoqilg‘ilar ishlab chiqarish va neft-kimyo sanoatini zarur xomashyo bilan ta’minlashda muhim o‘rin tutadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gary J. H., Handwerk G. E., Kaiser M. J. *Petroleum Refining: Technology and Economics*. 5th ed. CRC Press, 2007.

2. Speight J. G. *The Chemistry and Technology of Petroleum*. 5th ed. CRC Press, 2014.

3. Fahim M. A., Al-Sahhaf T. A., Elkilani A. *Fundamentals of Petroleum Refining*. Elsevier, 2010.

4. Nelson W. L. *Petroleum Refinery Engineering*. 4th ed. McGraw-Hill, 1958.

5. Leffler W. L. *Petroleum Refining in Nontechnical Language*. 4th ed. PennWell Books, 2008.

NEFTNI QAYTA ISHLASHDA HOSIL BO‘LADIGAN TO‘YINMAGAN UGLEVODORODLAR

Raxmanov J. J.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjahongir@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neftni qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan to‘yinmagan uglevodorodlarning turlari, kimyoviy xususiyatlari, hosil bo‘lish usullari va sanoatdagi ahamiyati yoritilgan. Termik kreking, katalitik kreking va bug‘ ishtirokidagi piroliz jarayonlarida etilen, propilen, butilenlar hamda butadienning hosil bo‘lishi ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, ushbu birikmalarning polimerlar, sintetik kauchuklar va boshqa neft-kimyo mahsulotlarini ishlab chiqarishdagi qo‘llanilishi tahlil qilingan. To‘yinmagan uglevodorodlarni samarali ishlab chiqarishda texnologik sharoitlarni nazorat qilish, energiya sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash masalalariga e’tibor qaratilgan.

Kalit so‘zlar: neftni qayta ishlash, to‘yinmagan uglevodorodlar, alkenlar, etilen, propilen, butilenlar, butadien, kreking, piroliz, polimerlar, neft-kimyo sanoati.

Аннотация. В данной статье рассматриваются виды, химические свойства, способы получения и промышленное значение ненасыщенных углеводородов, образующихся при переработке нефти. Описано образование этилена, пропилена, бутиленов и бутадиена в процессах термического крекинга, каталитического крекинга и пиролиза с участием водяного пара. Проанализировано применение этих соединений в производстве полимеров, синтетических каучуков и других нефтехимических продуктов. Особое внимание уделено контролю технологических параметров, снижению энергозатрат и обеспечению экологической безопасности при производстве ненасыщенных углеводородов.

Ключевые слова: переработка нефти, ненасыщенные углеводороды, алкены, этилен, пропилен, бутилены, бутадиен, крекинг, пиролиз, полимеры, нефтехимическая промышленность.

Abstract. This article examines the types, chemical properties, production methods, and industrial significance of unsaturated hydrocarbons formed during petroleum refining. The formation of ethylene, propylene, butylenes, and butadiene through thermal cracking, catalytic cracking, and steam pyrolysis is discussed. The applications of these compounds in the production of polymers, synthetic rubbers, and other petrochemical products are analyzed. Particular attention is given to controlling process conditions, reducing energy consumption, and ensuring environmental safety in the production of unsaturated hydrocarbons.

Keywords: petroleum refining, unsaturated hydrocarbons, alkenes, ethylene, propylene, butylenes, butadiene, cracking, pyrolysis, polymers, petrochemical industry.

Kirish. Neftni qayta ishlash sanoati yoqilg‘i, moylash materiallari va neft-kimyo mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim o‘rin tutadi. Neft tarkibi asosan to‘yingan uglevodorodlar, siklik birikmalar va aromatik uglevodorodlardan tashkil topgan murakkab aralashmadan iborat. Neftni qayta ishlash jarayonida uglevodorod molekulalarining tuzilishi o‘zgarishi natijasida turli xil kimyoviy birikmalar, jumladan, to‘yinmagan uglevodorodlar hosil bo‘ladi. To‘yinmagan uglevodorodlar molekulasida uglerod atomlari orasida kamida bitta qo‘sh yoki uch bog‘ mavjud bo‘lgan organik birikmalardir. Ular alkenlar, alkadiyenlar va alkinlar kabi guruhlarga bo‘linadi. Alkenlarga etilen, propilen va butilenlar, alkadiyenlarga esa 1,3-butadien kabi birikmalar misol bo‘ladi. Ushbu moddalar kimyoviy faolligi yuqoriligi bilan ajralib turadi va ko‘plab sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi.

To‘yinmagan uglevodorodlar xom neft tarkibida odatda sezilarli miqdorda uchramaydi, balki asosan neft fraksiyalarini termik kreking, katalitik kreking va boshqa konversiya jarayonlarida qayta ishlash natijasida hosil bo‘ladi. Ularning hosil bo‘lish miqdori xomashyo tarkibi, harorat, bosim, katalizator turi va jarayon davomiyligiga bog‘liq.

Mavzuning dolzarbligi shundaki, etilen, propilen, butilenlar va butadien kabi to‘yinmagan uglevodorodlar plastmassa, sintetik kauchuk, sintetik tolalar va boshqa ko‘plab kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun asosiy xomashyolardan hisoblanadi. Ushbu maqolaning maqsadi neftni qayta ishlashda to‘yinmagan uglevodorodlarning hosil bo‘lish mexanizmlarini, asosiy turlarini, xususiyatlarini va sanoatdagi ahamiyatini yoritishdan iborat.

Materiallar va usullar. Maqolani tayyorlashda neftni qayta ishlash kimyosi, uglevodorodlarning tuzilishi hamda neft-kimyo texnologiyalariga oid ilmiy adabiyotlar va o‘quv manbalari tahlil qilindi. To‘yinmagan uglevodorodlarning hosil bo‘lishi va ishlatilishi tavsifiy, taqqoslash hamda nazariy tahlil usullari orqali o‘rganildi. Neftni qayta ishlashda to‘yinmagan uglevodorodlar hosil bo‘lishining asosiy usullaridan biri **termik kreking** hisoblanadi. Bu jarayonda og‘ir uglevodorod molekulalari yuqori harorat ta’sirida kichikroq molekulalarga parchalanadi. Natijada alkanlar bilan bir qatorda alkenlar va boshqa mahsulotlar hosil bo‘lishi mumkin. Jarayonning kimyoviy mohiyati uglerod-uglerod bog‘larining uzilishi va erkin radikallar ishtirokidagi reaksiyalar bilan izohlanadi.

Ikkinchi muhim usul — **katalitik kreking**. Bunda og‘ir neft fraksiyalari katalizator ishtirokida yengilroq uglevodorodlarga aylantiriladi. Katalitik krekingning muhim mahsulotlari orasida benzin komponentlari, suyultirilgan gaz va propilen hamda butilenlar kabi yengil olefinlar mavjud. Jarayon katalizatorning faolligi, xomashyo sifati, harorat va boshqa texnologik sharoitlarga bog‘liq. To‘yinmagan uglevodorodlarni olishning yana bir muhim usuli **bug‘ ishtirokidagi piroliz** hisoblanadi. Ushbu texnologiyada etan, propan, suyultirilgan uglevodorod gazlari yoki benzin fraksiyasi kabi xomashyolar yuqori haroratda, bug‘ ishtirokida qisqa vaqt davomida qayta ishlanadi. Natijada etilen, propilen, butadien va boshqa uglevodorodlar hosil bo‘ladi. Jarayon mahsulotlari keyinchalik sovitish, siqish va fraksiyalash orqali ajratib olinadi.

To‘yinmagan uglevodorodlarning hosil bo‘lishini o‘rganishda ularning molekulyar tuzilishi, kimyoviy faolligi va sanoatdagi qo‘llanilishi asosiy mezon sifatida olindi. Shuningdek, turli texnologik jarayonlarning mahsulot tarkibiga ta’siri ham tahlil qilindi.

Natijalar va muhokama. Neftni qayta ishlash jarayonlarida hosil bo‘ladigan to‘yinmagan uglevodorodlar orasida alkenlar va alkadiyenlar eng katta amaliy ahamiyatga ega. Ularning molekulasidagi qo‘sh bog‘ kimyoviy reaksiyalarda faol ishtirok etish imkonini beradi.

Etilen (C_2H_4) eng sodda alken bo‘lib, rangsiz gaz hisoblanadi. U polietilen, etilen oksidi, etilenglikol va boshqa kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Polietilen qadoqlash materiallari, quvurlar, plyonkalar va turli plastik buyumlar tayyorlashda keng qo‘llanadi. Etilen neft fraksiyalarining pirolizi va boshqa uglevodorod xomashyolarini yuqori haroratda qayta ishlash orqali olinadi. **Propilen (C_3H_6)** neftni qayta ishlashda, ayniqsa, katalitik kreking jarayonida hosil bo‘ladigan muhim to‘yinmagan uglevodorodlardan biridir. U polipropilen, propilen oksidi, akrilonitril va boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarishda ishlatiladi. Polipropilen yengil, mustahkam va kimyoviy ta’sirlarga chidamli polimer bo‘lib, avtomobilsozlik, qurilish, tibbiyot va qadoqlash sanoatida keng foydalaniladi. **Butilenlar (C_4H_8)** bir nechta izomerlarni o‘z ichiga oladi. Ular orasida 1-buten, 2-buten va izobutilen muhim hisoblanadi. Butilenlar polimerlar va sintetik kauchuk ishlab chiqarishda, shuningdek, alkillash jarayonida yuqori oktanli benzin komponentlarini olishda ishlatiladi. Ularning sanoatdagi ahamiyati kimyoviy faolligi va boshqa uglevodorodlar bilan reaksiyaga kirishish xususiyati bilan belgilanadi. **Butadien (C_4H_6)** ikkita qo‘sh bog‘ga ega bo‘lgan to‘yinmagan uglevodorod bo‘lib, sintetik kauchuk ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo hisoblanadi. Undan avtomobil shinalari, rezina buyumlar va boshqa elastik materiallar ishlab chiqarishda ishlatiladigan polimerlar olinadi. Butadien uglevodorodlarni piroliz qilish va ayrim uglevodorod oqimlarini qayta ishlash jarayonlarida hosil bo‘lishi mumkin.

To‘yinmagan uglevodorodlarning asosiy kimyoviy xususiyati qo‘sh bog‘ bo‘yicha reaksiyalarga kirishish qobiliyatidir. Ular vodorod bilan birikib, to‘yingan uglevodorodlarni hosil qilishi mumkin. Galogenlar bilan birikish reaksiyalari ham alkenlarga xos bo‘lib, bunday reaksiyalar organik kimyoda qo‘sh bog‘ mavjudligini aniqlash uchun qo‘llanadi. Bundan tashqari, alkenlar polimerlanish reaksiyasiga kirishib, katta molekulyar massaga ega polimerlarni hosil qiladi.

Masalan, etilenning polimerlanish reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$nCH_2=CH_2 \rightarrow (–CH_2–CH_2–)_n$ Ushbu reaksiya natijasida polietilen hosil bo‘ladi. Propilenning polimerlanishi esa polipropilen olish imkonini beradi. Shu sababli to‘yinmagan uglevodorodlar yoqilg‘i ishlab chiqarish bilan cheklanmay, zamonaviy neft-kimyo sanoatining asosiy xomashyolaridan biri hisoblanadi.

Biroq to‘yinmagan uglevodorodlarning yuqori kimyoviy faolligi ayrim texnologik muammolarni ham keltirib chiqarishi mumkin. Masalan, ayrim sharoitlarda ular polimerlanishi, smolasimon moddalar yoki koks hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Bu holat qurilmalarning ishlash samaradorligini pasaytirishi ehtimoli bor. Shu sababli sanoat jarayonlarida harorat, bosim, katalizator xususiyatlari va mahsulotlarning qurilmada turish vaqti nazorat qilinadi. To‘yinmagan uglevodorodlarni ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun xomashyo tarkibini to‘g‘ri tanlash, texnologik rejimlarni optimallashtirish va mahsulotlarni samarali ajratish muhimdir. Shuningdek, gaz oqimlarini tozalash, issiqlikni qayta tiklash va chiqindilarni kamaytirish kabi choralar energiya samaradorligi hamda ekologik xavfsizlikni yaxshilashga yordam beradi.

Umuman olganda, neftni qayta ishlashda hosil bo‘ladigan to‘yinmagan uglevodorodlar uglevodorod xomashyosidan yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotlar olish imkonini beradi. Ularning sanoatdagi ahamiyati polimerlar, sintetik kauchuklar va boshqa kimyoviy mahsulotlarga bo‘lgan talab bilan chambarchas bog‘liq.

Xulosa. Neftni qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan to‘yinmagan uglevodorodlar neft-kimyo sanoatining muhim xomashyolari hisoblanadi. Ular asosan termik kreking, katalitik kreking va bug‘ ishtirokidagi piroliz kabi jarayonlar natijasida olinadi. Ushbu jarayonlarda uglevodorod molekulalari parchalanishi yoki o‘zgarishi natijasida qo‘sh bog‘ga ega bo‘lgan birikmalar hosil bo‘ladi.

Etilen, propilen, butilenlar va butadien amaliy jihatdan eng muhim to‘yinmagan uglevodorodlar qatoriga kiradi. Ular polietilen, polipropilen, sintetik kauchuk va ko‘plab boshqa kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarishda qo‘llanadi. Ularning kimyoviy faolligi polimerlanish va birikish reaksiyalarini amalga oshirish imkonini beradi.

To‘yinmagan uglevodorodlarni samarali olish uchun texnologik sharoitlarni nazorat qilish, xomashyodan oqilona foydalanish, energiya sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlik talablariga rioya etish zarur. Xulosa qilib aytganda, neftni qayta ishlashda to‘yinmagan uglevodorodlarni olish

va ulardan samarali foydalanish sanoatning iqtisodiy samaradorligini oshirish hamda zamonaviy polimer va kimyoviy materiallar ishlab chiqarishni rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gary J. H., Handwerk G. E., Kaiser M. J. *Petroleum Refining: Technology and Economics*. 5th ed. CRC Press, 2007.

2. Speight J. G. *The Chemistry and Technology of Petroleum*. 5th ed. CRC Press, 2014.

3. Fahim M. A., Al-Sahhaf T. A., Elkilani A. *Fundamentals of Petroleum Refining*. Elsevier, 2010.

4. Occupational Exposures in Petroleum Refining. *Petroleum Refining Process*. International Agency for Research on Cancer (IARC), NCBI Bookshelf.

5. National Programme on Technology Enhanced Learning (NPTEL). *Petroleum Refining Overview: Olefins*. Indian Institute of Technology educational materials.

GAZ KONDENSATI VA QUYI FRAKSIYALARDAGI SIKLOALKANLARNING KIMYOVIY XOSSALARI

Raxmanov J. J.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjahongir@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada gaz kondensati va quyi neft fraksiyalarida uchraydigan sikloalkanlarning tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda asosiy kimyoviy reaksiyalari yoritilgan. Siklopentan, siklogeksan va ularning hosilalarining galogenlanish, oksidlanish, yonish va degidrogenlanish reaksiyalari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, sikloalkanlarning gaz kondensatini qayta ishlash, katalitik reforming jarayonlari va neft-kimyo sanoatidagi ahamiyati tahlil qilingan. Xomashyo tarkibini aniqlashda gaz xromatografiyasi va fraksion haydash usullarining o‘rni bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: gaz kondensati, sikloalkanlar, naftenlar, quyi fraksiyalar, siklopentan, siklogeksan, galogenlanish, oksidlanish, degidrogenlanish, katalitik reforming.

Аннотация. В данной статье рассматриваются строение, физико-химические свойства и основные химические реакции циклоалканов, содержащихся в газовом конденсате и низкокипящих нефтяных фракциях. Описаны реакции галогенирования, окисления, горения и дегидрирования циклопентана, циклогексана и их производных. Проанализировано значение циклоалканов в переработке газового конденсата, процессах каталитического риформинга и нефтехимической промышленности. Также рассмотрена роль газовой хроматографии и фракционной перегонки при определении состава углеводородного сырья.

Ключевые слова: газовый конденсат, циклоалканы, нафтены, низкокипящие фракции, циклопентан, циклогексан, галогенирование, окисление, дегидрирование, каталитический риформинг.

Abstract. This article examines the molecular structure, physicochemical properties, and main chemical reactions of cycloalkanes found in gas condensate and low-boiling petroleum fractions. The halogenation, oxidation, combustion, and dehydrogenation reactions of cyclopentane, cyclohexane, and their derivatives are discussed. The importance of cycloalkanes in gas condensate processing, catalytic reforming, and the petrochemical industry is analyzed. The role of gas chromatography and fractional distillation in determining the composition of hydrocarbon feedstocks is also described.

Keywords: gas condensate, cycloalkanes, naphthenes, low-boiling fractions, cyclopentane, cyclohexane, halogenation, oxidation, dehydrogenation, catalytic reforming.

Kirish. Gaz kondensati va neftning quyi fraksiyalari uglevodorod xomashyosining muhim turlaridan hisoblanadi. Ular tarkibida alkanlar, sikloalkanlar, aromatik uglevodorodlar hamda oz miqdorda boshqa birikmalar mavjud bo‘lishi mumkin. Ushbu komponentlarning miqdori konning geologik sharoiti, xomashyoning kelib chiqishi va qayta ishlash texnologiyasiga bog‘liq. Gaz kondensati, odatda, tabiiy gaz tarkibida yuqori bosim va harorat sharoitida mavjud bo‘lgan og‘irroq uglevodorodlarning bosim va harorat o‘zgarishi natijasida suyuq holatga o‘tishi orqali olinadi.

Sikloalkanlar yoki naftenlar molekulasida uglerod atomlari halqa shaklida bog‘langan, to‘yingan uglevodorodlardir. Bir halqali sikloalkanlarning umumiy formulasi C_nH_{2n} ko‘rinishida ifodalanadi. Ularning muhim vakillari siklopentan (C_5H_{10}), siklogeksan (C_6H_{12}), metilsiklopentan va metilsiklogeksan hisoblanadi. Gaz kondensati va neftning yengil fraksiyalarida asosan besh va olti a’zoli halqali birikmalar uchraydi. <Cite refs={["turn913433search0","turn913433search1"]}/>

Sikloalkanlarning kimyoviy xossalari ularning molekulyar tuzilishi, halqa o‘lchami va reaksiyaga kirishish sharoitlariga bog‘liq. Ular to‘yingan uglevodorodlar bo‘lgani sababli odatdagi sharoitda nisbatan barqaror bo‘ladi. Biroq yuqori harorat, katalizatorlar yoki boshqa maxsus sharoitlarda oksidlanish, galogenlanish, degidrogenlanish va halqaning ochilishi kabi reaksiyalarda ishtirok etishi mumkin.

Gaz kondensati va quyi fraksiyalardagi sikloalkanlarni o‘rganish neft-kimyo sanoatida muhim ahamiyatga ega. Ularning tarkibi va kimyoviy xususiyatlarini aniqlash qayta ishlash jarayonlarini samarali tashkil etish, yoqilg‘i sifatini baholash hamda qimmatli kimyoviy mahsulotlar olish imkonini beradi. Ushbu maqolaning maqsadi gaz kondensati va quyi fraksiyalardagi sikloalkanlarning tuzilishi, asosiy kimyoviy xossalari va amaliy ahamiyatini yoritishdan iborat.

Materiallar va usullar. Maqolani tayyorlashda neft kimyosi, organik kimyo va gaz kondensatini qayta ishlashga oid ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi. Sikloalkanlarning molekulyar tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari va asosiy reaksiyalari nazariy hamda taqqoslash usullari asosida o‘rganildi.

Gaz kondensati va uning quyi fraksiyalaridagi uglevodorodlar tarkibini aniqlashda gaz xromatografiyasi muhim tahlil usuli hisoblanadi. Ushbu usul aralashmadagi alohida komponentlarni ajratish va ularning miqdorini baholash imkonini beradi. Shuningdek, fraksion haydash orqali uglevodorodlar qaynash haroratlariga qarab guruhlarga ajratiladi. Bunda dastlabki qaynash harorati, oxirgi qaynash harorati va fraksiyaning qaynash oralig‘i muhim ko‘rsatkichlar hisoblanadi. <Cite refs={["turn913433search2","turn913433search3"]}/>

Sikloalkanlarning kimyoviy xossalarini tavsiflashda quyidagi reaksiyalar ko‘rib chiqiladi:

1. Galogenlanish — vodorod atomlarining galogen atomlari bilan almashinishi.

2. Oksidlanish va yonish — kislorod ishtirokida issiqlik ajralishi va tegishli sharoitlarda oksidlanish mahsulotlarining hosil bo‘lishi vodorod ajralib chiqishi natijasida to‘yinmagan yoki aromatik birikmalar hosil bo‘lishi.

3. Halqaning ochilishi va parchalanish — asosan yuqori harorat yoki katalizator ishtirokida amalga oshadigan o‘zgarishlar.

Ushbu usullar sikloalkanlarning tuzilishi bilan kimyoviy faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushuntirish, shuningdek, ularning neftni qayta ishlashdagi xatti-harakatlarini baholash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Natijalar va muhokama. Sikloalkanlarning tuzilishi va umumiy xususiyatlari Sikloalkanlar to‘yingan siklik uglevodorodlar bo‘lib, ularning molekulasida uglerod atomlari halqa hosil qiladi. Bir halqali sikloalkanlar uchun C_nH_{2n} formulasi xosdir. Ikki halqali to‘yingan birikmalarda esa umumiy formula C_nH_{2n-2} ko‘rinishida bo‘ladi. Gaz kondensati va yengil neft fraksiyalarida siklopentan, siklogeksan va ularning alkil hosilalari muhim o‘rin tutadi.

Sikloalkanlar suvda deyarli erimaydi, ko‘plab organik erituvchilar bilan yaxshi aralashadi va yonuvchan hisoblanadi. Ularning qaynash harorati molekulyar massa, halqa tuzilishi va molekuladagi o‘rinbosarlarga bog‘liq. Gaz kondensatidagi sikloalkanlarning tarkibi barcha konlarda bir xil bo‘lmaydi, shu sababli ularning miqdori laboratoriya tahlillari yordamida aniqlanadi.

1. Galogenlanish reaksiyasi. Sikloalkanlar yorug‘lik yoki qizdirish sharoitida galogenlar bilan radikal almashinish reaksiyalariga kirishishi mumkin. Masalan, siklogeksanning xlor bilan reaksiyasida tegishli sharoitlarda xlorosiklogeksan va vodorod xlorid hosil bo‘ladi: $C_6H_{12} + Cl_2 \rightarrow C_6H_{11}Cl + HCl$ Ushbu reaksiyada siklogeksan molekulasidagi vodorod atomlaridan biri xlor atomiga almashinadi. Reaksiya mahsulotlarining tarkibi va miqdori harorat, yorug‘lik, reagentlar nisbati hamda reaksiyaning davomiyligiga bog‘liq. Galogenlanish sikloalkanlarning kimyoviy xossalarini o‘rganishda muhim reaksiyalardan biridir. 2. Oksidlanish va yonish reaksiyalari. Sikloalkanlar kislorod ishtirokida yonib, katta miqdorda issiqlik ajratadi. To‘liq yonish natijasida karbonat angidrid va suv hosil bo‘ladi. Masalan, siklogeksanning to‘liq yonish reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:
$C_6H_{12} + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

Yonish jarayoni gaz kondensati va uning fraksiyalaridan yoqilg‘i sifatida foydalanishning kimyoviy asosini tashkil etadi. Kislorod yetishmagan sharoitda esa to‘liq bo‘lmagan yonish mahsulotlari, jumladan, uglerod oksidi va qurum hosil bo‘lishi mumkin.

Nazorat qilinadigan sanoat sharoitida ayrim sikloalkanlarni oksidlab, spirtlar, ketonlar yoki boshqa kislorod saqlovchi birikmalar olish mumkin. Masalan, siklogeksanni oksidlash orqali siklogeksanol va siklogeksanon aralashmasi olinishi mumkin. Ushbu moddalar kaprolaktam va adipin kislotasi kabi kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi.

3. Degidrogenlanish reaksiyasi. Sikloalkanlarning muhim kimyoviy xususiyatlaridan biri degidrogenlanish, ya’ni molekuladan vodorod ajralishidir. Muayyan katalizator va harorat sharoitida siklogeksan benzolga aylanishi mumkin: $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2$

Bu jarayonda siklogeksandan vodorod ajralib, aromatik halqa hosil bo‘ladi. Reaksiya neftni qayta ishlashdagi katalitik reforming jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lib, yuqori oktanli benzin komponentlarini va aromatik uglevodorodlarni olishda ahamiyatga ega.

Shuni ta’kidlash kerakki, barcha sikloalkanlar bir xil tezlikda degidrogenlanmaydi. Reaksiyaning borishi molekula tuzilishi, katalizatorning xususiyatlari, harorat va bosimga bog‘liq. Shu sababli sanoatda jarayon parametrlari xomashyo va kerakli mahsulot turiga qarab tanlanadi.

4. Halqaning ochilishi va termik o‘zgarishlar. Sikloalkanlarning kimyoviy barqarorligi halqa kattaligiga ham bog‘liq. Kichik halqali birikmalarda halqa tarangligi yuqoriroq bo‘lgani sababli ayrim reaksiyalarda halqaning ochilishi osonroq kechishi mumkin. Masalan, siklopropan va siklobutan ayrim sharoitlarda halqa ochilishi bilan boradigan reaksiyalarga moyil. Siklopentan va siklogeksan halqalari esa nisbatan barqaror hisoblanadi.

Neftni qayta ishlashda yuqori harorat va katalizatorlar ta’sirida sikloalkanlar izomerlanish, degidrogenlanish yoki parchalanish kabi o‘zgarishlarga uchrashi mumkin. Bunday jarayonlar benzinning tarkibi va sifatiga ta’sir qiladi. Shu bilan birga, texnologik rejim noto‘g‘ri tanlansa, gaz va koks hosil bo‘lishi ortishi mumkin.

5. Gaz kondensati quyi fraksiyalaridagi sikloalkanlarning amaliy ahamiyati. Gaz kondensatining quyi qaynaydigan fraksiyalari yengil uglevodorodlar va nafta tarkibiy qismlarini o‘z ichiga olishi mumkin. Ushbu fraksiyalar yoqilg‘i komponentlarini tayyorlash va neft-kimyo sanoati uchun xomashyo sifatida ishlatiladi. Sikloalkanlarning mavjudligi fraksiyaning zichligi, qaynash xususiyatlari va keyingi katalitik qayta ishlash jarayonlariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Gaz kondensati tarkibini o‘rganishda gaz xromatografiyasi va fraksion haydash natijalaridan foydalanish muhimdir. Tarkibni aniq bilish katalitik reforming, gidrotozalash va boshqa jarayonlarning texnologik sharoitlarini to‘g‘ri tanlashga yordam beradi. <Cite refs={["turn913433search2","turn913433search4"]}/>
Shunday qilib, sikloalkanlarning kimyoviy xossalarini o‘rganish nafaqat nazariy kimyo, balki gaz kondensatini qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish uchun ham muhimdir.

Xulosa. Gaz kondensati va quyi neft fraksiyalaridagi sikloalkanlar to‘yingan halqali uglevodorodlar bo‘lib, ularning muhim vakillariga siklopentan, siklogeksan va ularning hosilalari kiradi. Ushbu birikmalarning kimyoviy xossalari molekulyar tuzilishi, halqa kattaligi va reaksiya sharoitlariga bog‘liq. Sikloalkanlar galogenlanish, yonish, oksidlanish va katalitik degidrogenlanish reaksiyalarida ishtirok etishi mumkin. Ayrim sharoitlarda halqaning ochilishi va boshqa termik o‘zgarishlar ham sodir bo‘ladi. Ushbu reaksiyalar gaz kondensatini qayta ishlash, yuqori oktanli benzin komponentlarini olish hamda neft-kimyo mahsulotlari ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega.

Gaz kondensati tarkibini gaz xromatografiyasi va fraksion tahlil yordamida aniqlash xomashyoning xususiyatlarini baholash imkonini beradi. Xulosa qilib aytganda, sikloalkanlarning tuzilishi va kimyoviy xossalarini chuqur o‘rganish gaz kondensatidan samarali foydalanish, qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish va sifatli mahsulotlar olish uchun zarurdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Speight J. G. *The Chemistry and Technology of Petroleum*. 5th ed. CRC Press, 2014.
2. Gary J. H., Handwerk G. E., Kaiser M. J. *Petroleum Refining: Technology and Economics*. 5th ed. CRC Press, 2007.
3. Fahim M. A., Al-Sahhaf T. A., Elkilani A. *Fundamentals of Petroleum Refining*. Elsevier, 2010.
4. Speight J. G. *Handbook of Natural Gas Analysis*. Wiley, 2018.
5. Grigoriev B. A., Gerasimov A. A., Alexandrov I. S., Nemzer B. V. *Thermophysical Properties of Individual Hydrocarbons of Petroleum and Natural Gases*. Elsevier, 2022.

NEFTDAGI SULFIDLARNING TERMOKIMYOVIY O‘ZGARISHLARI VA OKSIDLANISHI

Raxmanov J. J.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjahongir@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft tarkibidagi sulfidlarning termokimyoviy o‘zgarishlari va oksidlanish jarayonlari o‘rganilgan. Sulfidlarning tuzilishi, yuqori harorat ta’sirida parchalanishi hamda oksidlanish natijasida sulfoxid va sulfonlarga aylanish xususiyatlari yoritilgan. Shuningdek, oltingugurtli birikmalarning neft mahsulotlari sifatiga, texnologik uskunalarning korroziyasiga va atrof-muhitga ta’siri tahlil qilingan. Neftni oltingugurtdan tozalashda gidrotozalash, oksidlovchi desulfurizatsiya, ekstraksiya va adsorbsiya usullarining ahamiyati ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: neft, sulfidlar, oltingugurtli birikmalar, termokimyoviy o‘zgarishlar, oksidlanish, sulfoxid, sulfon, gidrotozalash, desulfurizatsiya.

Аннотация. В данной статье рассматриваются термохимические превращения и процессы окисления сульфидов, содержащихся в нефти. Описаны строение сульфидов, их термическое разложение при повышенных температурах, а также образование сульфоксидов и сульфонов в результате окисления. Проанализировано влияние сернистых соединений на качество нефтепродуктов, коррозию технологического оборудования и состояние окружающей среды. Рассмотрено значение гидроочистки, окислительного обессеривания, экстракции и адсорбции при удалении сернистых соединений из нефтепродуктов.
Ключевые слова: нефть, сульфиды, сернистые соединения, термохимические превращения, окисление, сульфоксиды, сульфоны, гидроочистка, обессеривание.

Abstract. This article examines the thermochemical transformations and oxidation processes of sulfides present in petroleum. The molecular structure of sulfides, their thermal decomposition at elevated temperatures, and the formation of sulfoxides and sulfones through oxidation are discussed. The effects of sulfur-containing compounds on petroleum product quality, corrosion of processing equipment, and the environment are analyzed. The importance of hydrotreating, oxidative desulfurization, extraction, and adsorption in removing sulfur compounds from petroleum products is also highlighted.
Keywords: petroleum, sulfides, sulfur compounds, thermochemical transformations, oxidation, sulfoxides, sulfones, hydrotreating, desulfurization.

Kirish. Neft tarkibida uglevodorodlar bilan bir qatorda oltingugurt saqlovchi organik va noorganik birikmalar ham mavjud. Ushbu birikmalar neftning fizik-kimyoviy xususiyatlariga, uni qayta ishlash jarayonlariga va tayyor neft mahsulotlarining sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Neft tarkibidagi oltingugurtli birikmalar orasida vodorod sulfid, merkaptanlar, sulfidlar, disulfidlar va tiofenli birikmalar muhim o‘rin egallaydi. Sulfidlar oltingugurt atomi ikkita organik radikal bilan bog‘langan birikmalar bo‘lib, umumiy formulasi R–S–R′ shaklida ifodalanadi. Bu yerda R va R′ uglevodorod radikallarini bildiradi. Sulfidlarning ayrimlari neftning yengil fraksiyalarida, murakkabroq oltingugurtli birikmalar esa og‘ir fraksiyalarda uchrashi mumkin. Ularning tarkibi va miqdori neftning kelib chiqishi, geologik shakllanish sharoitlari hamda qayta ishlash usullariga bog‘liq.

Neftni qayta ishlash jarayonida oltingugurtli birikmalar yuqori harorat, bosim, katalizatorlar va oksidlovchi moddalar ta’sirida kimyoviy o‘zgarishlarga uchraydi. Termik ta’sir natijasida ayrim birikmalar parchalanishi, oltingugurtning boshqa shakllariga aylanishi yoki vodorod sulfid kabi gazsimon mahsulotlar hosil qilishi mumkin. Oksidlanish jarayonida esa sulfidlar sulfoxidlar va sulfongacha oksidlanishi mumkin.

Neft tarkibidagi oltingugurtli birikmalarni o‘rganishning dolzarbligi ularning uskunalar korroziyasiga, katalizatorlar faolligiga va yoqilg‘ilarning ekologik xususiyatlariga ta’siri bilan belgilanadi. Oltingugurtli yoqilg‘ilarning yonishi natijasida oltingugurt oksidlari hosil bo‘lib, ular atmosfera havosining ifloslanishi va kislotali yog‘inlar yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin.
Maqolaning maqsadi neft tarkibidagi sulfidlarning termokimyoviy o‘zgarishlari, oksidlanish mexanizmlari va neftni qayta ishlash sanoatidagi ahamiyatini yoritishdan iborat.

Materiallar va usullar. Maqolani tayyorlashda neft kimyosi, organik kimyo va neftni qayta ishlash texnologiyalariga oid ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi. Sulfidlarning tuzilishi, termik barqarorligi, oksidlanish reaksiyalari va oltingugurtni neft mahsulotlaridan ajratib olish usullari nazariy tahlil hamda taqqoslash usullari asosida o‘rganildi. Neft tarkibidagi oltingugurtli birikmalarni aniqlashda bir necha tahlil usullaridan foydalaniladi. Elementar tahlil neft yoki uning fraksiyalaridagi umumiy oltingugurt miqdorini aniqlash imkonini beradi. Gaz xromatografiyasi va oltingugurtga selektiv detektorlar yordamida esa ayrim oltingugurtli birikmalarni ajratish va aniqlash mumkin. Murakkab tarkibli namunalarda mass-spektrometriya kabi instrumental usullar ham qo‘llanadi.

Sulfidlarning termokimyoviy o‘zgarishlarini baholashda harorat, bosim, qizdirish davomiyligi va katalizator xususiyatlari asosiy omillar sifatida qaraladi. Ushbu sharoitlar birikmalarning parchalanishi, qayta guruhlanishi yoki boshqa oltingugurtli mahsulotlarga aylanishiga ta’sir ko‘rsatadi.

Oksidlanish jarayonlarini tavsiflashda sulfidlarning sulfoxid va sulfonlarga aylanishi ko‘rib chiqiladi. Oksidlovchi sifatida tegishli texnologiyalarda vodorod peroksid va boshqa oksidlovchi moddalar ishlatilishi mumkin. Oksidlanishdan so‘ng hosil bo‘lgan mahsulotlar ekstraksiya, adsorbsiya yoki boshqa ajratish usullari yordamida neft mahsulotidan chiqarilishi mumkin.

Mazkur maqola nazariy-tahliliy xarakterga ega bo‘lib, unda yangi laboratoriya tajribalari o‘tkazilgani yoki aniq miqdoriy natijalar olingani da’vo qilinmaydi.

Natijalar va muhokama. 1. Neft tarkibidagi sulfidlarning tuzilishi va xususiyatlari. Neftdagi sulfidlar organik oltingugurtli birikmalar guruhiga kiradi. Ularning oddiy vakillari dimetil sulfid ($CH_3–S–CH_3$) va dietil sulfid ($C_2H_5–S–C_2H_5$) hisoblanadi. Sulfidlar tarkibidagi oltingugurt atomi uglerod atomlari bilan bog‘langan bo‘lib, bu birikmalarning kimyoviy xususiyatlari molekulyar tuzilishi va atrof-muhit sharoitlariga bog‘liq.

Sulfidlarni disulfidlardan farqlash muhimdir. Sulfidlarning umumiy tuzilishi R–S–R′ bo‘lsa, disulfidlar R–S–S–R′ ko‘rinishidagi oltingugurt-oltingugurt bog‘iga ega. Neft tarkibida bundan tashqari merkaptanlar (R–SH) va halqali oltingugurtli birikmalar ham uchraydi. Ularning kimyoviy barqarorligi va qayta ishlash jarayonlaridagi xatti-harakati bir-biridan farq qiladi.

2. Sulfidlarning termokimyoviy o‘zgarishlari. Termokimyoviy o‘zgarishlar harorat ta’sirida sodir bo‘ladigan kimyoviy jarayonlarni anglatadi. Neftni haydash, kreking va boshqa termik jarayonlarda oltingugurtli birikmalarning tuzilishi o‘zgarishi mumkin. Bunda sulfidlarning bir qismi parchalanadi, boshqa birikmalar bilan reaksiyaga kirishadi yoki turli molekulyar mahsulotlarga aylanadi.

Yuqori haroratda ayrim oltingugurtli birikmalardan vodorod sulfid (H_2S) va boshqa oltingugurt saqlovchi mahsulotlar hosil bo‘lishi mumkin. Hosil bo‘ladigan mahsulotlarning tarkibi dastlabki birikmaning tuzilishi, harorat, bosim va jarayon muhitiga bog‘liq. Shu sababli barcha sulfidlar uchun yagona termik parchalanish mexanizmini qo‘llash mumkin emas.

Termik jarayonlarda oltingugurtli birikmalarning o‘zgarishi neft mahsulotlarining sifatiga ham ta’sir qiladi. Ayrim birikmalarning parchalanishi oltingugurtni gaz oqimiga o‘tkazsa, boshqalari og‘ir mahsulotlar tarkibida qolishi mumkin. Katalitik kreking va boshqa konversiya jarayonlarida oltingugurtning mahsulotlar o‘rtasida taqsimlanishi katalizator xususiyatlari va texnologik rejimga ham bog‘liq. Vodorod sulfid zaharli va korrozion faol gaz bo‘lgani uchun uni hosil qilishi mumkin bo‘lgan jarayonlarda gazlarni yig‘ish, tozalash va xavfsiz utilizatsiya qilish tizimlari muhim ahamiyatga ega.

3. Sulfidlarning oksidlanishi. Oksidlanish sulfidlarning muhim kimyoviy o‘zgarishlaridan biridir. Muayyan sharoitlarda sulfidlar dastlab sulfoxidlarga, keyinchalik esa sulfonlarga aylanishi mumkin. Ushbu jarayonda oltingugurt atomiga kislorod atomlari birikadi.

Sulfidning sulfoxidga aylanishi quyidagicha ifodalanadi:

$$R–S–R′ + [O] \rightarrow R–S(O)–R′$$

Sulfoxidning sulfonga aylanishi esa quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$R–S(O)–R′ + [O] \rightarrow R–S(O)_2–R′$$

Bu tenglamalarda [O] oksidlovchi tomonidan ta’minlanadigan kislorodni bildiradi. Reaksiyalar tegishli oksidlovchi va mos sharoitlar mavjud bo‘lgandagina amalga oshadi.

Sulfidlarning oksidlanishi ularning qutbliligi va fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘zgartiradi. Sulfoxidlar va sulfonlar dastlabki sulfidlar bilan taqqoslaganda ko‘proq qutbli bo‘ladi. Ushbu xususiyat ulardan ayrimlarini maxsus erituvchilar yordamida ajratish yoki adsorbentlarda ushlab qolish imkonini beradi. Neft mahsulotlarini oksidlovchi usulda oltingugurtdan tozalashda oksidlanishning o‘zi yakuniy maqsad emas. Hosil bo‘lgan oksidlangan birikmalarni neft mahsulotidan ajratish ham zarur. Shu sababli oksidlovchi desulfurizatsiya texnologiyalarida oksidlanish bosqichi ekstraksiya, adsorbsiya yoki boshqa ajratish usullari bilan birgalikda qo‘llanadi.

4. Oksidlanish va termik o‘zgarishlarga ta’sir qiluvchi omillar. Sulfidlarning kimyoviy o‘zgarishlari bir qator omillarga bog‘liq. Harorat oshishi termik reaksiyalar tezligiga ta’sir qiladi, biroq haddan tashqari yuqori harorat mahsulotlarning nazoratsiz parchalanishi va koks hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Oksidlanishda esa oksidlovchi turi, uning miqdori, reaksiya muhiti, harorat va katalizator mavjudligi muhim ahamiyatga ega.

Neft tarkibidagi boshqa moddalar ham oksidlanish jarayoniga ta’sir qilishi mumkin. Masalan, birgalikda mavjud bo‘lgan boshqa organik birikmalar oksidlovchi bilan reaksiyaga kirishib, uning sarfini oshirishi mumkin. Shu sababli selektiv oksidlanish usullarini tanlashda nafaqat umumiy oltingugurt miqdori, balki oltingugurtli birikmalarning kimyoviy turi ham hisobga olinadi.

5. Sanoat va ekologik ahamiyati. Neft tarkibidagi oltingugurtli birikmalarni nazorat qilish qayta ishlash qurilmalarining ishonchli ishlashi va sifatli yoqilg‘i ishlab chiqarish uchun zarur. Oltingugurtli birikmalar ayrim metall yuzalarda korroziyani kuchaytirishi, katalizatorlar faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi va yoqilg‘i yonishida oltingugurt oksidlarining hosil bo‘lishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Sanoatda oltingugurtni kamaytirish uchun gidrotozalash, oksidlovchi desulfurizatsiya, ekstraksiya va adsorbsiya kabi usullar qo‘llanadi. Gidrotozalashda oltingugurtli birikmalar vodorod ishtirokida katalitik o‘zgarishga uchrab, oltingugurtning katta qismi vodorod sulfid shaklida chiqariladi. Oksidlovchi desulfurizatsiyada esa oltingugurtli birikmalar avval oksidlanadi, so‘ng hosil bo‘lgan mahsulotlar ajratib olinadi.

Ekologik nuqtayi nazardan, neftni qayta ishlash korxonalarida oltingugurtli gazlarni ushlash va qayta ishlash, oqova suvlarni tozalash hamda chiqindilarni kamaytirish muhimdir. Bu chora-tadbirlar atmosfera ifloslanishini kamaytirish, mehnat xavfsizligini yaxshilash va ekologik talablarni bajarishga yordam beradi.

Xulosa. Neft tarkibidagi sulfidlar va boshqa oltingugurtli birikmalar termik ta’sir hamda oksidlanish natijasida turli kimyoviy o‘zgarishlarga uchraydi. Termokimyoviy jarayonlarda ayrim birikmalar parchalanishi, vodorod sulfid yoki boshqa oltingugurt saqlovchi mahsulotlar hosil qilishi mumkin. Oksidlanish jarayonida esa sulfidlar sulfoxid va sulfonlarga aylanishi mumkin.

Ushbu o‘zgarishlar neftni qayta ishlash texnologiyasi, mahsulot sifati, uskunalarning korroziyaga chidamliligi va ekologik xavfsizlik bilan bevosita bog‘liq. Oltingugurtli birikmalarning turini va miqdorini aniqlash samarali tozalash texnologiyasini tanlash uchun muhimdir. Xulosa qilib aytganda, termik o‘zgarishlar va oksidlanish mexanizmlarini chuqur o‘rganish neftni qayta ishlash jarayonlarini takomillashtirish, yoqilg‘ilardagi oltingugurt miqdorini kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta’sirni cheklash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Speight J. G. *The Chemistry and Technology of Petroleum*. 5th ed. CRC Press, 2014.

2. Gary J. H., Handwerk G. E., Kaiser M. J. *Petroleum Refining: Technology and Economics*. 5th ed. CRC Press, 2007.

3. Fahim M. A., Al-Sahhaf T. A., Elkilani A. *Fundamentals of Petroleum Refining*. Elsevier, 2010.

4. Shi Q., Wu J. Review on Sulfur Compounds in Petroleum and Its Products: State-of-the-Art and Perspectives. *Energy & Fuels*. 2021, 35(18), 14445–14461. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.1c02229.

AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV TIZIMLARINING KIMYO SANOATIDAGI ROLI

Raxmanov J. J.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi shahar, Uzbekiston
e-mail: jalilovichjahongir@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining kimyo sanoatidagi o‘rni, asosiy vazifalari va ishlab chiqarish samaradorligiga ta’siri yoritilgan. Texnologik jarayonlarda harorat, bosim, sarf, sath va pH ko‘rsatkichlarini avtomatik nazorat qilish usullari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, PLC, DCS va SCADA tizimlarining ishlash prinsiplari, mahsulot sifatini ta’minlash, energiya sarfini kamaytirish, sanoat xavfsizligi va ekologik nazoratdagi ahamiyati tahlil qilingan. Zamonaviy raqamli texnologiyalar, sun’iy intellekt va bashoratli texnik xizmat ko‘rsatishning kimyo sanoatidagi istiqbollari ham bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi, kimyo sanoati, texnologik jarayon, PLC, DCS, SCADA, datchik, sanoat xavfsizligi, energiya samaradorligi, raqamlashtirish.

Аннотация. В данной статье рассматриваются роль автоматизированных систем управления в химической промышленности, их основные функции и влияние на эффективность производства. Описаны методы автоматического контроля температуры, давления, расхода, уровня и показателя pH в технологических процессах. Проанализированы принципы работы систем PLC, DCS и SCADA, а также их значение для обеспечения качества продукции, снижения энергопотребления, промышленной безопасности и экологического контроля. Кроме того, рассмотрены перспективы применения цифровых технологий, искусственного интеллекта и предиктивного технического обслуживания в химическом производстве.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, химическая промышленность, технологический процесс, PLC, DCS, SCADA, датчики, промышленная безопасность, энергоэффективность, цифровизация.

Abstract. This article examines the role of automated control systems in the chemical industry, their main functions, and their impact on production efficiency. Methods for automatically monitoring temperature, pressure, flow rate, liquid level, and pH in chemical processes are discussed. The operating principles of PLC, DCS, and SCADA systems are analyzed, with particular attention to product quality, energy efficiency, industrial safety, and environmental monitoring. The article also explores future developments in digital technologies, artificial intelligence, and predictive maintenance for chemical manufacturing.

Keywords: automated control systems, chemical industry, process control, PLC, DCS, SCADA, sensors, industrial safety, energy efficiency, digitalization.

Kirish. Bugungi kunda kimyo sanoati iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, mineral o‘g‘itlar, polimerlar, kislotalar, ishqorlar, farmatsevtik moddalar va boshqa ko‘plab mahsulotlarni ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari murakkabligi, yuqori harorat va bosimdan foydalanilishi hamda moddalar tarkibining uzluksiz nazorat qilinishi zarurligi bilan ajralib turadi. Shu sababli ishlab chiqarish jarayonlarini samarali tashkil etish, mahsulot sifatini barqaror saqlash va xavfsizlikni ta’minlashda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanish katta ahamiyat kasb etadi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (ABT) — texnologik jarayonlarni kuzatish, o‘lchash, tahlil qilish va belgilangan parametrlar asosida boshqarish uchun mo‘ljallangan texnik hamda

dasturiy vositalar majmuasidir. Bunday tizimlar harorat, bosim, sarf, sath, pH ko‘rsatkichi va boshqa texnologik parametrlarni nazorat qilish imkonini beradi. Datchiklar orqali olingan ma’lumotlar boshqaruv qurilmalariga uzatiladi va ular asosida ijro mexanizmlarining ishlashi tartibga solinadi.

Kimyo sanoatida avtomatlashtirishning asosiy maqsadi inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish, texnologik jarayonlarning barqarorligini ta’minlash, energiya va xomashyo sarfini optimallashtirish hamda mehnat xavfsizligini oshirishdan iborat. Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida dasturlanadigan mantiqiy kontrollerlar (PLC), taqsimlangan boshqaruv tizimlari (DCS), nazorat va ma’lumotlarni yig‘ish tizimlari (SCADA), shuningdek, raqamli monitoring vositalaridan keng foydalaniladi.

Mavzuning dolzarbligi kimyo sanoatida ishlab chiqarish hajmi va mahsulot sifatiga qo‘yiladigan talablarning ortib borishi, resurslardan oqilona foydalanish hamda ekologik xavfsizlikni ta’minlash zarurati bilan belgilanadi. Ushbu maqolaning maqsadi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining kimyo sanoatidagi vazifalari, ishlash prinsiplari, afzalliklari va istiqbollarini yoritishdan iborat.

Mteriallar va usullar. Maqolani tayyorlashda avtomatik boshqaruv nazariyasi, kimyoviy texnologiya, sanoat avtomatikasi va texnologik jarayonlarni nazorat qilishga oid ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining tuzilishi, ishlash prinsiplari va ishlab chiqarish samaradorligiga ta’siri tavsifiy hamda taqqoslash usullari yordamida o‘rganildi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining asosiy tarkibiy qismlariga quyidagilar kiradi:

1.O‘lchash vositalari va datchiklar. Harorat, bosim, sarf, sath va boshqa parametrlarni o‘lchaydi. Masalan, harorat datchiklari reaktordagi haroratni, bosim datchiklari esa quvurlar va apparatlardagi bosimni nazorat qiladi.

2.Boshqaruv qurilmalari. O‘lchangan qiymatlarni belgilangan qiymatlar bilan taqqoslab, boshqaruv signalini ishlab chiqadi. Bunda PLC, DCS va boshqa raqamli boshqaruv vositalari qo‘llanadi.

3.Ijro mexanizmlari. Boshqaruv signallariga muvofiq klapanlar, nasoslar, elektr yuritmalar va boshqa qurilmalarning ishlashini o‘zgartiradi.

4.Operator interfeysi. Texnologik jarayon holatini grafik ko‘rinishda aks ettiradi, parametrlarni kuzatish, ogohlantirishlarni ko‘rish va boshqaruv buyruqlarini berish imkonini yaratadi.

5.Himoya va avariya tizimlari. Xavfli holatlarni aniqlash va belgilangan shartlarda uskunani xavfsiz holatga o‘tkazish uchun xizmat qiladi.

Kimyo sanoatida keng qo‘llaniladigan boshqaruv usullaridan biri qayta aloqa asosida boshqarishdir. Ushbu usulda texnologik parametrning haqiqiy qiymati belgilangan qiymat bilan taqqoslanadi. Ular orasidagi farq asosida boshqaruv qurilmasi tegishli tuzatishni amalga oshiradi. Masalan, kimyoviy reaktordagi harorat belgilangan qiymatdan pasaysa, boshqaruv tizimi issiqlik berishni oshirishi mumkin. Harorat ortib ketganda esa issiqlik berish kamaytiriladi yoki sovitish tizimi kuchaytiriladi.

Jarayonlarni tahlil qilishda boshqaruv tizimlarining aniqligi, javob berish tezligi, barqarorligi, energiya sarfi, mahsulot sifati va xavfsizlikka ta’siri asosiy mezonlar sifatida ko‘rib chiqildi. Shuningdek, avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligi va mavjud texnologik qurilmalar bilan integratsiyalashuvi ham hisobga olindi.

Natijalar va muhokama. Kimyoviy texnologik jarayonlarni boshqarish. Kimyo sanoatida ko‘plab jarayonlar harorat, bosim, sarf va moddalarning konsentratsiyasiga bevosita bog‘liq. Masalan, kimyoviy reaktorlarda reaksiya tezligi va mahsulot chiqimi ko‘pincha haroratga bog‘liq bo‘ladi. Haroratning me’yordan chetga chiqishi kerakli mahsulot miqdorining kamayishiga, qo‘shimcha mahsulotlar hosil bo‘lishiga yoki xavfli holat yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari texnologik parametrlarni uzluksiz kuzatib, ularni belgilangan chegaralarda saqlashga yordam beradi. Reaktorlarda harorat va bosimni boshqarish, nasoslar orqali xomashyo sarfini tartibga solish hamda aralashtirgichlar ishini muvofiqlashtirish bunga misol bo‘la oladi. Distillatsiya kolonnalarida esa harorat, bosim, suyuqlik sathi va oqim sarfini boshqarish mahsulotlarning ajralish samaradorligini oshiradi. Kimyoviy eritmalar tayyorlashda pH

datchiklari va dozalash tizimlari yordamida muhitning kislotalilik darajasi kerakli qiymatda ushlab turiladi. PLC, DCS va SCADA tizimlarining ahamiyati.

Kimyo sanoatida avtomatlashtirish turli darajalarda tashkil etiladi. PLC tizimlari, asosan, alohida mashina va qurilmalarni mantiqiy boshqarish, ketma-ket operatsiyalarni bajarish hamda blokirovka shartlarini nazorat qilishda ishlatiladi. DCS tizimlari yirik va uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlarini markazlashgan tarzda boshqarishga imkon beradi. Bunday tizimlar ko‘plab o‘lchash nuqtalari, boshqaruv konturlari va texnologik qurilmalarni yagona tizimga birlashtiradi. Natijada korxonaning turli bo‘limlari o‘rtasida boshqaruvni muvofiqlashtirish osonlashadi. SCADA tizimlari texnologik ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, grafik ko‘rinishda namoyish qilish va masofadan monitoring olib borishda muhim ahamiyatga ega. Operator tizim orqali uskunalarning holatini kuzatishi, parametrlarning o‘zgarishini tahlil qilishi va ogohlantirishlar asosida tegishli choralarni ko‘rishi mumkin. Ushbu tizimlarning o‘zaro uyg‘un ishlashi ishlab chiqarish jarayonlarini tezkor nazorat qilish, nosozliklarni aniqlash va texnologik rejimlarni optimallashtirish imkonini beradi. Mahsulot sifati va iqtisodiy samaradorlik. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining muhim afzalliklaridan biri mahsulot sifatining barqarorligini ta’minlashdir. Texnologik parametrlarning doimiy nazorati xomashyo tarkibidagi o‘zgarishlarga mos ravishda boshqaruv rejimini tuzatish imkonini beradi. Natijada standart talablariga javob beradigan mahsulot olish ehtimoli ortadi.

Avtomatlashtirish xomashyo va energiya sarfini kamaytirishga ham xizmat qiladi. Masalan, issiqlik almashinish qurilmalarida haroratni aniq boshqarish, nasoslar va kompressorlar ishini talabga moslashtirish ortiqcha energiya sarfining oldini olishi mumkin. Xuddi shuningdek, reagentlarni avtomatik dozalash ularning ortiqcha sarflanishini kamaytiradi. Biroq avtomatlashtirishning iqtisodiy samarasi barcha korxonalarda bir xil bo‘lmaydi. Natija uskunalarning texnik holati, ishlab chiqarish hajmi, joriy etish xarajatlari, xodimlarning malakasi va tizimga texnik xizmat ko‘rsatish sifatiga bog‘liq. Shu sababli yangi boshqaruv tizimini joriy etishdan oldin texnik-iqtisodiy baholash o‘tkazilishi lozim. Sanoat xavfsizligi va ekologik nazorat. Kimyo sanoatida ayrim moddalar zaharli, yonuvchan yoki portlovchi xususiyatlarga ega. Shu sababli texnologik jarayonlarni xavfsiz boshqarish muhim vazifa hisoblanadi. Avtomatlashtirilgan tizimlar gaz konsentratsiyasi, bosim, harorat va boshqa xavfli parametrlarni kuzatib, me’yordan chetga chiqish holatlarida operatorni ogohlantirishi mumkin.

Avariya holatlarida maxsus xavfsizlik tizimlari jarayonni to‘xtatish, klapanlarni yopish yoki uskunani xavfsiz holatga o‘tkazish uchun mo‘ljallanadi. Bunday himoya funksiyalari oddiy boshqaruv tizimidan alohida ishlab chiqilishi va tegishli xavfsizlik talablariga muvofiq tekshirilishi kerak. Ekologik nazoratda avtomatlashtirilgan tizimlar chiqindi gazlar, oqova suvlar va ishlab chiqarish chiqindilariga tegishli ko‘rsatkichlarni kuzatishda qo‘llanadi. O‘lchash natijalari asosida tozalash qurilmalarining ishlashi muvofiqlashtirilib, ifloslantiruvchi moddalar chiqarilishini kamaytirish choralari ko‘riladi.

Raqamlashtirish va istiqbolli yo‘nalishlar. Zamonaviy kimyo sanoatida avtomatlashtirish sun’iy intellekt, sanoat interneti (IIoT), raqamli egizaklar va ma’lumotlarni tahlil qilish texnologiyalari bilan boyib bormoqda. Ushbu texnologiyalar uskunalarning texnik holatini oldindan baholash, nosozlik ehtimolini aniqlash va texnologik rejimlarni optimallashtirishga yordam beradi. Masalan, nasos yoki kompressorning tebranishi, harorati va energiya iste’moli haqidagi ma’lumotlarni tahlil qilish orqali texnik nosozlik alomatlarini erta aniqlash mumkin. Bu rejadan tashqari to‘xtashlarni kamaytirish va ta’mirlash ishlarini oldindan rejalashtirish imkonini beradi.

Shu bilan birga, raqamli tizimlarning kengayishi kiberxavfsizlik, ma’lumotlar yaxlitligi va xodimlarning malakasiga bo‘lgan talabni oshiradi. Demak, zamonaviy avtomatlashtirish texnik vositalarni joriy etish bilan cheklanmasdan, tashkiliy boshqaruv va axborot xavfsizligini ham qamrab olishi kerak.

Xulosa. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari kimyo sanoatida texnologik jarayonlarning barqarorligi, mahsulot sifatining yuqori darajada saqlanishi, energiya va xomashyo sarfining optimallashtirilishi hamda sanoat xavfsizligini ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Datchiklar, boshqaruv qurilmalari, ijro mexanizmlari va operator interfeyslarining o'zaro uyg'un ishlashi ishlab chiqarishni samarali boshqarish imkonini beradi. PLC, DCS va SCADA kabi tizimlardan foydalanish ishlab chiqarish jarayonlarini uzluksiz nazorat qilish, nosozliklarni tezkor aniqlash va boshqaruv qarorlarini takomillashtirishga yordam beradi.

Bundan tashqari, avtomatlashtirish ekologik ko'rsatkichlarni nazorat qilish va resurslardan oqilona foydalanishga xizmat qiladi. Kelajakda sun'iy intellekt, sanoat interneti va bashoratli texnik xizmat ko'rsatish texnologiyalarining rivojlanishi kimyo sanoatida avtomatlashtirish imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Biroq yuqori samaradorlikka erishish uchun tizimlarni to'g'ri loyihalash, xavfsizlik talablariga rioya qilish, kiberxavfsizlikni ta'minlash va malakali mutaxassislarni tayyorlash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Seborg D. E., Edgar T. F., Mellichamp D. A., Doyle F. J. *Process Dynamics and Control*. 4th ed. Wiley, 2016.

2. Smith C. A., Corripio A. B. *Principles and Practice of Automatic Process Control*. 3rd ed. Wiley, 2005.

3. Åström K. J., Murray R. M. *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, 2008.

4. International Electrotechnical Commission. *IEC 61511: Functional Safety — Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector*. IEC.

5. International Society of Automation. *ISA-5.1: Instrumentation and Control Symbols and Identification*. ISA.

BINO VA INSHOOTLARNING GORIZONTAL SILJISHINI ANIQLASHDA "STVOR" USULINING QO'LLANILISHI

Toshpulatov Jahongir Samar o'g'li
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada bino va inshootlarning gorizontal siljishini aniqlashda "Stvor" usulining qo'llanilishi va uning amaliy ahamiyati yoritilgan. "Stvor" usuli inshootning siljishini yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi. Ushbu usulda obyekt bo'ylab belgilar tizimi tashkil etiladi va ularning koordinatalari geodezik asboblar yordamida aniqlanadi. Vaqt davomida qayta o'lchashlar orqali nuqtalarning siljish miqdori va yo'nalishi hisoblanadi. Maqolada ushbu usulning amaliy qo'llanilishi, hisoblash tartibi hamda natijalarni tahlil qilish usullari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: Stvor usuli, gorizontal siljish, deformatsiya, geodezik kuzatuv, koordinata tizimi, aniqlik, nazorat.

Аннотация: В данной статье освещается применение метода "створ" и его практическое значение для определения горизонтального смещения зданий и сооружений. Метод "створ" позволяет с высокой точностью определять смещение конструкции. В этом методе система знаков организована по всему объекту, а их координаты определяются с помощью геодезических приборов. Путем повторных измерений во времени вычисляются величина и направление смещения точек. В статье описывается практическое применение этого метода, порядок расчета, а также методы анализа результатов.

Ключевые слова: Метод створа, горизонтальное смещение, деформация, геодезическое наблюдение, система координат, точность, контроль.

Abstract: This article highlights the use of the “gate” method and its practical significance for determining the horizontal displacement of buildings and structures. The “gate” method allows you to accurately determine the displacement of the structure. In this method, the system of signs is organized throughout the object, and their coordinates are determined using geodetic instruments. By repeated measurements over time, the magnitude and direction of the displacement of the points are calculated. The article describes the practical application of this method, the calculation procedure, as well as methods for analyzing the results.
Keywords: Target method, horizontal displacement, deformation, geodetic observation, coordinate system, accuracy, control.

Kirish. Bino va inshootlarning barqarorligi va xavfsizligini ta’minlashda ularning gorizontal siljishlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Qurilish jarayonida yoki ekspluatatsiya davrida inshootlar tabiiy va texnologik omillar ta’sirida siljishi mumkin. Shu bois, siljishlarni tezkor va aniqlik bilan aniqlash usullari dolzarb masala hisoblanadi. “Stvor” usuli — gorizontal siljashlarni kuzatish va aniqlashda keng qo‘llaniladigan geodezik metodlardan biridir. Ushbu usul orqali inshootning muayyan nuqtalari bo‘yicha siljish yo‘nalishlari aniqlanib, ularning o‘lchov natijalari orqali inshootning barqarorligi va xavfsizligi baholanadi. Stvor usuli oddiyligi, aniqligi va amaliyotga qulayligi bilan ajralib turadi, shu sababli geodezik monitoringda samarali qo‘llaniladi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Stvor usuli bino va inshootlarning gorizontal siljishlarini aniqlashda samarali va amaliy metod hisoblanadi. Nazariy manbalar usulning matematik va geodezik asoslarini yoritib, aniqlik va ishonchlilikni ta’minlash imkonini beradi. Amaliy tadqiqotlar esa Stvor usulining real qurilish maydonlarida tezkor, sodda va natijasi ishonchli ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, zamonaviy texnologiyalar bilan birgalikda qo‘llanishi monitoring jarayonini yanada samarali qiladi va inshootlarning barqarorligini baholashda muhim rol o‘ynaydi.

Metodlar. Bino va inshootlarning gorizontal siljishini aniqlashda “Stvor” usuli geodezik kuzatuvning oddiy va samarali metodlaridan biri hisoblanadi. Ushbu metodika quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi: 1) o‘lchash maydonini tayyorlash; 2) stvor yo‘nalishini belgilash; 3) o‘lchashlar bajarish; 4) ma’lumotlarni qayta ishlash; 5) natijalarni tahlil qilish; 6) stvor usulining afzalliklari.

“Stvor” usuli bino va inshootlarning gorizontal siljishlarini aniqlashda samarali va amaliy geodezik metod hisoblanadi. Ushbu usul orqali nuqtalarning gorizontal yo‘nalishdagi siljishlari yuqori aniqlik bilan o‘lchanadi va olingan natijalar asosida inshootning barqarorligi baholanadi. Stvor usulining oddiyligi va aniqligi uni qurilish monitoringida keng qo‘llash imkonini beradi, shuningdek, boshqa geodezik va raqamli texnologiyalar bilan birgalikda ishlatilganda natijalar yanada ishonchli bo‘ladi.

Natijalar. Siljish yo‘nalishi aniqlandi: Stvor usuli yordamida kuzatilgan inshootning muayyan nuqtalarida gorizontal siljish yo‘nalishi va miqdori aniq belgilandi. Aniqlik va takroriylik: Bir necha martalik o‘lchovlar orqali natijalar ishonchliligi va aniqligi oshirildi. O‘lchovlar millimetr darajasida qayd etildi. Barqarorlik bahosi: Olingan natijalar asosida inshootning barqarorligi tahlil qilindi. Ayrim nuqtalarda minimal siljish kuzatildi, bu esa umumiy konstruksiyaning barqaror ekanligini ko‘rsatdi. Monitoring samaradorligi: Stvor usuli orqali gorizontal siljishlarni tezkor va aniq aniqlash imkoniyati ta’minlandi, bu esa qurilish yoki ekspluatatsiya jarayonida xavfli siljishlarning erta aniqlanishiga xizmat qildi. Natijalarni vizualizatsiya: Siljishlarning yo‘nalishi va miqdori grafik va diagrammalar yordamida tasvirlandi, bu konstruksiya holatini oson tushunishga imkon yaratdi.

Muhokama. Bino va inshootlarning gorizontal siljishini aniqlashda qo‘llanilgan “stvor” usuli natijalari bajarilgan o‘lchashlarning aniqligi, qurilma sozlanganligi va joyning geodezik sharoitiga bevosita bog‘liq ekanligi kuzatildi. O‘lchash jarayonida har bir stvorda joylashgan asosiy belgi va nazorat nuqtalarining koordinatalari bir nechta takroriy kuzatishlar orqali aniqlangan bo‘lib, ularning o‘zaro farqi me’yoriy chegaralardan oshmagan. Bu esa o‘lchashlarning ishonchliligini tasdiqlaydi. Olingan ma’lumotlar asosida bajarilgan hisob-kitoblar konstruksiyaning vaqt davomida qanchalik siljiganini aniq ko‘rsatib berdi. Hisoblangan gorizontal siljish miqdorlari me’yoriy hujjatlar bilan solishtirilganda, aniqlangan siljishlar ruxsat etilgan limitlardan oshmagan, shuning uchun mazkur

bino va inshootning hozirgi holati xavfsiz deb baholandi. Shu bilan birga, ayrim nuqtalarda yengil og‘ishlar qayd etildi, bu esa joyning geologik tuzilishi yoki konstruktiv yuklarning notekis taqsimlanganligi bilan izohlanishi mumkin.

Xulosa. Ish jarayonida teodolit yordamida tashkil etilgan stvorlar orqali olinadigan burchak va chiziqli o‘lchamlar usulning soddaligini, aniqlik darajasi esa yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Ayniqsa, birinchi va ikkinchi bosqichlardagi o‘lchashlar orasidagi farq metodikaning takror ishlab chiqariluvchanligini tasdiqladi. Shuningdek, maydon sharoitida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xatoliklar — asbobning beqaror joylashuvi, atmosfera sharoitidagi farqlar, kuzatuvchining subyektiv xatolari — tahlil qilinib, ularning natijalarga ta’siri minimal darajada ekani aniqlandi. Bu esa bajarilgan geodezik ishlarning to‘g‘ri tashkil etilganini ko‘rsatadi. Umuman olganda, “stvor” usuli orqali olingan natijalar bino/inshootning deformatsiya holatini baholashda yetarli aniqlik beradi va kelgusida monitoring ishlari uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Bajarilgan ishlar natijalari obektning gorizontal barqarorligini tasdiqlaydi hamda zarur hollarda takroriy kuzatishlar chastotasini oshirish bo‘yicha tavsiyalar shakllantirishga imkon beradi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Abdullaev A., Mamatqulov B. Muhandislik geodeziyasi. – Toshkent: “O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi” nashriyoti, 2018.

2. Qodirov M., Jo‘rayev S. Geodezik o‘lchashlar va ularni qayta ishlash. – Toshkent: TDPU nashriyoti, 2020.

3. Sodiqov A.G. Geodeziya asoslari. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2015.

4. Turaboev Sh., Eshqobilov N. Qurilish maydonlarida deformatsion kuzatuvlar metodikasi. – Toshkent: “Fan nashriyoti”, 2019.

5. ГОСТ 24846–2014. Здания и сооружения. Методы геодезические контроля деформаций. – Moskva: Standartinform, 2014.

6. СНИП 3.01.03–84. Геодезические работы в строительстве. – Moskva, 2012-yil tahriri.

7. Берлянт А.М. Инженерная геодезия. – Moskva: Высшая школа, 2013.

УДК 528.8:504.06

ОЦЕНКА ДЕФИЦИТА ЗЕЛЁНОГО ПОКРОВА В ОТДЕЛЬНЫХ СЁЛАХ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ УЗБЕКИСТАНА ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Хазратов Алишер Нормуродович
доцент кафедры нефтегазового дела, Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан
E-mail: khazratov@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1300-0547

Аннотация. Оценён летний растительный покров четырёх населённых пунктов Кашкадарьинской области и предложен осторожный подход к озеленению в условиях дефицита воды. В Google Earth Engine проанализированы вручную оцифрованные границы Помука, Камаши, Новката и Янгикургана по очищенным от облаков данным Sentinel-2 за июнь–август 2019–2025 гг. Зелёный покров определялся как доля пикселей 10 м с NDVI ≥ 0,30. Средняя доля зелёного покрова составила 10,83% в Помуке, 30,94% в Камаши, 64,07% в Новкате и 57,01% в Янгикургане. Во все годы сохранялось соотношение Новкат > Камаши > Помук. Результаты указывают на устойчивый пространственный дефицит растительности, но не доказывают, что его единственная причина — нехватка оросительной воды. Предлагаются полевые проверки, сбор дождевой воды, капельное орошение и условное применение минерализованных подземных вод после оценки их качества и засоления почв.

Ключевые слова: Sentinel-2, NDVI, зелёный покров, сбор дождевой воды, минерализованные подземные воды, озеленение сёл, Кашкадарьинская область.

Annotatsiya. Qashqadaryo viloyatidagi to‘rtta aholi punktining yozgi o‘simlik qoplami baholandi va suv tanqisligi sharoitida ko‘kalamzorlashtirishga ehtiyotkor yondashuv taklif qilindi. Google Earth Engine platformasida Pomuq, Qamashi, Novqat va Yangiqo‘rg‘onning qo‘lda raqamlashtirilgan chegaralari bo‘yicha 2019–2025-yillarning iyun–avgust oylariga tegishli bulutlardan tozalangan Sentinel-2 ma’lumotlari tahlil qilindi. Yashil qoplama NDVI ≥ 0,30 bo‘lgan 10 m li piksellarning ulushi sifatida aniqlandi. Yashil qoplamaning o‘rtacha ulushi Pomuqda 10,83%, Qamashida 30,94%, Novqatda 64,07% va Yangiqo‘rg‘onda 57,01% ni tashkil etdi. Barcha yillarda Novqat > Qamashi > Pomuq ketma-ketligi saqlanib qoldi. Natijalar o‘simlik qoplamida barqaror hududiy tanqislik borligini ko‘rsatadi, biroq uning yagona sababi sug‘orish suvi yetishmasligi ekanini isbotlamaydi. Dala tekshiruvlari, yomg‘ir suvini yig‘ish, tomchilatib sug‘orish hamda sifati va tuproq sho‘rlanishi baholangandan keyingina minerallashgan yer osti suvlaridan shartli foydalanish taklif etiladi.
Kalit so‘zlar: Sentinel-2, NDVI, yashil qoplama, yomg‘ir suvini yig‘ish, minerallashgan yer osti suvlari, qishloqlarni ko‘kalamzorlashtirish, Qashqadaryo viloyati.

Abstract. Summer vegetation cover was assessed in four settlements of Qashqadaryo Region, and a cautious approach to greening under water scarcity was proposed. In Google Earth Engine, manually digitized boundaries of Pomuq, Qamashi, Novqat, and Yangiqo‘rg‘on were analysed using cloud-screened Sentinel-2 data for June–August 2019–2025. Green cover was defined as the share of 10 m pixels with NDVI ≥ 0.30. Mean green-cover fractions were 10.83% in Pomuq, 30.94% in Qamashi, 64.07% in Novqat, and 57.01% in Yangiqo‘rg‘on. The ranking Novqat > Qamashi > Pomuq persisted in every year. The results indicate a persistent spatial vegetation deficit but do not establish a shortage of irrigation water as its sole cause. Field verification, rainwater harvesting, drip irrigation, and the conditional use of mineralized groundwater—after assessing its quality and soil salinity—are proposed.
Keywords: Sentinel-2, NDVI, green cover, rainwater harvesting, mineralized groundwater, village greening, Qashqadaryo Region.

Введение. Дефицит воды ограничивает озеленение и использование общественных и приусадебных территорий в засушливых районах юга Узбекистана [1, 2]. Для определения приоритетных участков необходима сопоставимая оценка растительности за несколько лет. Sentinel-2 и платформа Google Earth Engine позволяют получать такие оценки, однако NDVI характеризует растительность, а не непосредственно обеспеченность поливной водой [3–5]. Цель работы — оценить летний зелёный покров выбранных сёл за 2019–2025 гг., проверить устойчивость различий и предложить обоснованный пилотный подход к озеленению.

Материалы и методы. Исследованы Помук и Камаши, где отмечаются ограничения поливного водоснабжения, низменный более зелёный пункт сравнения Новкат и отдельно — расположенный выше Янгикурган. Границы населённых пунктов вручную оцифрованы в Google Earth Pro и включают застроенную территорию и прилегающие приусадебные участки; это исследовательские контуры, а не официальные административные границы. Поэтому анализ является сравнительным, но не контролируемым причинным экспериментом.

Для каждого года сформированы летние (июнь–август) медианные композиты Sentinel-2 Level-2A. Облака и дымка отфильтрованы по Cloud Score+ (cs_cdf ≥ 0,60). Индекс NDVI рассчитывался по ближнему инфракрасному и красному каналам (B8 и B4). Зелёным покровом считалась доля валидных пикселей с NDVI ≥ 0,30; плотная растительность — NDVI ≥ 0,50, а слабая растительность или преимущественно оголённые/застроенные поверхности — NDVI < 0,20. Эти пороги не различают деревья, травы и сельскохозяйственные культуры. Осадки оценивались по CHIRPS, высота — по ЦМР SRTM. Осадки использованы только как региональный климатический контекст из-за грубого пространственного разрешения CHIRPS. Рассчитаны средние за семь лет значения и стандартные отклонения. Годовые значения трёх низменных сёл сопоставлялись попарно точным двусторонним критерием знаковых рангов Уилкоксона. Для трёх сравнений применён порог Бонферрони $\alpha = 0{,}0167$. Из-за короткого ряда

статистические результаты трактуются как поисковые, а корреляции — только как описательные.

Результаты и обсуждение

Населённый пункт	Высота, м	Осадки, мм/год	Зелёный покров, %	Средний NDVI
Помук	293	166,8	10,83 ± 4,42	0,159 ± 0,025
Камаши	321	186,8	30,94 ± 5,44	0,247 ± 0,021
Новкат	351	202,4	64,07 ± 3,45	0,390 ± 0,021
Янгикурган	592	301,2	57,01 ± 3,33	0,365 ± 0,018

Примечание: значения зелёного покрова и NDVI — среднее ± стандартное отклонение за 2019–2025 гг.; осадки — среднее CHIRPS.

Различия между тремя низменными пунктами сохранялись ежегодно: Новкат > Камаши > Помук. Диапазоны зелёного покрова не перекрывались: максимум Помука (18,64% в 2019 г.) был ниже минимума Камаши (26,25% в 2021 г.), а максимум Камаши (39,45% в 2019 г.) — ниже минимума Новката (60,59% в 2025 г.). Средняя разница составила 53,24 процентного пункта между Новкатом и Помуком, 33,13 — между Новкатом и Камаши и 20,11 — между Камаши и Помуком. Для всех трёх пар получено p = 0,015625, что немного ниже скорректированного порога 0,0167. При семи наблюдениях эффект и отсутствие перекрытия диапазонов информативнее самого p-значения.

Зелёный покров в целом снижался в более сухие годы после 2019 г., повышался в 2024 г. и снова уменьшался в 2025 г. Корреляции с годовыми осадками CHIRPS составили r = 0,960 для Помука, 0,957 для Камаши, 0,914 для Новката и 0,796 для Янгикургана. Семь наблюдений и грубое разрешение осадочного набора не позволяют установить причинность или оценить местную подачу воды. Янгикурган получал больше осадков (около 301 мм/год) и расположен выше; он оставлен отдельным примером, а не низменным контролем. Более высокая зелёность Новката по сравнению с Янгикурганом показывает, что осадки и высота не объясняют различия полностью.

Спутниковые данные подтверждают описательный вывод о стойком дефиците растительности в Помуке и Камаши относительно Новката, но не позволяют приписать его только недостатку полива. На NDVI влияют осадки, полив, тип и сезонность растений, почва, а также доля зданий и дорог внутри контуров. До выбора мест посадки необходимы проверка фактического растительного покрова, надёжности подачи воды, засоления и механического состава почв, глубины и химического состава грунтовых вод, а также прав на участки. Летний композит может не учитывать весеннюю растительность; пиксель 10 м не выявляет отдельные молодые деревья и узкие полосы насаждений.

Практические рекомендации и выводы. Сбор дождевой воды следует проектировать по фактически собираемому стоку, а не по всему объёму осадков на площади. Предварительная оценка имеет вид: $V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta / 1000$, где V — объём сбора, м³; P — слой осадков, мм; A — площадь водосбора, м²; C — коэффициент стока; η — общая эффективность сбора и хранения. При проектировании нужно учитывать месячное или событийное распределение осадков, потери, первый смыв, испарение, ёмкость хранения и потребность растений. Для пилотных систем уместны сбор с крыш или твёрдых покрытий, защищённое хранение и капельный полив; годовая сумма осадков сама по себе не гарантирует надёжного водоснабжения [6–8].

Минерализованные подземные воды допустимы только после анализа электропроводности, SAR, хлоридов, бора и других значимых компонентов, а также оценки дренажа, исходного засоления почв и глубины грунтовых вод [7, 8]. Саксавул подходит для засушливых и засолённых участков при наличии местного посадочного материала. Гужум следует определить ботанически и испытать на местных саженцах. Ива (мажнунтол), требующая больше воды, уместна лишь у надёжного источника с низкой минерализацией.

Таким образом, в 2019–2025 гг. устойчиво наблюдался градиент летнего зелёного покрова Новкат > Камаши > Помук. Рекомендуется начать с полевой проверки и пилота в одном

малозелёном квартале Помука и одном квартале Камаши, включив участок сравнения. Следует не менее двух вегетационных сезонов наблюдать за выживаемостью растений, ростом, расходом воды, засолением почв и спутниковыми показателями; расширять проект — только при устойчивом эффекте. Ориентир пилота — не менее 80% выживаемости в первый год без вредного накопления солей.

Литература

1. Sobir S. E., Alisher N. K., Elgiza A. S. Water management issues in the South of Uzbekistan: challenges and strategic responses // Agricultural Management. 2025. Vol. 27, No. 1. P. 169.
2. Ergasheva Y. A., Khazratov A. N. Water culture of the people in Uzbekistan // Water Projects and Technologies in Asia: Historical Perspectives. 2023. P. 327.
3. Gorelick N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone // Remote Sensing of Environment. 2017. Vol. 202. P. 18–27. DOI: 10.1016/j.rse.2017.06.031.
4. Drusch M. et al. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services // Remote Sensing of Environment. 2012. Vol. 120. P. 25–36. DOI: 10.1016/j.rse.2011.11.026.
5. Tucker C. J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation // Remote Sensing of Environment. 1979. Vol. 8, No. 2. P. 127–150. DOI: 10.1016/0034-4257(79)90013-0.
6. Funk C. et al. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes // Scientific Data. 2015. Vol. 2. 150066. DOI: 10.1038/sdata.2015.66.
7. Ayers R. S., Westcot D. W. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1. Rome: FAO, 1985.
8. Qadir M. et al. Economics of salt-induced land degradation and restoration // Natural Resources Forum. 2014. Vol. 38, No. 4. P. 282–295. DOI: 10.1111/1477-8947.12054.

CREATION AND MANAGEMENT OF A REAL ESTATE CADASTRAL INFORMATION BASE

Toshpulatov Jahongir Samar o‘g‘li
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotation: This paper analyzes the process of creating an information resource for real estate cadastre, its importance and effectiveness. The real estate cadastre is an important information base for the protection of property rights, property management and the calculation of state taxes. The paper examines the application of modern technologies for collecting, storing, updating and using cadastral information, including geographic information systems (GIS) and digital platforms. It also analyzes the problems that arise in the process of creating and managing information resources, and ways to solve them. As a result, the possibilities of ensuring legality in the real estate sector, developing the real estate market, and improving the quality of public administration through the formation of an effective cadastral information system are determined.

Keywords: real estate, cadastre, information resources, cadastral information, geographic information systems (GIS), digital cadastre.

Annotatsiya: Ushbu maqolada ko‘chmas mulk kadastri uchun axborot resursini yaratish jarayoni, uning ahamiyati va samaradorligi tahlil qilinadi. Ko‘chmas mulk kadastri mulkiy huquqlarni himoya qilish, mol-mulkni boshqarish va davlat soliqlarini hisoblash uchun muhim axborot bazasi hisoblanadi. Maqolada kadastr ma’lumotlarini yig‘ish, saqlash, yangilash va foydalanishda zamonaviy texnologiyalarning, jumladan, geografik axborot tizimlari (GAT) va raqamli platformalarning qo‘llanilishi ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, axborot resurslarini yaratish va boshqarish jarayonida yuzaga keladigan muammolar hamda ularni hal etish yo‘llari tahlil qilinadi. Natijada samarali kadastr axborot tizimini shakllantirish orqali ko‘chmas mulk sohasida qonuniylikni ta’minlash, ko‘chmas mulk bozorini rivojlantirish va davlat boshqaruvi sifatini oshirish imkoniyatlari aniqlanadi.

Kalit so‘zlar: ko‘chmas mulk, kadastr, axborot resurslari, kadastr ma’lumotlari, geografik axborot tizimlari (GAT), raqamli kadastr.

Аннотация: В данной работе анализируются процесс создания информационного ресурса для кадастра недвижимости, его значение и эффективность. Кадастр недвижимости является важной информационной базой для защиты прав собственности, управления имуществом и исчисления государственных налогов. В работе рассматривается применение современных технологий для сбора, хранения, обновления и использования кадастровой информации, включая геоинформационные системы (ГИС) и цифровые платформы. Также анализируются проблемы, возникающие в процессе создания информационных ресурсов и управления ими, и пути их решения. В результате определяются возможности обеспечения законности в сфере недвижимости, развития рынка недвижимости и повышения качества государственного управления посредством формирования эффективной кадастровой информационной системы.

Ключевые слова: недвижимость, кадастр, информационные ресурсы, кадастровая информация, геоинформационные системы (ГИС), цифровой кадастр.

Introduction. The importance of the cadastral system for ensuring effective management and legality in the real estate sector is invaluable. Cadastral data of real estate objects is the main information resource for the public and private sectors in property registration, financial calculations, tax collection, planning and development. In recent years, the development of information and communication technologies, in particular geographic information systems and digital platforms, has significantly increased the effectiveness of the cadastral system. However, one of the urgent problems remains the systematic, reliable and continuous updating of cadastral information, as well as its creation and management in the form of integrated information resources. Therefore, creating and developing cadastral information resources is of great scientific and practical importance. This article analyzes the process of creating cadastral information resources, its technological foundations, as well as existing problems in the industry and ways to overcome them.

Literature review and methodology. The issue of creating information resources for real estate cadastre is one of the widely studied and developing areas in Uzbekistan. Uzbek scientists and specialists are carrying out scientific work to improve the efficiency of the cadastral system and introduce modern information technologies and data collection and management methods. A study conducted by A. X. Tashpolatov and M. I. Mirzaev (2018) examined the use of geoinformation systems and their effectiveness in the process of creating an information base for the real estate cadastre. Their work highlights the possibilities of accurate and rapid updating of cadastral information from GIS. In addition, the study conducted by N. R. Abdullayeva (2020) focuses on the role of digital platforms and electronic government services in the real estate registration process. The author emphasizes the need to combine cadastral information into a single resource and create a system of free and secure access to it. The information published by the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Cadastre also describes in detail the introduction of modern information technologies and the formation of real estate cadastre information resources. Uzbek scientists also analyze problems in creating cadastral information resources, in particular outdated information, insufficient system integration and a shortage of qualified personnel.

Results. According to the results of this study, the following main achievements were attained in creating information resources for real estate cadastres: **A unified system of information resources has been created:** a unified digital cadastral information base has been created for the centralized collection, storage and management of information on real estate. This improved the accuracy and reliability of information. **Geoinformation technologies have been introduced:** the use of geoinformation systems in determining and updating cadastral information, which has made it possible to automate the processes of mapping locations and objects. **Fast access to information was provided:** online availability of information resources allowed government agencies, property owners and other interested parties to obtain real estate information quickly and easily. **The quality and relevance of cadastral information has improved:** mechanisms for regular data updates have

been developed, and old and unreliable information has been removed from the system. **The legality and protection of property rights has increased:** with the help of cadastral information resources, property rights are more accurately registered, and the stability and transparency of the real estate market are increased. **Problems have been identified and ways to eliminate them have been identified:** recommendations have been developed to solve problems such as data integration, lack of qualified personnel, and modernization of technological equipment. Thus, creating cadastral information resources increases the efficiency of real estate management and improves economic development and the investment climate.

Discussion. The results of the study showed that the creation of a unified digital database of cadastral information and its regular updating is becoming important for accurate and transparent registration of property rights. Such a system plays an important role in ensuring real estate market stability and public administration efficiency. Geoinformation technologies have opened up new opportunities for accurate collection of cadastral information and location mapping, but their integrated application requires training qualified personnel and strengthening the technical infrastructure. Staff shortages and outdated technologies sometimes negatively affect data quality. Data integration and compatibility between systems also remain an important problem: databases are not interconnected and data updates are sometimes delayed. This reduces the effectiveness of the cadastral system and increases the risk of disputes related to property rights. In addition, it is necessary to develop information exchange and cooperation between government agencies, the private sector and the public. This increases the completeness and reliability of cadastral information and strengthens citizens' trust in property. To further improve cadastral information resources, it is advisable to widely introduce new digital technologies, continuously retrain specialists, ensure intersystem integration and improve the legislative framework.

Conclusion. The creation of information resources for real estate cadastre is an important factor in protecting property rights, effective organization of public administration and economic development. The results of the study showed that by creating a unified digital cadastral system, it is possible to accurately, fully and timely update information about property. The widespread introduction of geoinformation technologies and digital platforms contributes to improving the quality of cadastral information. However, integration of information, training of qualified personnel and constant updating of modern technologies are important tasks for effective management of cadastral information resources. In general, developing cadastral information resources improves the quality of public administration, ensures real estate market transparency and strengthens economic stability.

References:

1. O‘zbekiston Respublikasining “Yer kodeksi”. Toshkent. 2018.

2. O‘zbekiston Respublikasining Shaharsozlik kodeksi. Toshkent. 2004.

3. O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 19 iyundagi “Geodeziya va kartografiya faoliyati to‘g‘risida”gi Qonuni.

4. Bobojonov A.R., Raxmonov K.R. va boshqalar. Davlat kadastrlari asoslari. Ma’ruzalar to‘plami, Toshkent: 2012. – 148 b.

5. G‘.N.Aliqulov, M.M.Aralov, N.A.Abdiraxmatov, Z.Qilichev. “Yer va bino inshootlar xatlovi” O‘quv qo‘llanma. Qarshi, 2022. – 172 b.

QURILISH MAYDONLARIDA GEODEZIK BELGILARNI MUSTAHKAMLASH USULLARI

Toshpulatov Jahongir Samar o‘g‘li
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada qurilish maydonlarida geodezik belgilarni mustahkamlash usullari va ularning aniqlikka ta’siri tahlil qilingan. Geodezik belgilar qurilish jarayonida koordinatalar tizimini barqaror saqlash va deformatsiyalarni kuzatishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotda turli xil belgilar konstruksiyalari, ularni joylashtirish va muhofaza qilish usullari ko‘rib chiqilgan. Natijada belgilarni mustahkamlashda zamonaviy materiallar va texnologiyalar qo‘llanilishi samaradorlikni oshirishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: geodezik belgi, qurilish maydoni, mustahkamlash, deformatsiya, koordinata tizimi, barqarorlik.

Аннотация: В статье проанализированы способы крепления геодезических знаков на строительных площадках и их влияние на точность. Геодезические знаки играют важную роль в поддержании стабильности системы координат и отслеживании деформаций в процессе строительства. В исследовании рассматривались различные конструкции знаков, способы их размещения и защиты. Результат показывает, что применение современных материалов и технологий в укреплении знаков повышает эффективность.

Ключевые слова: геодезический знак, строительная площадка, арматура, деформация, система координат, устойчивость.

Abstract: The article analyzes the methods of fixing geodetic signs on construction sites and their impact on accuracy. Geodetic signs play an important role in maintaining the stability of the coordinate system and tracking deformations during the construction process. The study examined various designs of signs, ways of their placement and protection. The result shows that the use of modern materials and technologies in strengthening signs increases efficiency.

Keywords: geodetic sign, construction site, reinforcement, deformation, coordinate system, stability.

Kirish. Qurilish sohasida geodezik belgilar inshootlarni loyihalash, montaj va nazorat jarayonlarida asosiy rol o‘ynaydi. Belgilar orqali qurilish maydonidagi koordinata tizimi yaratiladi va geodezik o‘lchashlar aniqligi ta’minlanadi. Biroq, tashqi muhit ta’sirlari — vibratsiya, yomg‘ir, harorat o‘zgarishi yoki qurilish texnikasi harakati — belgilarning joyidan siljishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois, ularni to‘g‘ri mustahkamlash qurilishning geodezik ta’minlanishida muhim omil hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Qurilish maydonlarida geodezik belgilarni mustahkamlash masalasi bo‘yicha olib borilgan ilmiy va amaliy tadqiqotlar geodeziya sohasida muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, belgilarning barqarorligi, ularning konstruksiya turlari va muhit ta’siridagi mustahkamligi bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar amalga oshirilgan. Xamidov A. (2018) “Qurilish geodeziyasi” kitobida belgilarning mustahkamligi inshootlarning aniq o‘rnatilishi va geodezik nazorat samaradorligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir ko‘rsatishi ta’kidlangan. ISO 17123-5:2019 standartida geodezik asbob va belgilarni maydon sharoitida sinovdan o‘tkazish talablari belgilangan bo‘lib, ular mustahkamlik va aniqlikni baholashning xalqaro mezonlarini belgilaydi. O‘zbekiston Respublikasining Qurilish qoidalari va meyorlarida (QQM) qurilish geodeziyasi bo‘yicha qator talablar belgilangan. Xususan, belgilarni loyihalash va joylashtirishda gruntning turi, suv sathi va qurilish texnikasining ta’siri hisobga olinishi kerakligi ta’kidlanadi. B.Qurbonov (2020) tomonidan olib borilgan “Qurilish maydonlarida geodezik belgilarning barqarorligini ta’minlash” mavzusidagi ilmiy ishda ma’lumot berilishicha, yer ostida

sement-beton asosda o‘rnatilgan belgilar tashqi ta’sirlarga nisbatan 35–40% barqarorroq bo‘ladi. So‘nggi yillarda dron texnologiyalari, lazerli skanerlash va 3D modellash usullari geodeziya sohasida keng qo‘llanila boshladi. Bu usullar orqali belgilarning holati va koordinata siljishlari tezkor ravishda aniqlanadi. Lazerli skanerlar yordamida belgilarning geometrik holati va siljish burchaklari millimetr aniqlikda tahlil qilinishi mumkin.

Metodlar. Tadqiqotda quyidagi usullar qo‘llanildi: **analitik tahlil usuli —** mavjud normativ hujjatlar va ilmiy manbalar tahlil qilindi; **tajriba usuli —** turli turdagi belgilar (yer usti, yer osti, devorga mahkamlanuvchi)ning konstruksiyasi va barqarorligi o‘rganildi; **qiyosiy baholash —** an’anaviy beton belgilar va zamonaviy metall yoki plastik materiallardan tayyorlangan belgilar taqqoslandi. Belgilarni mustahkamlashda quyidagi texnologik talablarga rioya qilish tavsiya etildi: 1) belgilarni turg‘un gruntda yoki mustahkam asosda o‘rnatish; 2) yer usti belgilar uchun sement-beton qotishmasidan foydalanish; 3) yer osti belgilarini 1,2–1,5 m chuqurlikda joylashtirish; 4) belgilarning bosh qismida metall marka (marker) qo‘yish.

Natijalar. Tadqiqot natijalaridan ma’lum bo‘ldiki, yer ostida mustahkamlangan belgilar tashqi ta’sirlarga nisbatan 30–40% barqarorroq bo‘ladi. Metall konstruksiyali belgilar mexanik ta’sirlarga chidamli bo‘lib, ularning xizmat muddati 10 yildan ortiqni tashkil etadi. Beton va sement qotishmali asosda o‘rnatilgan belgilarda koordinata nuqtalarining siljishi 2 mm dan oshmagan. Zamonaviy polimer qoplamali belgilar suv singishi va harorat o‘zgarishlariga kam ta’sirchan.

Muhokama. Olingan natijalar shundan dalolat beradiki, geodezik belgilarni to‘g‘ri mustahkamlash qurilish jarayonidagi aniqlikni oshiradi, xatolarni esa minimal darajaga tushiradi. Beton yoki metall belgilar qurilish maydonida doimiy koordinata asosi sifatida samarali qo‘llanilishi mumkin. Shu bilan birga, yangi materiallar (kompozitlar, polimerlar)dan foydalanish belgilarning chidamliligini yanada oshiradi.

Xulosa. Qurilish maydonlarida geodezik belgilarni mustahkamlash — geodezik ishlarning aniqligi va barqarorligini ta’minlaydigan asosiy omillardan biridir. Belgilarni loyihalash va o‘rnatishda zamonaviy materiallar, texnologik talablar hamda muhandislik tajribasidan samarali foydalanish zarur. Bu usullar qurilishning barcha bosqichlarida geodezik nazoratni ishonchli va uzluksiz olib borish imkonini beradi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Qodirov A.G‘. “Geodeziya 1”. Toshkent: “Sano-standart”, 2018.
2. Xamidov A. “Qurilish geodeziyasi”. – Toshkent, 2018.
3. Petrov N.V. “Injenernaya geodeziya v stroitelstve”. – Moskva, 2015.
4. Trimble Geodesy Manual. – Trimble Inc., 2022.
5. ISO 17123-5:2019 — “Field procedures for testing geodetic and surveying instruments.”
6. Qurbonov B. “Qurilish maydonlarida geodezik belgilarning barqarorligini ta’minlash”. – Toshkent, 2020.
7. Smirnov A.V. “Digital Geodesy”. – Sankt-Peterburg, 2021.
8. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish qoidalari va meyorlari (QQM).
9. Mirzayev J.O., Bazarov M.M., Irnazarova N.I. Geodeziyadagi muammolarni qanday hal qilish mumkin? Research And Education. 2023/2/28.

ИНТЕГРАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ И CFD В ОБУЧЕНИИ МЕХАНИКЕ ЖИДКОСТИ

Алишер Нормуродович Хазратов
Университет экономики и педагогики, Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье рассматривается разрыв между инженерной математикой и требованиями углублённого изучения механики жидкости и CFD. На основе качественного сопоставления учебных программ прослеживается связь между векторными полями, тензорами, законами сохранения, уравнениями Навье—Стокса, дискретизацией и

численными решениями. Предложен односеместровый курс «Математические основы механики жидкости и CFD», содержание которого связано с практическими заданиями и оцениваемыми результатами обучения. Показано, что ключевой пробел связан с отсутствием такого связующего курса, а не с недостатками современных учебников. Эффективность курса предстоит проверить эмпирически, в том числе в инженерных программах Узбекистана.
Ключевые слова: инженерная математика, обучение механике жидкости, тензорный анализ, численное моделирование, CFD, интеграция учебных дисциплин, уравнения Навье—Стокса

Annotatsiya. Maqolada muhandislik matematikasi bilan suyuqlik mexanikasi va CFD fanlarini chuqur o‘rganish talablari o‘rtasidagi uzilish ko‘rib chiqiladi. O‘quv dasturlarini sifat jihatidan qiyoslash asosida vektor maydonlari, tenzorlar, saqlanish qonunlari, Navye–Stoks tenglamalari, diskretlashtirish va sonli yechimlar o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilinadi. «Suyuqlik mexanikasi va CFDning matematik asoslari» nomli bir semestrlik kurs taklif etilib, uning mazmuni amaliy topshiriqlar va baholanadigan ta’lim natijalari bilan bog‘lanadi. Asosiy muammo zamonaviy darsliklarning kamchiligida emas, balki fanlar o‘rtasidagi bog‘lovchi kursning mavjud emasligida ekani ko‘rsatiladi. Kurs samaradorligini, jumladan O‘zbekiston muhandislik ta’lim dasturlarida, keyinchalik empirik tekshirish lozim.
Kalit so‘zlar: muhandislik matematikasi, suyuqlik mexanikasini o‘qitish, tenzor tahlili, sonli modellashtirish, CFD, o‘quv fanlari integratsiyasi, Navye–Stoks tenglamalari.

Abstract. This paper examines the gap between engineering mathematics and the requirements of advanced study in fluid mechanics and CFD. A qualitative comparison of curricula traces the connections among vector fields, tensors, conservation laws, the Navier–Stokes equations, discretization, and numerical solutions. It proposes a one-semester course, “Mathematical Foundations for Fluid Mechanics and CFD,” linking course content to practical tasks and assessable learning outcomes. The analysis identifies the main gap as the absence of a bridging course rather than shortcomings in contemporary textbooks. The course’s effectiveness remains to be tested empirically, including in engineering programs in Uzbekistan.
Keywords: engineering mathematics, fluid mechanics education, tensor analysis, numerical modeling, CFD, curriculum integration, Navier–Stokes equations.

1.Введение. Учебные планы инженерных специальностей неизбежно разделены на дисциплины, однако сами знания не подчиняются этим границам. Линейная алгебра может охватывать векторы, матрицы, определители и собственные значения; математический анализ — частные производные, градиент и дивергенцию; механика сплошных сред — тензоры и напряжения; механика жидкости — вывод уравнений сохранения; численные методы — дискретизацию и итерационные решения. Вычислительная гидродинамика (CFD) нередко появляется позднее как специальная дисциплина по выбору или как обучение работе с коммерческим программным пакетом. Каждый курс может быть логически выстроен сам по себе, но вся последовательность остаётся концептуально разрозненной. Студенты осваивают отдельные методы, не всегда понимая, почему одно понятие необходимо для следующего [1].

Такая фрагментация означает не просто отсутствие необходимых предварительных знаний. Студент может выполнять умножение матриц, дифференцировать векторные функции и воспроизводить уравнения Навье—Стокса, но при этом не объяснять, как дифференциальное уравнение превращается в компьютерное решение. Не хватает связного перехода от математического объекта к его физическому смыслу, уравнению модели и численному представлению. Исследования инженерного образования отмечают проблему программ, в которых математический смысл раскрывается несвоевременно и студентам приходится самостоятельно соединять разобщённые дисциплины [2, 3].

2. Цель и метод исследования. Цель исследования — определить недостающее связующее звено и предложить практически реализуемое решение. С помощью качественного сопоставления учебных программ согласуются понятия, обычно изучаемые в инженерной математике, механике сплошных сред, механике жидкости, численных методах и CFD. Предлагаемый курс оценивается посредством проверки его структурной достаточности. Во-первых, целевая компетенция раскладывается на необходимые переходы от математического представления к обоснованной интерпретации результатов CFD. Во-вторых, для каждого перехода должны быть предусмотрены конкретный учебный материал, практическое задание и наблюдаемый показатель освоения. Если какой-либо переход не рассматривается, курс воспроизводит ту самую фрагментацию, которую призван устранить. Это концептуальная проверка, а не измерение учебных достижений; эффективность курса предстоит установить с помощью диагностических заданий, интервью и задания по верификации CFD-модели [2, 3].

3. Математическая и вычислительная последовательность обучения. Эту последовательность можно показать на примере движения жидкости. Вектор скорости u задаёт скорость в одной точке. Если каждому моменту времени и каждой точке пространства сопоставить такой вектор, образуется поле скорости. Дифференцирование этого поля даёт тензор градиента скорости. Его симметричная часть характеризует локальную скорость деформации, а антисимметричная — вращение как твёрдого тела. Определяющее соотношение связывает скорость деформации с вязкими напряжениями. Дивергенция выражает результирующий поток наружу из бесконечно малого объёма, а ускорение жидкой частицы включает локальную и конвективную составляющие. Эти операции не являются набором сложных символов: вместе они образуют язык уравнений сохранения массы и импульса [4, 5].

$$\nabla \cdot u = 0 \qquad (1)$$

$$\rho\left(\partial u / \partial t + u \cdot \nabla u\right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 u + \rho g \qquad (2)$$

На этом этапе часто возникает ещё один разрыв в учебной программе. Уравнения модели выводятся в курсе механики жидкости, однако их аналитические решения ограничены упрощёнными геометриями и допущениями. Численное моделирование начинается с разбиения непрерывной области на узлы, элементы или контрольные объёмы и замены производных и потоков алгебраическими приближениями. Дискретизированные уравнения для всех элементов области объединяются в связанную систему. Матрица, ранее представленная как абстрактная прямоугольная таблица чисел, теперь описывает дифференциальный оператор, связи между элементами сетки, физические коэффициенты и заданные граничные условия. Вектор неизвестных включает такие величины, как скорость, давление, температура, концентрация компонентов или параметры турбулентности [4].

$$Ax = b \qquad (3)$$

Эта связь объясняет, почему матрицы являются основой численного моделирования, а не просто предварительной математической темой. Разреженность матриц обусловлена тем, что каждая вычислительная точка взаимодействует преимущественно с соседними точками. Обусловленность матрицы влияет на чувствительность вычисленного решения. Собственные значения связаны с устойчивостью, волновыми процессами и сходимостью. Для решения реалистичных систем, содержащих миллионы неизвестных, необходимы итерационные методы. Если эти смыслы не раскрываются, студенты могут запомнить матричные операции, но не распознать структуру матричной системы внутри CFD-решателя.

Теперь основное положение о программе обучения можно сформулировать точно. Для понимания основ CFD необходимы шесть связанных переходов: от значений в отдельных точках к полям; от полей к тензорным характеристикам; от тензоров к уравнениям сохранения; от уравнений к корректно поставленной модели; от непрерывной модели к дискретной матричной системе; от вычисленной системы к проверяемым физическим результатам. Эти переходы образуют последовательную цепочку. Например, дискретизация мало что значит, если студент не умеет интерпретировать члены уравнения модели; сошедшийся расчёт также нельзя считать достоверным без проверки законов сохранения, зависимости решения от сетки

и соответствия эталонному решению. В таблице 1 показано, как предлагаемый курс охватывает каждый переход и позволяет оценить его освоение.

Таблица 1

Согласование содержания предлагаемого связующего курса, заданий и результатов обучения.

Содержание курса	Какой переход обеспечивается	Практическое учебное задание	Результат обучения
Векторы и поля	От скорости в точке к эйлерову полю	Интерпретировать и визуализировать u(x,t); вычислить градиент и дивергенцию	Объясняет пространственные и временные изменения поля течения
Основы тензорного анализа	От производных поля к деформации и напряжениям	Вычислить градиент скорости; разделить скорость деформации и вращение; определить вязкие напряжения	Связывает компоненты тензора с наблюдаемой деформацией
Законы сохранения	От локальных потоков и сил к уравнениям Навье—Стокса	Вывести балансы массы и импульса для контрольного объёма и сформулировать допущения	Объясняет физическое происхождение каждого члена уравнения
Уравнения в частных производных и граничные условия	От уравнений модели к корректно поставленной задаче	Классифицировать члены переноса, диффузии и давления; обосновать начальные и граничные условия	Выявляет несовместимые допущения или граничные данные
Дискретизация и матрицы	От непрерывной модели к алгебраической системе	Дискретизировать простую задачу конвекции–диффузии и составить матрицы A, x и b	Объясняет каждый коэффициент через сетку, физику и граничные условия
Решатели и верификация	От вычисленных значений к достоверным результатам CFD	Рассчитать простую задачу; проверить невязки, сохранение, чувствительность к сетке и эталонное решение	Различает численную сходимость и физическую достоверность

4. Последствия разрыва в учебной программе. Наиболее заметное следствие — моделирование по принципу «чёрного ящика». Студенты могут построить сетку, выбрать модель и вывести поля на экран, не понимая преобразований между этими этапами. Они могут принять сходимость невязки за доказательство физической корректности или представить правдоподобное поле течения без оценки сетки и верификации. Фрагментация затрудняет и перенос знаний: студент может не увидеть в градиенте связь между изменением скорости и скоростью деформации, в собственных значениях — показатели устойчивости, а в матрице — собранную систему дискретизированных уравнений. Знания могут присутствовать, но оставаться трудными для применения. Исследования инженерной математики различают процедурные навыки и концептуальное понимание [2, 3], а обучение CFD становится эффективнее, когда студенты изучают дискретизацию и матричные уравнения, а не только работу с программным обеспечением [6, 7].

5. Современные учебники по механике жидкости и сохраняющийся пробел. Современные учебники уже значительно продвинулись в интеграции вычислительных методов. Хороший пример — книга Ченгеля и Чимбалы «Механика жидкости: основы и приложения»: в ней последовательно рассматриваются кинематика жидкости, дифференциальный анализ, приближённые решения уравнений Навье—Стокса и основы CFD [4]. Оставшийся пробел не следует считать недостатком таких учебников. Учебник по механике жидкости для бакалавров не может одновременно заменить полноценные курсы по тензорной алгебре, численному анализу, разреженной линейной алгебре и программированию. Даже специализированные книги по тензорному анализу отмечают необходимость перехода от линейной алгебры к тензорному анализу в механике сплошных сред [5]. Следовательно, связующий курс должен быть обеспечен самой учебной программой, чтобы студенты могли в полной мере использовать материал современных учебников.

6. Содержание курса как конструктивное обоснование. Предлагается односеместровый связующий курс «Математические основы механики жидкости и CFD», который следует включить после курсов многомерного анализа и линейной алгебры, перед углублённой механикой жидкости или параллельно с ней и вводным курсом CFD. Его содержание служит конструктивным обоснованием целостности учебной программы. Модули 1 и 2 связывают знакомые методы математического анализа и линейной алгебры с кинематикой и определяющими соотношениями. Модули 3 и 4 связывают эти понятия с законами сохранения, допущениями модели и граничными условиями. Модули 5 и 6 переходят от непрерывной модели к матричным уравнениям, работе решателя и верификации. Таким образом, в заданной цепочке зависимостей не остаётся неявных концептуальных переходов. Это подтверждает структурную достаточность курса для устранения рассматриваемого пробела, но само по себе не доказывает величину возможного прироста знаний.

Одна и та же базовая задача течения должна рассматриваться во всех шести модулях. Сначала студенты описывают поле скорости, затем вычисляют деформацию и напряжения, выводят уравнения сохранения, формулируют корректно поставленную модель, составляют небольшую матрицу коэффициентов и, наконец, анализируют численное решение. Повторное обращение к одной задаче делает связь между этапами наглядной: каждое новое представление строится на основе предыдущего. По той же логике организуется оценивание. Интеграция знаний проявляется в способности переходить в обоих направлениях между физическим течением, тензорной записью, уравнениями модели, коэффициентами матрицы и результатами CFD. Успех следует оценивать по общей шкале, учитывающей математическую корректность, физическую интерпретацию, численное мышление и верификацию, а не только владение программой.

В инженерных программах Узбекистана курс можно первоначально ввести как дисциплину по выбору для старших курсов или как междисциплинарный модуль, совместно разработанный кафедрами математики и инженерных наук. Для пилотного курса следует использовать сопоставимые задания до и после обучения: интерпретацию тензора градиента скорости, вывод уравнения баланса, составление небольшой матричной системы и

верификацию задачи CFD. Баллы по критериям, объяснения студентов и сравнение с группой, обучавшейся по традиционной последовательности, позволят проверить, приводит ли предложенная структура к измеримым результатам до её широкого внедрения.

7. Обсуждение и заключение. Предлагаемый курс не заменяет инженерную математику, механику жидкости, численные методы или CFD. Его вклад — модель, основанная на связях между дисциплинами, в которой каждому необходимому переходу соответствуют учебный материал, практика и свидетельство освоения. Поэтому это не просто перечень желательных тем: отсутствие тензорных основ разрывает переход от полей к напряжениям; отсутствие дискретизации — переход от уравнений к матрицам; отсутствие верификации не позволяет обоснованно оценить результат CFD. Последовательность из шести модулей представляет собой минимальную целостную цепочку, необходимую для заявленной компетенции.

Таким образом, фрагментация знаний существенно затрудняет углублённое изучение механики жидкости и CFD. Студентам необходимы последовательные переходы от математического представления к физике сплошной среды, а от уравнений модели — к численным решениям. Современные учебники, включая книгу Ченгеля и Чимбалы, дают прочную основу по механике жидкости и уместно вводят CFD; предлагаемый связующий курс обеспечивает целостное понимание тензоров, матриц и верификации, необходимое для полноценного освоения этого материала. Структурная достаточность курса подтверждается полной связью содержания, заданий и результатов обучения, тогда как его эффективность остаётся ясной и проверяемой гипотезой для пилотного исследования.

Литература

[1] T. Bolstad, I.-M. Høyvik, L. Lundheim, M. Nome, and F. Rønning, “Study programme driven engineering education: interplay between mathematics and engineering subjects,” Teaching Mathematics and its Applications, 41(4), 329-344, 2022. https://doi.org/10.1093/teamat/hrac010

[2] D. Engelbrecht, C. Bergsten, and O. Kågesten, “Conceptual and procedural approaches to mathematics in the engineering curriculum,” Journal of Engineering Education, 101(1), 138-162, 2012. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb00045.x

[3] D. Harris, K. Black, L. Hernandez-Martinez, P. Pepin, and J. Williams, “Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching?” International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 46(3), 321-336, 2015. https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893

[4] Y. A. Çengel and J. M. Cimbala, Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications, 2024 Release. New York: McGraw Hill, 2024.

[5] M. Itskov, Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers: With Applications to Continuum Mechanics. Berlin: Springer, 2007. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36047-6

[6] X. Li and S. C. P. Cheung, “A learning-centred computational fluid dynamics course for undergraduate engineering students,” International Journal of Mechanical Engineering Education, 53(2), 256-276, 2025. https://doi.org/10.1177/03064190231224334

[7] C. Sert and G. Nakiboglu, “Use of computational fluid dynamics in teaching fluid mechanics,” 2007 ASEE Annual Conference and Exposition, 2007. https://doi.org/10.18260/1-2--2351

EMULGATORLARNING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA EMULSIYALAR BARQARORLIGINI BOSHQARISH TEXNOLOGIYALARI

Abdullayev O.X, Baratov I.O'.
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O‘zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Maqolaning maqsadi emulsiyalarning barqarorligini belgilovchi sirt-faol moddalar va emulgatorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini umumlashtirish hamda ularni tanlashning texnologik mezonlarini yoritishdan iborat. Emulsiya turi, emulgatorning kimyoviy tabiati, gidrofil-lipofil balansi (HLB), yog‘ kislotalari tarkibi, to‘yinmaganlik darajasi, erish harorati va qattiq triglitseridlar miqdori asosiy omillar sifatida ko‘rib chiqildi. Suvning moydagi teskari

emulsiyalarida odatda HLB qiymati 2–6 oralig‘idagi lipofil emulgatorlar, moyning suvdagi to‘g‘ri emulsiyalarida esa HLB qiymati yuqoriroq bo‘lgan moddalar tanlanishi bayon qilindi. Oziq-ovqat emulsiyalari bo‘yicha keltirilgan tajriba natijalarida qattiq monoglitseridlarning 35 °C dagi qattiq triglitseridlar miqdori 82,93 %, erish harorati 80 °C va yod soni 3 mg I_2/100 g bo‘lgani qayd etilgan. Yumshoq monoglitseridlarda olein kislotasi ustunligi, lekinsetin bilan aralashtirilgan tizimlarda esa yog‘ fazasi tuzilishi va plastiklikning o‘zgarishi ta’kidlanadi. Umumlashtirish emulgatorni faqat HLB bo‘yicha emas, balki fazalar tarkibi, texnologik harorat, aralashtirish va kristallanish sharoitlarini hisobga olib tanlash zarurligini ko‘rsatadi.
Kalit so‘zlar: emulgator, sirt-faol modda, teskari emulsiya, gidrofil-lipofil balans, monoglitserid, letsitin, kristallanish, oziq-ovqat texnologiyasi.

Аннотация. Цель статьи — обобщить физико-химические свойства поверхностно-активных веществ и эмульгаторов, определяющие устойчивость эмульсий, и обозначить технологические критерии их выбора. Рассмотрены тип эмульсии, химическая природа эмульгатора, гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), жирнокислотный состав, степень ненасыщенности, температура плавления и содержание твердых триглицеридов. Для обратных эмульсий «вода в масле» обычно выбирают липофильные эмульгаторы с ГЛБ около 2–6, тогда как для систем «масло в воде» требуются более гидрофильные компоненты. В исследовании пищевых эмульсий для твердых моноглицеридов указаны содержание твердых триглицеридов при 35 °C 82,93 %, температура плавления 80 °C и йодное число 3 мг I_2/100 г. Для мягких моноглицеридов характерно преобладание олеиновой кислоты, а сочетание моноглицеридов с лецитином влияет на структуру жировой фазы и пластичность продукта. Обобщение показывает, что эмульгатор следует выбирать не только по значению ГЛБ, но и с учетом состава фаз, температуры технологической обработки, интенсивности смешивания и условий кристаллизации.
Ключевые слова: эмульгатор, поверхностно-активное вещество, обратная эмульсия, гидрофильно-липофильный баланс, моноглицерид, лецитин, кристаллизация, пищевая технология.

Abstract. This article summarizes the physicochemical properties of surfactants and emulsifiers that determine emulsion stability and outlines practical criteria for their selection. The discussion covers emulsion type, emulsifier chemistry, hydrophilic–lipophilic balance (HLB), fatty-acid composition, degree of unsaturation, melting point, and solid triglyceride content. Lipophilic emulsifiers with an HLB of approximately 2–6 are generally suitable for water-in-oil systems, whereas oil-in-water emulsions require more hydrophilic materials. In the cited food-emulsion study, solid monoglycerides contained 82.93% solid triglycerides at 35 °C, had a melting point of 80 °C, and an iodine value of 3 mg I_2/100 g. Soft monoglycerides were characterized by a predominance of oleic acid, while combinations of monoglycerides and lecithin affected fat-phase structure and product plasticity. The synthesis indicates that emulsifier selection should not rely on HLB alone; phase composition, processing temperature, mixing conditions, and crystallization behavior also need to be considered.
Keywords: emulsifier, surfactant, reverse emulsion, hydrophilic–lipophilic balance, monoglyceride, lecithin, crystallization, food technology.

Kirish. Emulsiyalar bir-birida o‘zaro cheklangan darajada eriydigan ikki suyuqlikdan tashkil topgan dispers tizimlar bo‘lib, ularda bir faza ikkinchi faza ichida tomchilar holida tarqaladi. Dispers muhit moy bo‘lsa, suv tomchilari moy ichida joylashgan suv/moy (W/O) yoki teskari emulsiya hosil bo‘ladi. Aksincha, moy tomchilari suvda tarqalsa, moy/suv (O/W) tipidagi to‘g‘ri emulsiya yuzaga keladi. Bunday tizimlarning barqarorligi tomchilar o‘lchami, fazalar nisbati, emulgatorning kimyoviy tuzilishi va tayyorlash sharoitlariga bog‘liq.

Emulgatorlar fazalar chegarasida adsorbsiyalanib, sirt tarangligini pasaytiradi va dispers tomchilar atrofida himoya qatlamini hosil qiladi. Bu qatlam tomchilarning bir-biriga qo‘shilib yiriklashishini,

ya’ni koalestsensiyani sekinlashtiradi. Teskari emulsiyalar neft qazib olish va burg‘ilash suyuqliklarida, kosmetik krem va malhamlarda, oziq-ovqat mahsulotlarida esa spred, sous va mayonez kabi mahsulotlarni tayyorlashda ahamiyatga ega. Maqolaning maqsadi emulgatorlarning asosiy xususiyatlarini va emulsiyalar barqarorligini boshqarishning umumiy texnologik tamoyillarini bir butun holda bayon qilishdir.

Materiallar va usullar. Maqola foydalanuvchi taqdim etgan teskari emulsiyalar emulgatorlari haqidagi maqola hamda oziq-ovqat emulsiyalarida emulgatorlarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari va ta’sirini o‘rgangan tadqiqot materiallari asosida tayyorlandi. Ma’lumotlar emulgatorlarning tasnifi, fazalar chegarasidagi ta’sir mexanizmi, HLB qiymati, yog‘ kislotalari tarkibi, erish harorati, yod soni va qattiq triglitseridlar miqdori bo‘yicha tizimlashtirildi. Ikkinchi manbada keltirilgan tajriba ko‘rsatkichlari manbadagi qiymatlar sifatida berildi; ushbu maqola doirasida yangi laboratoriya tajribalari o‘tkazilmadi.

Emulgatorlar kimyoviy tabiatiga ko‘ra ionli, noionli va amfoter guruhlarga ajratiladi. Ionli sirt-faol moddalar eritmada ionlarga dissotsilanadi; noionli emulgatorlar esa ion hosil qilmasdan qutbli guruhlari orqali suv bilan o‘zaro ta’sirlashadi. Amfoter moddalar muhit sharoitiga qarab musbat va manfiy zaryadlangan guruhlarni saqlashi mumkin. Amaliy tanlovda bu tasnif bilan birga emulgatorning gidrofil va lipofil qismlari nisbati ham e’tiborga olinadi.

1-jadval

Emulsiya turiga qarab emulgator tanlash mezonlari

Emulsiya turi	Dispers faza	HLB bo‘yicha yo‘nalish	Tanlashdagi asosiy jihat
Suv/moy (W/O)	Suv tomchilari moyda	Taxminan 2–6	Lipofil xususiyat; moy fazasida eritish
Oraliq yoki aralash tizim	Tarkib va nisbatga bog‘liq	Taxminan 6–8	Aralash emulgatorlar va tajriba bilan tanlash
Moy/suv (O/W)	Moy tomchilari suvda	Odatda 10–14	Gidrofil xususiyat; suvli fazada dispersiyalash

Natijalar va muhokama. Emulgator molekulasidagi gidrofil va lipofil qismlar fazalar chegarasida adsorbsion qatlam hosil qiladi, sirt tarangligini pasaytiradi va tomchilar koalestsensiyasini cheklaydi. HLB ushbu qismlarning nisbiy muvozanatini ifodalaydi. Manbalarda W/O emulsiyalar uchun HLB 2–6, O/W emulsiyalar uchun esa odatda 10–14 oralig‘i tavsiya etiladi. Shunga qaramay, emulgator tanlashda molekulyar tuzilish, harorat, fazalar tarkibi va kristallanish xususiyatlari ham hisobga olinadi.

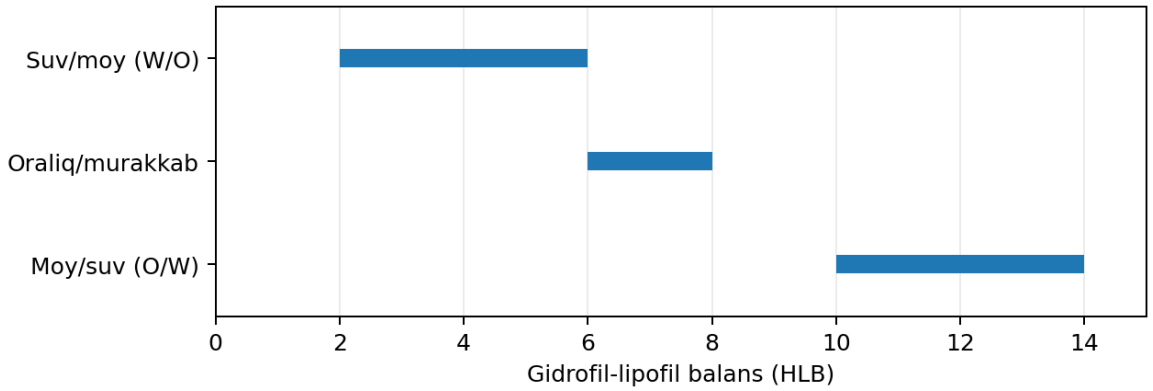
Oziq-ovqat emulsiyalarida yog‘ kislotalari tarkibi va to‘yinmaganlik darajasi muhim ahamiyatga ega. Keltirilgan tajribada qattiq mono- va diglitseridlar tarkibida palmitin va stearin kislotalari ko‘proq, yumshoq monoglitseridlarda esa olein kislotasi ustun bo‘lgan. Qattiq emulgator namunasida 35 °C da qattiq triglitseridlar miqdori 82,93 %, erish harorati 80 °C va yod soni 3 mg I_2/100 g sifatida qayd etilgan. Bu ko‘rsatkichlar yuqori to‘yinganlik va qattiq yog‘ fazasi ulushi bilan mos keladi. Yumshoq monoglitseridlar esa nisbatan yuqori plastiklikka ega emulsiyalar olishga ko‘maklashgan.

Monoglitseridlarni letsitin bilan birlashtirish emulgator aralashmasining gidrofil-lipofil muvozanatini o‘zgartiradi. Manbada bunday kompozitsion tizim yog‘ kristallari tuzilishi va mahsulot plastiklik xususiyatlariga ta’sir qilgani ko‘rsatilgan. Qattiq monoglitseridlar yog‘ fazasida o‘zaro tutashgan kristall tuzilma hosil qilib, mahsulotning qattiqligini oshirishi mumkin; yumshoq monoglitseridlar esa tomchilar va kristallar orasidagi tuzilmani nisbatan egiluvchan qiladi. Shuning uchun yuqori yog‘li spredlar uchun qattiq, to‘yingan monoglitseridlar, yog‘ miqdori pastroq mahsulotlar uchun esa yumshoq monoglitseridlar yoki ularning letsitin bilan aralashmalari ko‘rib chiqiladi.

Emulgatorni yog‘ fazasiga kiritishdan oldin eritish mumkin. Manbadagi tajribada u rafinatsiyalangan, dezodoratsiyalangan moyda erish haroratidan 5–7 °C yuqorida, moy:emulgator nisbati 6:1–10:1 bo‘lganda eritilgan. Bu parametrlar muayyan tajribaga tegishli, shu sababli boshqa formulatsiyalar uchun alohida tekshiriladi. Barqarorlik tomchilar o‘lchami, fazalar ajralishi, reologiya, kristallanish va saqlashdagi o‘zgarishlar orqali baholanadi.

1-rasm

HLB qiymatining emulsiya turini tanlashdagi umumiy yo‘nalishi



Rasmda manbalarda keltirilgan HLB oraliqlari umumlashtirilgan. Ko‘rsatilgan chegaralar dastlabki tanlashga yordam beradi, ammo yakuniy emulgator va uning miqdori mahsulot tarkibi hamda tajriba natijalariga ko‘ra belgilanadi.

2-jadval

Emulgatorlarning manbada qayd etilgan ayrim fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Qattiq monoglitseridlar	Texnologik ahamiyati
Qattiq triglitseridlar, 35 °C	82,93 %	Yog‘ fazasi qattiqligi va kristall tuzilishiga ta’sir qiladi
Erish harorati	80 °C	Eritish va aralashtirish haroratini tanlashda muhim
Yod soni	3 mg I_2/100 g	Yog‘ kislotalarining to‘yinmaganlik darajasini tavsiflaydi
Yog‘ kislotalari tarkibi	Palmitin va stearin kislotalari ustun	Qattiqroq kristall karkas shakllanishiga yordam beradi

Xulosa. Emulsiya barqarorligi emulgatorning kimyoviy tabiati, HLB qiymati, yog‘ kislotalari tarkibi, to‘yinmaganlik darajasi, erish harorati va qattiq triglitseridlar miqdori bilan belgilanadi. Teskari suv/moy emulsiyalari uchun lipofilroq, moy/suv emulsiyalari uchun esa gidrofilroq emulgatorlarni tanlash maqsadga muvofiq. Biroq HLB qiymati yakka holda barcha xususiyatlarni tavsiflamaydi, shu bois uni boshqa fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar va real texnologik sinovlar bilan birgalikda baholash kerak.

Oziq-ovqat emulsiyalarida qattiq monoglitseridlar kristall karkasni mustahkamlashi, yumshoq monoglitseridlar esa plastiklikni yaxshilashi mumkin. Monoglitserid va letsitin aralashmalari oraliq funksional xususiyatlarga erishish uchun qo‘llanadi. Emulgatorni ishlab chiqarishga kiritishda eritish harorati, fazalar nisbati, aralashtirish va sovitish sharoitlari nazorat qilinishi, tayyor mahsulotning barqarorligi va xavfsizlik ko‘rsatkichlari tekshirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Реджепова Б., Акджаев Х., Алланазаров Д., Атагаррыева Э. Эмульгаторы обратных эмульсий. Международный научный журнал «Символ науки». 2024. № 10-1-2.
2. Терещук Л. В., Загородников К. А., Старовойтова К. В., Вьюшинский П. А. Изучение физико-химических показателей эмульгаторов и их влияния на процесс образования пищевых эмульсий. Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 915–929.
3. Holmberg K., Larsson K., Lindman B., Kronberg B. Surfactants and Polymers in Aqueous Solution. John Wiley & Sons, 2003.
4. Tadros Th. Emulsion Formation and Stability. Wiley-VCH, 2013.
5. Rosen M. J., Kunjappu J. T. Surfactants and Interfacial Phenomena. John Wiley & Sons, 2012.
6. Schramm L. L. Emulsions, Foams, and Suspensions: Fundamentals and Applications. Wiley-VCH, 2000.

KARBOKSIMETILKRAHMAL ASOSIDAGI POLIMER SIRT-FAOL MODDALARNING SINTEZI VA KOLLOID-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI

Abdullayev O.X, Baratov I.O'.
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O‘zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Tadqiqotning maqsadi makkajo‘xori kraxmalidan olingan karboksimetilkraxmalni yog‘ kislotalari metil efirlari bilan modifikatsiyalash orqali polimer sirt-faol modda olish va uning kolloid-kimyoviy xususiyatlarini baholashdan iborat. Sintezda karboksimetilkraxmal va yog‘ kislotalari metil efirlarining massa nisbati 1:4 qilib belgilangan, reaksiya 177 °C da 0,5–2 soat davomida olib borilgan. Mahsulotni ajratishda etanol va suvdan foydalanish natijalari solishtirilgan. Etanol bilan cho‘ktirilgan namunalar unumi 61–83 % oralig‘ida bo‘lib, bir soatlik reaksiyada 83 % ga yetgan; suv bilan ajratilgan mahsulotlarda unum 28–35 % ni tashkil etgan. Olingan hosilalarning suvli eritmalarida sirt tarangligi 54,1–59,2 mN/m, mitsella hosil bo‘lishining kritik konsentratsiyasi esa 1,19–1,32 kg/m³ oralig‘ida aniqlangan. Emulsiyalash sinovlarida modifikatsiyalangan kraxmal moy/suv tizimlarini barqarorlashtirgan, ayrim namunalarida 24 soatdan keyin moy qatlami kuzatilmagan. Natijalar karboksimetilkraxmalga gidrofob guruhlar kiritilishi uning emulsiyalash xususiyatini oshirishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: karboksimetilkraxmal, polimer sirt-faol modda, yog‘ kislotalari metil efiri, sirt tarangligi, kritik mitsella konsentratsiyasi, emulsiyalash, barqarorlik.

Аннотация. Цель работы — получение полимерного поверхностно-активного вещества путем модификации карбоксиметилкрахмала на основе кукурузного крахмала метиловыми эфирами жирных кислот и оценка его коллоидно-химических свойств. Массовое соотношение карбоксиметилкрахмала и метиловых эфиров составляло 1:4, синтез проводили при 177 °C в течение 0,5–2 часов. Сопоставлены способы выделения продукта с использованием этанола и воды. При осаждении этанолом выход составлял 61–83 %, достигая 83 % при продолжительности реакции один час; при выделении водой выход находился в диапазоне 28–35 %. Поверхностное натяжение водных растворов полученных производных составляло 54,1–59,2 мН/м, а критическая концентрация мицеллообразования — 1,19–1,32 кг/м³. В испытаниях на эмульгирование модифицированный крахмал стабилизировал системы «масло в воде»; у отдельных образцов отделение масляного слоя через 24 часа не наблюдалось. Результаты подтверждают, что введение гидрофобных групп повышает эмульгирующую способность карбоксиметилкрахмала.

Ключевые слова: карбоксиметилкрахмал, полимерное поверхностно-активное вещество, метиловый эфир жирной кислоты, поверхностное натяжение, критическая концентрация мицеллообразования, эмульгирование, стабильность.

Abstract. The aim of this study is to obtain a polymeric surfactant by modifying carboxymethyl starch derived from corn starch with fatty acid methyl esters and to assess its colloid-chemical properties. The mass ratio of carboxymethyl starch to fatty acid methyl esters was 1:4, and the reaction was carried out at 177 °C for 0.5–2 hours. Product isolation using ethanol and water was compared. Ethanol precipitation produced yields of 61–83%, with a maximum of 83% after one hour, while water-based isolation gave yields of 28–35%. The surface tension of aqueous solutions of the derivatives ranged from 54.1 to 59.2 mN/m, and the critical micelle concentration ranged from 1.19 to 1.32 kg/m³. Emulsification tests showed that the modified starch stabilized oil-in-water systems; no oil layer was observed after 24 hours for some samples. These results indicate that introducing hydrophobic groups improves the emulsifying performance of carboxymethyl starch.

Keywords: carboxymethyl starch, polymeric surfactant, fatty acid methyl ester, surface tension, critical micelle concentration, emulsification, stability.

Kirish. Sirt-faol moddalar suyuqliklar orasidagi fazalar chegarasida to‘planib, sirt tarangligini o‘zgartiradi va dispers tizimlarning hosil bo‘lishi hamda barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Polimer sirt-faol moddalar tarkibida gidrofil polimer zanjiri va gidrofob fragmentlarning birikishi ularga eritma qovushqoqligi, emulsiyalash va himoya qatlamini hosil qilish kabi xususiyatlarni beradi. Tabiiy polisaxaridlar, jumladan kraxmal, qayta tiklanuvchi xomashyo hisoblanadi va kimyoviy modifikatsiya orqali turli funksional materiallar olish imkonini beradi.

Karboksimetilkraxmal suvda eruvchanligi va makromolekulasida mavjud reaktiv funksional guruhlari tufayli polimer sirt-faol modda olish uchun mos asosdir. Uning yog‘ kislotalari metil efirlari bilan qisman esterifikatsiyalanishi makromolekulaga gidrofob zanjirlar kiritib, amfifil tuzilma hosil qiladi. Bunday hosilalar oziq-ovqat, kosmetika, farmatsevtika, yuvish vositalari va neft-gaz sanoatida emulsiyalarni barqarorlashtirish uchun istiqbolli bo‘lishi mumkin. Ushbu maqolaning maqsadi karboksimetilkraxmal hosilalarini sintez qilish sharoitlari va ularning kolloid-kimyoviy ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni yagona texnologik yondashuvda bayon qilishdir.

Materiallar va usullar. Boshlang‘ich polimer sifatida mahalliy makkajo‘xori kraxmalidan olingan karboksimetilkraxmalning natriyli tuzi ishlatilgan. Modifikatsiyalashda yog‘ kislotalari metil efirlari va natriy atsetat ishtirok etgan. Karboksimetilkraxmal suvda eritilib, yog‘ kislotalari metil efiri qo‘shilgan, aralashma gomogenizatsiyalangan va dastlab 120–130 °C da 30 minut qizdirilib, so‘ng 177–180 °C atrofida belgilangan vaqt davomida reaksiyaga kiritilgan. Reaksiya davomiyligi 0,5; 0,75; 1; 1,5 va 2 soat qilib o‘zgartirilgan, polimer va efirning massa nisbati 1:4 bo‘lgan.

Reaksiya mahsulotini ajratish uchun etanol bilan cho‘ktirish va suvga quyish usullari qo‘llangan. Olingan hosilalar yuvilib, reaksiyaga kirishmagan reagentlardan tozalangan; eritmaning pH qiymati ishqor eritmasi yordamida taxminan 7,5 ga keltirilgan. Sirt tarangligi 20 °C da turli konsentratsiyali suvli eritmalarda o‘lchangan, kritik mitsella konsentratsiyasi sirt tarangligining konsentratsiyaga bog‘liqligi asosida aniqlangan. Emulsiyalash qobiliyati 3 foizli polimer sirt-faol modda eritmasining 9 ml miqdorini 1 ml moy bilan 2000 ayl/min tezlikda bir minut aralashtirish orqali tekshirilgan. Emulsiya barqarorligi 5 minut, 1 soat va 24 soatdan keyin yuzada ajralgan moy qatlamining balandligi bilan baholangan.

1-jadval

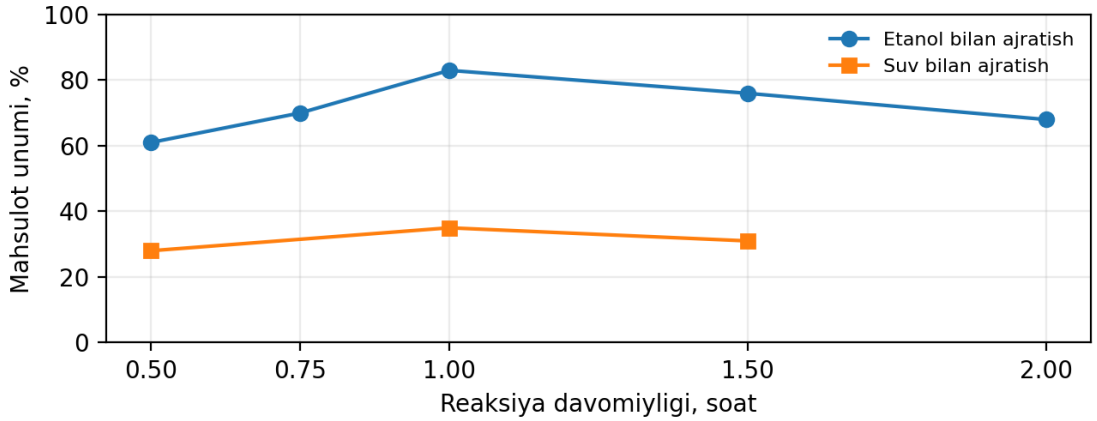
Reaksiya davomiyligi va mahsulotni ajratish usulining sintez unumiga ta’siri

Ajratish usuli	Reaksiya vaqti, soat	Namuna	Unum, %
Etanol	0,5	Ia	61
Etanol	0,75	IIa	70
Etanol	1,0	IIIa	83
Etanol	1,5	IVa	76
Etanol	2,0	Va	68
Suv	0,5	VIIIб	28
Suv	1,0	IXб	35
Suv	1,5	Xб	31

Natijalar va muhokama. Sintez natijalari mahsulot unumiga nafaqat reaksiya davomiyligi, balki ajratish usuli ham sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi. Etanol bilan cho‘ktirishda eng yuqori unum bir soatlik reaksiyada 83 % bo‘lgan. Reaksiya davomiyligini 1,5 va 2 soatgacha oshirish unumning mos ravishda 76 va 68 % gacha kamayishi bilan kechgan. Bu holat reaksiyaning uzayishi har doim ham mahsulot miqdorini oshirmasligini, optimal vaqtni tanlash muhimligini anglatadi. Suv bilan ajratish holatida esa unum 28–35 % oralig‘ida qolgan. Demak, o‘rganilgan sharoitlarda etanol bilan cho‘ktirish hosilani ajratib olish uchun samaraliroq usul bo‘lgan.

1-rasm

Reaksiya davomiyligiga qarab mahsulot unumining o‘zgarishi



Grafikdagi nuqtalar manbalarda keltirilgan tajriba qiymatlari asosida qayta tuzildi.

Kolloid-kimyoviy sinovlarda modifikatsiyalangan namunalarning sirt tarangligi 54,1–59,2 mN/m ni tashkil etgan, boshlang‘ich karboksimetilkraxmal eritmasida esa 65,58 mN/m qiymat qayd qilingan. Demak, gidrofob fragmentlarning kiritilishi suvli eritmaning sirt tarangligini kamaytirgan. Namunalarning kritik mitsella hosil bo‘lish konsentratsiyasi 1,19–1,32 kg/m³ bo‘lib, boshlang‘ich karboksimetilkraxmal uchun ko‘rsatilgan 2,29 kg/m³ qiymatidan past bo‘lgan. Eng past sirt tarangligi va kritik konsentratsiya III namuna uchun qayd etilgan: mos ravishda 54,1 mN/m va 1,19 kg/m³.

Emulsiyalash sinovlarida modifikatsiyalangan hosilalar moy tomchilari yuzasiga adsorbsiyalanib, moy/suv tipidagi dispers tizimni barqarorlashtirgan. I va II namunalarda 5 minut hamda 1 soatdan keyin moy qatlami kuzatilmagan, biroq 24 soatdan keyin taxminan 2 mm qatlam qayd etilgan. III va IV namunalarda uchala vaqt oralig‘ida ham moy qatlami kuzatilmagan. V namunasida esa 24 soatdan keyin 1 mm qatlam hosil bo‘lgan. Taqqoslash uchun keltirilgan boshlang‘ich karboksimetilkraxmal namunasida moy qatlami 5 minutda 1 mm, bir soatda 4 mm va 24 soatda 5 mm bo‘lgan. Bu natijalar modifikatsiyalash emulsiyaning saqlanish barqarorligini oshirganini ko‘rsatadi.

2-jadval

Polimer sirt-faol moddalarning kolloid-kimyoviy va emulsiyalash ko‘rsatkichlari

Namuna	Sirt tarangligi, mN/m	Kritik konsentratsiya, kg/m³	5 min, mm	1 soat, mm	24 soat, mm
I	59,2	1,32	0	0	2,0
II	58,6	1,28	0	0	2,0
III	54,1	1,19	0	0	0
IV	55,7	1,21	0	0	0
V	58,3	1,24	0	0	1,0
Karboksimetilkraxmal	65,58	2,29	1,0	4,0	5,0

Natijalar gidrofob modifikatsiya darajasi past bo‘lsa ham, hosilalarning emulsiyalash xususiyati yaxshilanishi mumkinligini ko‘rsatadi. Gidrofob zanjirlar moy tomchilariga, karboksimetilkraxmalning gidrofil qismi esa suvli muhitga ta’sirlashib, fazalar chegarasida himoya qatlamini hosil qiladi. Amaliy qo‘llashdan oldin reologik xususiyatlar, uzoq muddatli barqarorlik, xavfsizlik va formulatsiyaga moslik alohida baholanishi lozim.

Xulosa. Makkajo‘xori kraxmalidan olingan karboksimetilkraxmalni yog‘ kislotalari metil efirlari bilan modifikatsiyalash orqali suvda eruvchan polimer sirt-faol hosilalar olish mumkin. O‘rganilgan sharoitlarda polimer va efirning 1:4 massa nisbati hamda 177 °C haroratda bir soatlik reaksiya etanol bilan ajratilganda 83 % eng yuqori unum bergan. Suv bilan ajratish usulida mahsulot unumi ancha past bo‘lgan.

Modifikatsiyalangan hosilalar boshlang‘ich karboksimetilkraxmalga nisbatan sirt tarangligini pasaytirgan va kritik mitsella konsentratsiyasini kamaytirgan. III va IV namunalarda 24 soat davomida moy qatlamining kuzatilmagani ularning moy/suv emulsiyalarini barqarorlashtirish qobiliyatini ko‘rsatadi. Shunday qilib, karboksimetilkraxmal asosidagi polimer sirt-faol moddalar

oziq-ovqat, kosmetika va yuvish vositalari kabi sohalarda qo‘llash uchun istiqbolli, biroq har bir amaliy formulatsiya uchun xavfsizlik va uzoq muddatli barqarorlik sinovlari zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Самандаров Ш. К., Махкамов Р. Р. Получение и коллоидно-химические свойства полимерного ПАВ на основе карбоксиметилкрахмала. Universum: химия и биология. 2025. № 1(139).
2. Самандаров Ш. К., Махкамов Р. Р., Нурманова М. Л., Саидкулов Ф. Р. Синтез и коллоидно-химические свойства поверхностно-активных производных карбоксиметилкрахмала. Universum: химия и биология. 2023. № 6(108).
3. Heinze T., Koschella A. Carboxymethyl ethers of cellulose and starch—A review. Macromolecular Symposia. 2005. Vol. 223. P. 13–40.
4. Ptak S., Roczkowska M., Zarski A., Kapusniak J. Esterification of starch with fatty acids: New opportunities and challenges. Przemysł Chemiczny. 2014. № 4. P. 472–479.
5. Tadros T. F., Vandamme A., Levecke B., Booten K., Cv. S. Stabilization of emulsions using polymeric surfactants based on inulin. Advances in Colloid and Interface Science. 2004.

NEFT VA O‘SIMLIK XOMASHYOSI ASOSIDA KOSMETIK MAHSULOTLAR UCHUN SIRT-FAOL MODDALAR VA FUNKSIONAL KOMPONENTLAR OLISH TEXNOLOGIYALARI

Abdullayev O.X, Baratov I.O'.
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O‘zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada neft va tabiiy gaz uglevodorodlari, paxta moyi kabi o‘simlik xomashyosi hamda neftni qayta ishlash qoldig‘i — gudronni qayta ishlash orqali kosmetik va maishiy kimyo mahsulotlari uchun komponentlar olish yo‘nalishlari umumlashtiriladi. Maqsad sirt-faol moddalar sintezi va gudron fraksiyalarini tayyorlashning texnologik jihatlarini yagona yondashuvda bayon qilish hamda xomashyo tanlash, kimyoviy modifikatsiya va xavfsizlik nazoratining ahamiyatini ko‘rsatishdir. Ikki ilmiy maqoladagi ma’lumotlar tizimlashtirildi va texnologik jarayonlar xomashyo turi, qayta ishlash usuli, mahsulot vazifasi hamda xavfsizlik omillari bo‘yicha guruhlandi. Uglevodorodlar uchun sulfirlash, o‘simlik moylari uchun etoksillash va amidirlash, gudron uchun fraksiyalash, tozalash va neytrallash asosiy yo‘nalishlar sifatida ajratildi. O‘simlik moylari asosidagi sirt-faol moddalar biologik parchalanish imkoniyati bilan tavsiflansa, gudron hosilalarini kosmetik mahsulotlarda qo‘llash faqat kimyoviy tarkib va xavfsizlik sinovlari ijobiy natija berganda ko‘rib chiqilishi mumkin. Politsiklik aromatik uglevodorodlar mavjudligi ehtimoli alohida nazoratni talab etadi. Xomashyo, texnologiya va xavfsizlik bahosini bir tizimda ko‘rib chiqish resurslardan samarali foydalanish va mahsulot sifatini oshirishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: sirt-faol moddalar, gudron, neft-kimyo, paxta moyi, sulfirlash, etoksillash, kosmetik komponentlar, biologik parchalanish, xavfsizlik nazorati.

Аннотация. В статье обобщены технологические направления получения компонентов для косметической и бытовой химической продукции из углеводородов нефти и природного газа, растительного сырья, включая хлопковое масло, и остаточного продукта нефтепереработки — гудрона. Цель состоит в системном изложении синтеза поверхностно-активных веществ и подготовки фракций гудрона с учетом выбора сырья, химической модификации и оценки безопасности. Сведения двух научных публикаций сгруппированы по типу сырья, способу обработки, назначению продукта и факторам риска. Для углеводородов выделено сульфирование, для растительных масел — этоксилирование и амидирование, для гудрона — фракционирование, очистка и нейтрализация. ПАВ на основе растительных масел могут обладать преимуществами по биоразлагаемости, тогда как применение производных гудрона в косметике допустимо рассматривать только после проверки химического состава и

безопасности. Возможное присутствие полициклических ароматических углеводородов требует специального контроля. Комплексное рассмотрение сырья, технологии и безопасности способствует рациональному использованию ресурсов и повышению качества продукции.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, гудрон, нефтехимия, хлопковое масло, сульфирование, этоксилирование, косметические компоненты, биоразлагаемость, безопасность.

Abstract. The article summarizes technological routes for producing cosmetic and household-chemical ingredients from petroleum and natural-gas hydrocarbons, plant feedstocks such as cottonseed oil, and the oil-refining residue known as tar. The aim is to present surfactant synthesis and tar-fraction preparation within one framework while emphasizing feedstock selection, chemical modification and safety assessment. Information from two scientific articles was organized by feedstock, processing method, product function and risk factors. Sulfonation is identified for hydrocarbon-derived surfactants; ethoxylation and amidation for plant oils; and fractionation, purification and neutralization for tar. Plant-oil-based surfactants may offer biodegradability advantages, while cosmetic use of tar-derived fractions should only be considered after chemical characterization and safety testing. The possible presence of polycyclic aromatic hydrocarbons requires specific control. Integrating feedstock selection, processing and safety evaluation can support efficient resource use and product quality.

Keywords: surfactants, tar, petrochemistry, cottonseed oil, sulfonation, ethoxylation, cosmetic ingredients, biodegradability, safety assessment.

Kirish. Sirt-faol moddalar sirt tarangligini kamaytirish, namlash, emulsiyalash va ko‘pik hosil qilish xususiyatlari sababli kosmetika, maishiy kimyo, to‘qimachilik va neft sanoatida qo‘llanadi. Ularni olish uchun neft va tabiiy gaz uglevodorodlari bilan bir qatorda o‘simlik moylari ham xomashyo vazifasini bajaradi. Paxta moyi kabi mahalliy resurslardan foydalanish kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarish bazasini kengaytirishi mumkin.

Gudron neftni qayta ishlashdan qoladigan murakkab aralashma bo‘lib, uni fraksiyalash va tozalash orqali ayrim komponentlarni ajratish masalasi o‘rganilgan. Biroq gudron tarkibida politsiklik aromatik uglevodorodlar kabi xavfli birikmalar bo‘lishi ehtimoli sababli uni kosmetik mahsulotlarda qo‘llash xavfsizlik sinovlari bilan asoslanishi shart. Shu sababli maqolada sirt-faol moddalar va gudron hosilalari bir xil mahsulot sifatida emas, balki neft-kimyo xomashyosini qayta ishlashning o‘zaro bog‘liq, ammo alohida texnologik yo‘nalishlari sifatida yoritiladi.

Maqolaning maqsadi uglevodorod va o‘simlik xomashyosidan sirt-faol moddalar olish hamda gudronni qayta ishlash yo‘nalishlarini yagona texnologik yondashuvda bayon qilish va ularning qo‘llanishidagi xavfsizlik talablarini ko‘rsatishdir.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda Turkmanistonning neft, tabiiy gaz va paxta moyi kabi xomashyosidan sirt-faol moddalar olishga bag‘ishlangan maqola hamda gudronni kosmetik komponentlar uchun qayta ishlash masalalarini yorituvchi maqola ma’lumotlari birlashtirildi. Ma’lumotlar xomashyo turi, kimyoviy yoki fizik-kimyoviy qayta ishlash usuli, kutiladigan mahsulot vazifasi va xavfsizlik omillari bo‘yicha guruhlandi. Tizimli umumlashtirish va texnologik jarayonlarni taqqoslash usullari qo‘llanildi. Manbalarda berilmagan miqdoriy samaradorlik yoki tajriba natijalari kiritilmadi.

1-jadval

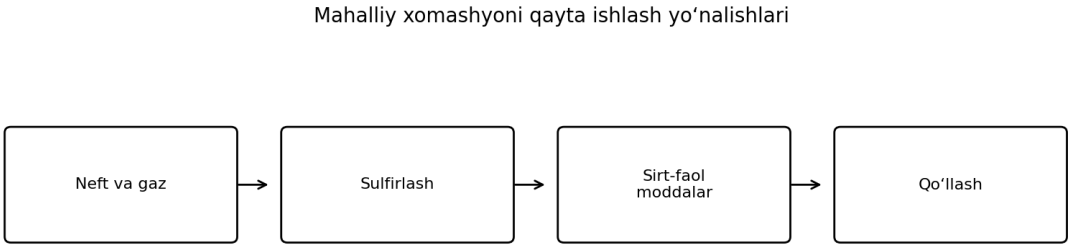
Kosmetik va maishiy kimyo komponentlari uchun xomashyo va qayta ishlash yo‘nalishlari

Xomashyo	Qayta ishlash usuli	Maqsadli yo‘nalish	Asosiy nazorat
Neft va gaz uglevodorodlari	Sulfirlash	Anion sirt-faol moddalar	Mahsulot tarkibi va qoldiq reagentlar
Paxta moyi va o‘simlik moylari	Etoksillash, amidirlash	Noionogen yoki amfoter komponentlar	Xomashyo sifati va yakuniy mahsulot xossalari

Gudron	Fraksiyalash, tozalash, neytrallash	Tarkibi tekshirilgan fraksiyalar	PAU va boshqa xavfli aralashmalar
Neftni qayta ishlash qoldiqlari	Tarkibga mos fizik-kimyoviy qayta ishlash	Ikkilamchi xomashyo sifatida baholash	Har bir qo‘llanish uchun alohida sinov

Natijalar va muhokama. Uglevodorod xomashyosidan sirt-faol moddalar olishda sulfirlash asosiy kimyoviy usullardan biridir. Mos organik birikmalarni sulfirlash orqali sulfonat guruhlarini tutuvchi mahsulotlar olinadi; ular yuvish vositalari, to‘qimachilik va neft qazib olish jarayonlarida qo‘llanadi. Mahalliy neft-gaz resurslaridan foydalanish xomashyo ta’minotini mustahkamlashi mumkin. Bunda texnologik jarayonning boshqarilishi, reagent qoldiqlari va yakuniy mahsulot tarkibining nazorati muhim.

O‘simlik moylari, jumladan paxta moyi, sirt-faol moddalar sintezi uchun muqobil xomashyo hisoblanadi. Yog‘ kislotalari va ularning hosilalarini kimyoviy modifikatsiya qilish orqali turli funksional xususiyatlarga ega mahsulotlar olish mumkin. Etoksillash noionogen moddalar olish usullaridan biri, amidirlash esa yog‘ kislotalari asosidagi azot tutuvchi hosilalarni tayyorlash yo‘li sifatida ko‘riladi. O‘simlik moylari asosidagi moddalar biologik parchalanish salohiyati bilan qiziqish uyg‘otadi, biroq yakuniy xususiyatlar mahsulot tarkibi va sinovlari bilan tasdiqlanishi lozim.



1-rasm

Mahalliy xomashyoni qayta ishlashdan sirt-faol moddalar olishning umumlashtirilgan yo‘nalishi

Gudronni qayta ishlash sirt-faol moddalar sintezidan farqli vazifani bajaradi. U tarkibi murakkab qoldiq bo‘lib, fraksiyalash, tozalash va kimyoviy neytrallash orqali ayrim komponentlarni ajratish yoki keraksiz aralashmalarni kamaytirish ko‘zda tutiladi. Biroq manbada ta’kidlanganidek, gudron tarkibida kanserogen xususiyatga ega bo‘lishi mumkin bo‘lgan politsiklik aromatik uglevodorodlar uchrashi ehtimoli mavjud. Shu bois gudron hosilalarini kosmetik formulalarga kiritish masalasi faqat kimyoviy tarkibni aniqlash, toksikologik baholash va biomoslik sinovlari asosida hal qilinishi kerak.

2-jadval

Texnologik bosqichlar va sifat-xavfsizlik mezonlari

Bosqich	**Vazifasi**	**Baholanishi zarur bo‘lgan ko‘rsatkichlar**
Sulfirlash	Uglevodorod hosilalaridan sirt-faol moddalar olish	Reaksiya to‘liqligi, reagent qoldiqlari, tarkib
Etoksillash	O‘simlik moyi hosilalarining xossalarini o‘zgartirish	Mahsulot barqarorligi va qoldiq reagentlar
Amidirlash	Yog‘ kislotalari asosidagi hosilalarni olish	Tarkib va mo‘ljallangan qo‘llanishga moslik
Gudronni fraksiyalash	Aralashmani fraksiyalarga ajratish	Fraksiyaning kimyoviy tarkibi
Tozalash va neytrallash	Keraksiz komponentlarni kamaytirish	PAU va boshqa xavfli aralashmalar
Yakuniy formulaga kiritish	Mahsulotning funksional xususiyatini ta’minlash	Biomoslik, barqarorlik va xavfsizlik



2-rasm

Gudron hosilalarini kosmetik yo‘nalishda ko‘rib chiqishdan oldingi konseptual tozalash va xavfsizlik nazorati

Ikki yo‘nalishni bir maqolada birlashtirishning ilmiy asosi xomashyoni kompleks va mas’uliyatli qayta ishlash yondashuvidir. Sirt-faol moddalar uchun sintez usuli va funksional xususiyatlar asosiy bo‘lsa, gudron hosilalari uchun fraksiyalash, tozalash va xavfsizlikni tekshirish hal qiluvchi bosqichlardir. Mahalliy xomashyodan foydalanish logistika xarajatlarini kamaytirishi mumkin, lekin iqtisodiy samaradorlik xomashyo sifati, energiya va reagent sarfi, tozalash xarajatlari hamda yakuniy mahsulotga qo‘yiladigan talablar bilan birgalikda baholanishi kerak.

Xulosa. Neft va tabiiy gaz uglevodorodlari, shuningdek paxta moyi kabi o‘simlik xomashyosi sirt-faol moddalar olish uchun muhim manbalar hisoblanadi. Sulfirlash, etoksillash va amidirlash usullari xomashyo tarkibini o‘zgartirib, turli funksional xususiyatlarga ega mahsulotlar tayyorlash imkonini beradi. Mahalliy xomashyo resurslaridan foydalanish kimyoviy ishlab chiqarishning xomashyo bazasini kengaytirishi mumkin.

Gudron esa alohida qayta ishlash yo‘nalishi bo‘lib, uni fraksiyalash, tozalash va neytrallash zarur. Tarkibida politsiklik aromatik uglevodorodlar bo‘lishi ehtimoli sababli gudron hosilalarini kosmetik mahsulotlarda qo‘llash faqat kimyoviy, toksikologik va biologik xavfsizlik sinovlari natijalari bilan asoslanishi kerak.

Umuman olganda, xomashyo tanlash, texnologik jarayonlarni to‘g‘ri boshqarish, mahsulot tarkibini tekshirish va xavfsizlikni baholash o‘zaro bog‘liq bosqichlardir. Ularni yagona sifat boshqaruvi tizimida birlashtirish mahalliy resurslardan samarali foydalanish va kosmetika hamda maishiy kimyo uchun sifatli komponentlar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Реджепова Б., Агабаев М., Акадова С., Акгаев С. Получение поверхностно-активных веществ из туркменских сырьевых источников. Международный научный журнал «Символ науки». 2024. № 10-1-2.
2. Мырадова А., Гурбанов Г., Ёллыева М., Акмаммедова Г. Использование гудрона для производства косметических веществ. Международный научный журнал «Символ науки». 2024. № 10-1-2.
3. Абдуллаев А. И. Химия и технология поверхностно-активных веществ. Москва: Химия, 2008.
4. Гладков А. И. Промышленные методы переработки нефтепродуктов. Москва: Наука, 2020.

PALM YOG‘I YOG‘ KISLOTALARI VA METANOL ASOSIDA ANIONAKTIV SIRT-FAOL MODDA OLISH HAMDA UNING KOLLOID-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI

Abdullayev O.X, Baratov I.O'.
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O‘zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Tadqiqotning maqsadi palma yog‘i yog‘ kislotalari va metanoldan anionaktiv sirt-faol modda olish hamda uning asosiy kolloid-kimyoviy va yuvish xususiyatlarini baholashdan iborat. Sintez jarayonida yog‘ kislotalari avval metanol bilan eterifikatsiyalanadi, hosil bo‘lgan metil

efirlari oleum yordamida sulfurlanadi va ishqor bilan neytrallanadi. Xomashyo tarkibi gaz xromatografiyasi, funksional guruhlar infraqizil spektroskopiya, dispers zarrachalar esa dinamik yorug‘lik sochilishi usuli bilan o‘rganilgan. Olingan mahsulot anionaktiv sirt-faol modda bo‘lib, suvda yaxshi eriydi va suvli eritmasining pH qiymati 7–8 oralig‘ida bo‘ladi. Sirt tarangligining konsentratsiyaga bog‘liqligi asosida mitsella hosil bo‘lishining kritik konsentratsiyasi taxminan 4,0–4,2 g/dm³ deb baholangan. Mahsulotning gidrofil-lipofil balansi 13,33 ga teng bo‘lib, bu uning yuvish vositalari guruhiga mansubligini ko‘rsatadi. Konsentratsiya oshishi bilan ko‘pik karraligi 1,667 dan 2,980 gacha ortgan; ko‘pik hajmi 10 minut davomida deyarli saqlangan. Oqartirilgan matolardagi sinovlarda oqsil tabiatli ifloslanishlarni ketkazish samaradorligi 87–91 foizgacha yetgan. Emulsiyalash qobiliyati moy turiga va konsentratsiyaga bog‘liq bo‘lib, noionogen sirt-faol moddalar bilan kompozitsiya tuzish orqali uni yaxshilash mumkin.

Kalit so‘zlar: anionaktiv sirt-faol modda, palma yog‘i, yog‘ kislotalari, metanol, sulfurlash, ko‘pik karraligi, yuvish qobiliyati, mitsella hosil bo‘lishining kritik konsentratsiyasi.

Аннотация. Цель исследования — получение анионактивного поверхностно-активного вещества из жирных кислот пальмового масла и метанола и оценка его коллоидно-химических и моющих свойств. На первом этапе жирные кислоты этерифицируют метанолом, затем полученные метиловые эфиры сульфируют олеумом и нейтрализуют щёлочью. Состав сырья исследовали газовой хроматографией, функциональные группы — инфракрасной спектроскопией, а дисперсные частицы — методом динамического рассеяния света. Полученный продукт относится к анионным ПАВ, хорошо растворяется в воде и имеет pH водного раствора 7–8. Критическая концентрация мицеллообразования по зависимости поверхностного натяжения от концентрации оценивается в 4,0–4,2 г/дм³. Гидрофильно-липофильный баланс равен 13,33, что соответствует моющим средствам. При увеличении концентрации кратность пены возрастает с 1,667 до 2,980; объём пены сохраняется в течение 10 минут. При испытаниях на тканях моющая способность в отношении белковых загрязнений достигает 87–91 %. Эмульгирующая способность зависит от типа масла и концентрации вещества и может быть повышена введением неионогенных ПАВ в композицию.

Ключевые слова: анионактивное поверхностно-активное вещество, пальмовое масло, жирные кислоты, метанол, сульфирование, кратность пены, моющая способность, критическая концентрация мицеллообразования.

Abstract. This study aims to obtain an anionic surfactant from palm-oil fatty acids and methanol and to assess its colloid-chemical and detergency properties. Fatty acids are first esterified with methanol; the resulting methyl esters are sulfonated with oleum and neutralized with alkali. The feedstock composition was examined by gas chromatography, functional groups by infrared spectroscopy, and dispersed particles by dynamic light scattering. The product is an anionic surfactant that dissolves well in water and gives an aqueous-solution pH of 7–8. The critical micelle concentration estimated from surface-tension data is approximately 4.0–4.2 g/dm³. Its hydrophilic-lipophilic balance is 13.33, consistent with detergent applications. As concentration increases, foam expansion rises from 1.667 to 2.980, and the foam volume remains nearly unchanged for 10 minutes. In fabric tests, detergency against protein-based soil reaches 87–91%. Emulsifying performance depends on the oil type and surfactant concentration and can be improved by blending with nonionic surfactants.

Keywords: anionic surfactant, palm oil, fatty acids, methanol, sulfonation, foam expansion, detergency, critical micelle concentration.

Kirish. Sirt-faol moddalar suyuqlik va qattiq jism yoki o‘zaro aralashmaydigan suyuqliklar chegarasida adsorbsiyalanib, sirt tarangligini pasaytiradi, ho‘llashni kuchaytiradi hamda kir va yog‘ zarrachalarining dispers holatda saqlanishiga yordam beradi. Shu sababli ular yuvish vositalari, to‘qimachilik, charm va mo‘yna sanoati, kosmetika hamda maishiy kimyo mahsulotlarining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Sirt-faol moddaning samaradorligi molekula tarkibidagi gidrofil va gidrofob qismlarning nisbatiga, eritma konsentratsiyasiga va ishlov berilayotgan sirt tabiatiga bog‘liq.

Qayta tiklanuvchi o‘simlik xomashyosi asosida sirt-faol moddalar olish neft-kimyo xomashyosiga bo‘lgan ehtiyojni qisman kamaytirish imkonini beradi. Palma yog‘i tarkibida palmitin, olein va boshqa yog‘ kislotalari mavjud. Ularni metanol bilan eterifikatsiyalash, keyin sulfurlash va neytrallash orqali suvda eruvchan anionaktiv mahsulot olish mumkin. Bunday mahsulotning texnologik qiymati uning faqat ko‘pik hosil qilishi bilan emas, balki ho‘llash, emulsiyalash, yuvish samaradorligi va dispers tizimlar barqarorligi bilan belgilanadi. Mazkur ishning maqsadi palma yog‘i yog‘ kislotalaridan olingan Mizulan FL-80 turidagi anionaktiv sirt-faol moddaning olinishi va asosiy xususiyatlarini umumiy texnologik nuqtayi nazardan bayon etishdir.

Materiallar va usullar. Xomashyo sifatida palma yog‘idan ajratilgan yog‘ kislotalari va metanol ishlatilgan. Xromatografik tahlilda xomashyo tarkibida palmitin kislotasi taxminan 46,6 %, olein kislotasi 38,0 %, linol kislotasi 10,2 %, stearin kislotasi 2,7 %, miristin kislotasi 1,3 % va boshqa kislotalar kichik miqdorlarda mavjudligi aniqlangan. Sintezning birinchi bosqichida yog‘ kislotalari metanol bilan eterifikatsiyalanib, metil efirlari olingan. Keyingi bosqichda efirlar oleum bilan sulfurlangan, so‘ng ishqor yordamida neytrallanib, natriyli sulfonat hosilasi olingan. Eterifikatsiya jarayoni 60–70 °C da 2–3 soat davom ettirilgan; sulfurlash bosqichida oleum ortiqcha miqdorda ishlatilgan.

Mahsulot tarkibidagi funksional guruhlar infraqizil spektroskopiya bilan, sirt tarangligi esa Vilgelmi plastinkasi usuli bilan o‘lchangan. Mitsella hosil bo‘lishining kritik konsentratsiyasi sirt tarangligining eritma konsentratsiyasiga bog‘liqligidan aniqlangan. Zarrachalar o‘lchami dinamik yorug‘lik sochilishi, agregativ barqarorlik esa zeta-potensial o‘lchovlari orqali baholangan. Ko‘pik hosil qilish qobiliyati 0,5–4,0 g/dm³ konsentratsiyali eritmalarda aniqlanib, ko‘pik karraligi va uning vaqt davomida saqlanishi kuzatilgan. Yuvish samaradorligi sun’iy ifloslantirilgan paxta va jun matolarda, emulsiyalash xususiyati esa hayvon yog‘i, maishiy va motor moylari bilan tekshirilgan.

1-jadval

Palma yog‘i yog‘ kislotalarining asosiy tarkibi

Yog‘ kislotasi	Tuzilmaviy tavsif	Miqdori, %
Palmitin kislotasi	To‘yingan, C16	46,6
Oleин kislotasi	Bir qo‘sh bog‘li, C18	38,0
Linol kislotasi	Ikki qo‘sh bog‘li, C18	10,2
Stearin kislotasi	To‘yingan, C18	2,7
Miristin kislotasi	To‘yingan, C14	1,3
Boshqa yog‘ kislotalari	Turli zanjirlar	1,2

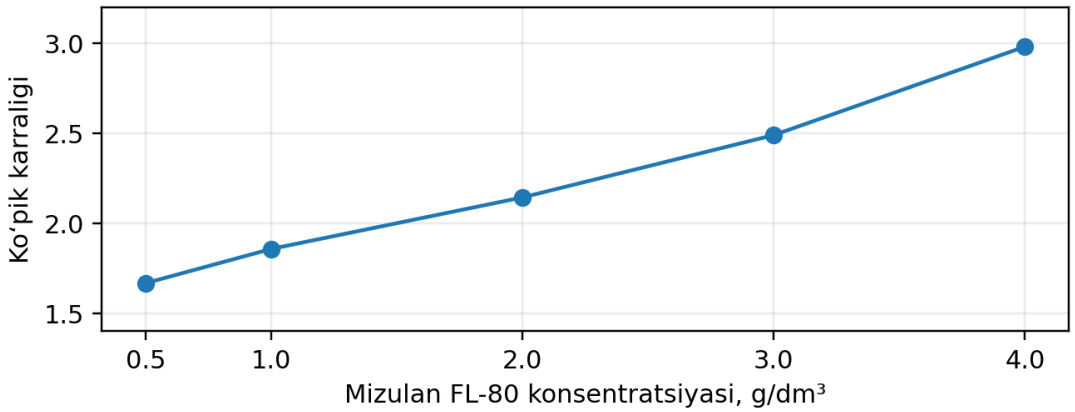
Natijalar va muhokama. Sintez natijasida natriyli sulfonat guruhlarini saqlovchi anionaktiv sirt-faol modda olingan. Infraqizil spektrlarida gidroksil, murakkab efir, karboksil va sulfo guruhlariga xos signallar qayd etilgan. Mahsulotning suvli eritmasi pH 7–8 oralig‘ida bo‘lib, suvda yaxshi eriydi. Hisoblangan gidrofil-lipofil balans 13,33 ni tashkil etgan. Ushbu qiymat mahsulotning yuvish vositalari sifatida ishlatilishiga mos keladi.

Sirt tarangligi bo‘yicha o‘lchovlarda 1 g/dm³ konsentratsiyada taxminan 35,8–36,4 mN/m qiymatlar qayd etilgan. Manbaning turli qismlarida keltirilgan qiymatlar orasidagi kichik farq o‘lchov natijalarini bayon qilishda saqlab qolindi. Kritik mitsella hosil bo‘lish konsentratsiyasi 4,0–4,2 g/dm³ deb baholangan. Bu chegaragacha konsentratsiyaning ortishi sirt faol zarrachalar sonini ko‘paytirib, ho‘llash va ko‘pik hosil qilishni kuchaytiradi; kritik qiymatdan keyin esa qo‘shilgan moddaning katta qismi mitsellalar hosil bo‘lishiga sarflanadi.

Ko‘pik karraligi konsentratsiya ortishi bilan muntazam ko‘paygan: 0,5 g/dm³ da 1,667, 1,0 g/dm³ da 1,857, 2,0 g/dm³ da 2,143, 3,0 g/dm³ da 2,489 va 4,0 g/dm³ da 2,980 ga teng bo‘lgan. Kuzatuv davomida ko‘pik hajmi 10 minutgacha deyarli saqlangan. Bu ko‘rsatkichlar mahsulotning yuvish eritmalarida ko‘pik hosil qiluvchi komponent sifatidagi imkoniyatini tasdiqlaydi.

1-rasm

Mizulan FL-80 konsentratsiyasining ko‘pik karraligiga ta’siri



Grafik manbada keltirilgan ko‘pik karraligi qiymatlari asosida qayta tuzildi.

2-jadval. Mizulan FL-80 ning asosiy fizik-kimyoviy va funksional ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	**Natija**
Asosiy modda miqdori	taxminan 70 %
Suvli eritmaning pH qiymati	7–8
Gidrofil-lipofil balans	13,33
Kritik mitsella konsentratsiyasi	4,0–4,2 g/dm³
Sirt tarangligi, 1 g/dm³	35,8–36,4 mN/m
Zarrachalar o‘lchami, kritik konsentratsiyagacha	taxminan 193 nm
Zarrachalar o‘lchami, kritik konsentratsiyadan keyin	taxminan 243 nm
Ko‘pik karraligi, 4 g/dm³	2,980
Oqsil ifloslanishiga qarshi yuvish samaradorligi	87–91 %
Pigment-moy ifloslanishiga qarshi yuvish samaradorligi	taxminan 50–58 %

Yuvish sinovlarida oqsil tabiatli ifloslanishlarni ketkazish samaradorligi paxta matoda 87–88 %, jun matoda 90–91 % gacha yetgan. Pigment-moy aralashmasi bilan ifloslangan matolarda samaradorlik pastroq bo‘lib, paxtada 50–51 %, junda 57–58 % atrofida bo‘lgan. Demak, mahsulotning yuvish ta’siri ifloslanish tabiatiga bog‘liq; oqsil komponentlari uchun u samaraliroq, moy-pigment ifloslanishlarida esa formulani qo‘shimcha optimallashtirish talab etilishi mumkin.

Emulsiyalash natijalari ham tizim tarkibiga bog‘liqlikni ko‘rsatadi. Hayvon yog‘i bilan barqaror emulsiya olish uchun konsentratsiya kamida 3,0 g/dm³ bo‘lishi kerakligi qayd etilgan. Maishiy moy bilan 2,0 g/dm³ konsentratsiyada emulsiya 26 minut davomida qatlamlarga ajralmagan. Shu bilan birga, umumiy emulsiyalash qobiliyati nisbatan cheklangan bo‘lib, noionogen sirt-faol moddalar bilan aralashmalar tayyorlash barqarorlikni oshirish yo‘li sifatida ko‘rsatilgan. Zarrachalarning o‘rtacha o‘lchami kritik konsentratsiyagacha taxminan 193 nm, undan yuqorida esa 243 nm atrofida bo‘lib, bu dispers tizimdagi agregatlanish holatining konsentratsiyaga bog‘liqligini bildiradi.

Olingan zeta-potensial qiymatlari mahsulot zarrachalarining yetarli agregativ barqarorlikka ega ekanini ko‘rsatadi. Biroq sirt-faol moddaning amaliy samaradorligi faqat bitta ko‘rsatkich bilan belgilanmaydi: kerakli natija olish uchun konsentratsiya, ishlov beriladigan sirt, ifloslanish turi, suv tarkibi va boshqa komponentlar bilan moslik birgalikda hisobga olinishi lozim.

Xulosa. Palma yog‘i yog‘ kislotalarini metanol bilan eterifikatsiyalash, keyin metil efirlarini sulfurlash va neytrallash orqali anionaktiv sirt-faol modda olish mumkin. Mahsulot tarkibida sulfo va boshqa kislorodli funksional guruhlar mavjudligi spektral tahlil bilan tasdiqlangan. Uning suvli eritmasi neytralga yaqin muhitga ega, gidrofil-lipofil balansi 13,33 va kritik mitsella hosil bo‘lish konsentratsiyasi 4,0–4,2 g/dm³ atrofida.

Konsentratsiya oshishi bilan ko‘pik karraligi 1,667 dan 2,980 gacha ko‘tarilgan, ko‘pik esa 10 minut davomida barqarorligini saqlagan. Oqsil ifloslanishiga qarshi yuvish samaradorligi 87–91 % gacha yetgan. Emulsiyalash xususiyati moy turiga va modda konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lib, noionogen sirt-faol moddalar bilan kompozitsiyalash orqali yaxshilanishi mumkin. Shu sababli mahsulotni yuvish vositalari va charm-mo‘yna sanoati jarayonlarida qo‘llash istiqbolli, biroq har bir texnologik tizim uchun tarkib va ish rejimini tajriba asosida tanlash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Лутфуллина Г. Г., Гусева К. С., Гришин П. В., Хайрутдинова Р. И. Синтез и исследование свойств поверхностно-активных веществ на основе жирных кислот пальмового масла и метанола. Известия вузов. Химия и химическая технология. 2018. Т. 61. Вып. 6. С. 88–95.
2. Лутфуллина Г. Г., Мартынова К. Е., Гусева К. С. Исследование свойств анионактивного ПАВ на основе жирных кислот пальмового масла и метанола (Mizulan FL-80). С. 99–100.
3. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. Санкт-Петербург: Профессия, 2004. 240 с.
4. Плетнев М. Ю., Колесникова Е. Н., Глухарева Н. А., Козырева Ю. Н. Поверхностно-активные вещества: справочник. Москва: Фирма Клавель, 2002. 786 с.

TABIIY GAZDAN VODOROD VA POLIMERLAR OLISHNING TEXNOLOGIK ASOSLARI HAMDA EKOLOGIK SAMARADORLIGI

Abdullayev O.X, Baratov I.O'.
IQTISODIYOT VA PEDAGOGIKA UNIVERSITETI, Qarshi, O‘zbekiston
otabek.abdullayev3311@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolaning maqsadi tabiiy gazni kimyoviy qayta ishlash orqali vodorod va polimerlar ishlab chiqarish yo‘nalishlarini yagona texnologik zanjir doirasida yoritishdan iborat. Material sifatida tabiiy gazning asosiy komponenti bo‘lgan metan, bug‘li konversiya, suv-gaz konversiyasi, gaz aralashmalarini tozalash, olefinlar olish va polimerlash bosqichlariga oid texnologik ma’lumotlar umumlashtirildi. Tahlil jarayonida vodorod ishlab chiqarish uchun metanning suv bug‘i bilan reaksiyasi, uglerod oksidining qo‘shimcha vodorodga aylantirilishi hamda hosil bo‘lgan gaz aralashmasidan vodorodni ajratish bosqichlari ko‘rib chiqildi. Polimerlar olish yo‘nalishida esa tabiiy gazdan sintez-gaz va metanol olish, metanolni olefinlarga aylantirish, shuningdek, alkanlarni degidrogenlash orqali etilen va propilen kabi monomerlarni tayyorlash masalalari bayon etildi. Natijalar ushbu yo‘nalishlar xomashyo resurslaridan kompleks foydalanish imkonini berishini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, bug‘li konversiya va boshqa yuqori haroratli jarayonlarda karbonat angidrid hosil bo‘lishi ekologik muammo sifatida qayd etildi. Uglerodni tutib qolish, katalizatorlar samaradorligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish tabiiy gazni chuqur qayta ishlashning muhim shartlari sifatida xulosa qilindi.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz, metan, vodorod, bug‘li konversiya, sintez-gaz, olefinlar, polimerlar, katalizator, uglerodni tutib qolish.

Аннотация. Цель статьи — обобщить технологические направления получения водорода и полимеров из природного газа в рамках взаимосвязанной схемы химической переработки. В качестве исходного материала рассмотрены сведения о метане как основном компоненте природного газа, паровой конверсии, конверсии оксида углерода водяным паром, очистке газовых смесей, получении олефинов и полимеризации. Для производства водорода описаны взаимодействие метана с водяным паром, дополнительное образование водорода при конверсии оксида углерода и последующее отделение водорода от примесей. В направлении полимерного производства рассмотрены получение синтез-газа и метанола, превращение метанола в олефины, а также дегидрирование алканов для получения мономеров, включая этилен и пропилен. Обобщение показывает, что интеграция этих процессов позволяет комплексно использовать углеводородное сырьё и расширять ассортимент продукции

газохимии. Одновременно отмечено, что высокотемпературные процессы сопровождаются образованием углекислого газа и требуют экологически ориентированной модернизации. В качестве основных направлений повышения эффективности выделены улавливание углерода, совершенствование катализаторов и снижение энергозатрат.
Ключевые слова: природный газ, метан, водород, паровая конверсия, синтез-газ, олефины, полимеры, катализатор, улавливание углерода.

Abstract. The aim of this article is to present hydrogen and polymer production from natural gas as connected pathways within an integrated chemical-processing chain. The reviewed material covers methane, steam reforming, the water-gas shift reaction, gas purification, olefin production, and polymerization. For hydrogen production, the main stages include reacting methane with steam, converting carbon monoxide to obtain additional hydrogen, and separating hydrogen from the resulting gas mixture. For polymer production, the discussion focuses on producing synthesis gas and methanol, converting methanol into olefins, and dehydrogenating alkanes to obtain monomers such as ethylene and propylene. The synthesis of these pathways indicates that natural gas can serve as feedstock for both energy-related and material-related products, supporting a more comprehensive use of hydrocarbon resources. However, high-temperature conversion processes can generate carbon dioxide and therefore require environmental controls. Carbon capture, improved catalyst performance, process integration, and lower energy consumption are identified as important measures for improving the environmental and technological performance of natural-gas processing.
Keywords: natural gas, methane, hydrogen, steam reforming, synthesis gas, olefins, polymers, catalyst, carbon capture.

Kirish. Tabiiy gaz kimyo sanoati uchun muhim uglevodorod xomashyosi bo‘lib, undan nafaqat yoqilg‘i, balki vodorod, sintez-gaz, metanol, olefinlar va turli polimer materiallar ishlab chiqarishda ham foydalaniladi. Bunday mahsulotlar energetika, transport, qurilish, qadoqlash va boshqa tarmoqlarda keng qo‘llanadi. Tabiiy gazni chuqur qayta ishlashning texnologik ahamiyati xomashyo tarkibidagi metanni yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotlarga aylantirish bilan belgilanadi.

Vodorod olish va polimer sintezi bir-biridan farqli yakuniy maqsadlarga ega bo‘lsa-da, ular ayrim umumiy bosqichlarga tayanadi. Xususan, metanni bug‘ bilan konversiyalash sintez-gaz hosil qiladi; sintez-gaz esa vodorod ajratib olish yoki metanol ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin. Metanolni olefinlarga aylantirish orqali polimerlar uchun zarur monomerlarni olish mumkin. Shu sababli jarayonlarni yagona gaz-kimyo majmuasi sifatida ko‘rib chiqish xomashyo va energiya oqimlarini muvofiqlashtirishga yordam beradi.

Maqolaning maqsadi tabiiy gazdan vodorod va polimerlar olishning asosiy texnologik bosqichlarini umumlashtirish, ular orasidagi texnologik bog‘liqlikni ko‘rsatish hamda ekologik samaradorlikni oshirishga qaratilgan yondashuvlarni bayon etishdan iborat.

Materiallar va usullar. Maqolani tayyorlashda taqdim etilgan ilmiy maqolalarda bayon qilingan tabiiy gazdan vodorod ishlab chiqarish hamda tabiiy gaz asosida polimerlar olish jarayonlariga oid ma’lumotlar mazmunan birlashtirildi va ilmiy uslubda qayta ifodalandi. Texnologik tavsiflar jarayonlar ketma-ketligi, asosiy kimyoviy reaksiyalar, oraliq mahsulotlar va ekologik omillar bo‘yicha tizimlashtirildi. Maqolada yangi laboratoriya tajribalari o‘tkazilgani yoki mustaqil miqdoriy natijalar olingani da’vo qilinmaydi.

Vodorod ishlab chiqarishning asosiy reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$. Keyingi suv-gaz konversiyasi bosqichida $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ reaksiyasi sodir bo‘lib, vodorod chiqishi ortadi. Gaz aralashmasidan vodorod adsorbsiya, membranali ajratish yoki eritmalarda yuttirish kabi usullar yordamida tozalanishi mumkin. Polimerlar olish yo‘nalishida esa metanoldan olefinlar olish va alkanlarni degidrogenlash jarayonlari monomerlar manbai sifatida qaraladi.

Yo‘nalish	Asosiy bosqichlar	Yakuniy mahsulot yoki vazifa

Vodorod ishlab chiqarish	Bug‘li konversiya; suv-gaz konversiyasi; gazni tozalash	Tozalangan vodorod
Polimerlar uchun monomerlar	Metanol sintezi va MTO; alkanlarni degidrogenlash	Etilen, propilen va boshqa olefinlar
Polimerlash	Radikal, katalitik yoki koordinatsion polimerlash	Polietilen, polipropilen va boshqa polimerlar
Ekologik nazorat	CO_2 ni ajratish va tutib qolish; energiya sarfini kamaytirish	Emissiyalarni pasaytirish va resurslardan oqilona foydalanish

1-jadval. Tabiiy gazni qayta ishlashdagi asosiy yo‘nalishlar

Natijalar va muhokama. Bug‘li konversiya tabiiy gazdan vodorod olishning asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Jarayonda metan yuqori haroratda suv bug‘i bilan katalizator ishtirokida reaksiyaga kirishib, vodorod va uglerod oksidini hosil qiladi. Keyingi konversiya bosqichi uglerod oksidining bir qismini karbonat angidridga aylantirib, qo‘shimcha vodorod hosil bo‘lishini ta’minlaydi. Yakuniy mahsulot sifatini belgilovchi muhim operatsiya gaz aralashmasidagi CO_2, CO va boshqa aralashmalarni ajratishdan iborat. Tanlangan tozalash usuli vodorodning talab etilgan tozaligi va qurilmaning texnologik xususiyatlariga bog‘liq.

Tabiiy gaz asosida polimer ishlab chiqarish uchun, avvalo, polimerlanishga qodir kichik molekulali birikmalar — monomerlar olinadi. Propan kabi alkanlarni degidrogenlash propilen hosil bo‘lishiga olib keladi. Metandan sintez-gaz va undan metanol olish, keyinchalik metanolni katalitik o‘zgartirish orqali etilen va propilen singari olefinlarni hosil qilish ham muhim yo‘nalishdir. Olingan monomerlar tegishli polimerlash usullarida yuqori molekulyar birikmalarga aylantiriladi. Masalan, etilen polietilen, propilen esa polipropilen ishlab chiqarishda asosiy xomashyo hisoblanadi.

Vodorod va polimer ishlab chiqarish zanjirlarini muvofiqlashtirish gaz-kimyo korxonalarida mahsulot turlarini kengaytirishi mumkin. Biroq bunday integratsiya texnologik jihatdan avtomatik ravishda ekologik ustunlikni anglatmaydi: yuqori harorat talab qiluvchi jarayonlar energiya sarflaydi, uglevodorod xomashyosidan vodorod olishda esa CO_2 hosil bo‘lishi mumkin. Shuning uchun jarayonlarni baholashda faqat mahsulot chiqimi emas, balki issiqlikdan foydalanish, katalizatorning barqarorligi, gaz yo‘qotishlari va chiqindilarni boshqarish ko‘rsatkichlari ham hisobga olinishi lozim.

1-rasm

Tabiiy gazdan vodorod va polimerlar olishning umumlashtirilgan texnologik zanjiri

Tabiiy gaz (metan)	**Bug‘li konversiya**	**Sintez-gaz ($CO + H_2$)**	**Ajratish va konversiya**	**Tozalangan vodorod**
Tabiiy gaz	**Sintez-gaz va metanol sintezi**	**Metanol yoki alkanlar**	**Olefinlar (etilen, propilen)**	**Polimerlash: PE, PP**

Jarayonlar orasidagi muhim bog‘liqlik shundaki, sintez-gaz vodorod olish zanjirida bevosita oraliq mahsulot bo‘lsa, metanol sintezi orqali polimerlar uchun monomerlar olish yo‘nalishiga ham xizmat qilishi mumkin. Amaliy loyihalarda oqimlarning birlashtirilishi xomashyo tarkibi, mahsulotga bo‘lgan talab, issiqlik balansi va qurilmalarning ishlash sharoitlari asosida belgilanadi.

Ekologik samaradorlikni oshirish uchun karbonat angidridni tutib qolish va saqlash texnologiyalarini joriy etish, issiqlikni qayta ishlatish, katalizatorlarning faolligi va selektivligini yaxshilash, shuningdek, texnologik gazlarning sizib chiqishini kamaytirish muhimdir. Vodorod ishlab chiqarishdagi uglerod izini baholashda tabiiy gazni qazib olish va tashish bosqichlaridagi metan chiqindilarini ham hisobga olish kerak. Uzoq muddatli istiqbolda tabiiy gazga asoslangan jarayonlarni qayta tiklanuvchi energiya bilan birgalikda ishlatish va muqobil vodorod olish usullari bilan taqqoslash maqsadga muvofiq.

Jarayon	**Muhim texnologik omillar**	**Nazorat va takomillashtirish yo‘li**
Bug‘li konversiya	Harorat, bug‘/metan nisbati, katalizator faolligi	Issiqlikni qayta tiklash, katalizatorni optimallashtirish
Vodorodni ajratish	Gaz tarkibi, tozalik talabi, ajratish usuli	Adsorbsiya yoki membranali ajratishni mos tanlash

Olefinlar olish	Xomashyo tarkibi, katalizator, selektivlik	Keraksiz yon mahsulotlar va energiya sarfini kamaytirish
Polimerlash	Monomer tozaligi, katalizator, reaksiya sharoiti	Mahsulot xossalarini barqarorlashtirish
CO_2 ni boshqarish	Hosil bo‘ladigan CO_2 miqdori va oqim tarkibi	Tutib qolish, saqlash yoki qayta foydalanish imkoniyatlarini baholash

2-jadval. Asosiy jarayonlar, nazorat qilinadigan omillar va ekologik jihatlar

Xulosa. Tabiiy gazdan vodorod va polimerlar olish jarayonlari gaz-kimyo sanoatining o‘zaro bog‘liq ikki muhim yo‘nalishidir. Metanning bug‘li konversiyasi vodorod va sintez-gaz olishga imkon beradi; sintez-gaz va metanol esa olefinlar ishlab chiqarish zanjirida oraliq mahsulot bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Alkanlarni degidrogenlash va olefinlarni polimerlash polietilen, polipropilen kabi talab yuqori bo‘lgan materiallarni olishning muhim bosqichlaridir.

Texnologik samaradorlikni oshirish uchun xomashyo va energiya oqimlarini uyg‘unlashtirish, katalizatorlarni takomillashtirish, gazlarni samarali tozalash hamda issiqlikni qayta ishlatish zarur. Shu bilan birga, tabiiy gazni qayta ishlashda CO_2 hosil bo‘lishi va metan chiqindilari ekologik baholashning ajralmas qismi bo‘lishi kerak. Uglerodni tutib qolish va chiqindilarni kamaytirish choralarini ishlab chiqarish zanjiriga kiritish tabiiy gazdan olinadigan mahsulotlarning ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Мырадова А., Гурбанов Г., Ёллыева М., Акмаммедова Г. Технологии получения полимеров из природного газа. Международный научный журнал «Символ науки». 2024. № 10-2-2.
2. Мырадова А., Гаиров А., Арсланова С., Мырадова О. Производство водорода из природного газа. Международный научный журнал «Символ науки». 2024. № 10-1-2.
3. Иванов И. П. Технологии преобразования углеводородов. Москва: Химия, 2019.
4. Сидоров В. Н. Каталитические процессы в нефтехимии. Санкт-Петербург: Наука, 2018.
5. Liu G., Zhang L. Hydrogen production from natural gas: A review of recent advances. Energy Reports. 2021. Vol. 7.

SUV BOSTIRISH QO‘LLANILADIGAN KONLARNI ISHLATISH TIZIMLARI

S.S.Djabborov
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: jabborov4446@gmail.com

Abstract. This article examines mining systems involving the application of water flooding, focusing on their technological characteristics and operational efficiency. It discusses the importance of water flooding in mining operations, its influence on the physical and mechanical properties of rock masses, and its effects on the stability of mine workings. The article also analyzes the selection and effective organization of water flooding systems, as well as technical solutions aimed at improving mining safety. The proper application of this method can contribute to more efficient mine operations, reduced operational risks, and improved productivity in mineral extraction.

Keywords: water flooding, mining systems, mineral resources, mining engineering, rock masses, mine workings, extraction technology, mining safety, hydraulic methods.

Аннотация. В данной статье рассматриваются системы разработки месторождений с применением метода затопления, их технологические особенности и эффективность использования. Освещается значение затопления в горнодобывающей промышленности, его влияние на физико-механические свойства горных пород и устойчивость горных выработок. Также анализируются вопросы выбора систем затопления, их рациональной организации и применения технических решений, направленных на повышение безопасности горных работ.

Правильное применение данного метода способствует повышению эффективности разработки месторождений, снижению производственных рисков и улучшению организации добычных процессов.

Ключевые слова: затопление, системы разработки месторождений, полезные ископаемые, горное дело, горные породы, горные выработки, технология добычи, безопасность горных работ, гидротехнические методы.

Annotatsiya. Ushbu maqolada suv bostirish usuli qo‘llaniladigan konlarni ishlatish tizimlari, ularning texnologik xususiyatlari va qo‘llanilish samaradorligi yoritilgan. Suv bostirish usulining konchilik amaliyotidagi ahamiyati, foydali qazilmalarni qazib olish jarayonida tog‘ jinslarining fizik-mexanik xususiyatlariga ta’siri hamda kon lahimlarining barqarorligini ta’minlash masalalari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, suv bostirish tizimlarini tanlash, ularni samarali tashkil etish va kon ishlarining xavfsizligini oshirishga qaratilgan texnik yechimlar tahlil qilingan. Mazkur usulni to‘g‘ri qo‘llash kon ishlarini samarali tashkil etish, qazib olish jarayonida yuzaga keladigan xavflarni kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: suv bostirish, konlarni ishlatish tizimi, foydali qazilmalar, konchilik, tog‘ jinslari, kon lahimlari, qazib olish texnologiyasi, kon xavfsizligi, gidrotexnik usullar.

Kirish. Uyumlarni ishlatish tizimlari quduqlarning joylashishi va neftni harakatlantirishda foydalaniladigan energiyaning turiga ko‘ra sinflanadi.

Quduqlarni joylashtirish. Quduqlarni joylashtirish deganda quduqlarni joylashtirilish to‘ri va quduqlar orasidagi masofa (to‘rning zichligi), quduqlarni ishga tushirish ko‘rsatgichi va tartibi tushuniladi. Ishlatish tizimlari quyidagilarga bo‘linadi: quduqlarni bir tekis to‘r bo‘ylab joylashtirish va quduqlarni notekis to‘r bo‘ylab joylashtirish (asosan qator qilib).

Quduqlarni bir tekis to‘r bo‘ylab foylashtirish bo‘yicha ishlatish tizimlari quyidagicha farqlanadi: to‘rlar shakli bo‘yicha; to‘rlar zichligi bo‘yicha; quduqlarni ishga tushirish ko‘rsatgichi bo‘yicha; quduqlarni bir-biriga nisbatan va uyumning tuzilmali elementlariga nisbatan ishga tushirilish tartibi bo‘yicha. To‘rlar shakliga ko‘ra kvadrat va uchburchak (oltiburchak) bo‘ladi. Uchburchakli to‘rda to‘rtburchakli to‘rga nisbatan quduqlar orasidagi masofa bir xil bo‘lgan holda maydonda quduqlar 15,5 % ga ko‘proq joylashtiriladi.

To‘rlar zichligi **deganda neftli maydonning** qazib chiqaruvchi quduqlar soniga nisbati tushuniladi. Tadqiqotchilar ko‘pincha quduqlar to‘ri zichligi tushunchasiga turli xil tarkiblarni kiritadilar:

uyumning faqatgina burg‘ilangan qismi maydonini kiritadilar;

quduqlar soni ulardan olinadigan neftning turli umumiy qiymatlari bilan cheklanadi;

hisobga haydovchi quduqlarni qo‘shadi yoki qo‘shmaydi; ishlatish jarayonida quduqlar soni sezilarlicha o‘zgaradi, bosimli rejimlarda neftli maydonlar qisqaradi, bu esa turlicha hisobga olinadi va h.k.

Ba’zida quduqlarni zichlashtirish kichik, o‘rta va katta darajalarga ajratiladi. Bu tushunchalar turli xil neft sanoati hududlari va neft sanoatini rivojlantirishning turli davrlari uchun g‘oyat shartli va turli xildir. Konni eng samarali ishlatilishini taminlovchi quduqlar to‘rining optimal zichligi muammosi neft sanoatini rivojlantirishning barcha bosqichlarida eng muhim bo‘lib kelgan.

Avvallari quduqlar to‘ri zichligi 10^4/qud. (quduqlar orasidagi masofa 100 m) dan (4-9) /104/qud. gacha o‘zgargan, 40-yillarning oxiri 50-yillarning boshlaridan zichligi (30-60)/ $10^4 m^2$/qud. bo‘lgan quduqlar to‘rlariga o‘tilgan. Interferensiya va bir turli qatlamdan neftni suv yordamida siqib chiqarish jarayonini soddalashtirilgan sxemalashtirish nazariyalaridan kelib chiqib, neft quduqlarini suv bosimi rejimida ishlatishda quduqlar soni neftni qazib chiqarishga jiddiy ta’sir etmaydi deb hisoblangan.

Ishlatish amaliyoti va davomli tadqiqotlar bilan shu narsa aniqlanganki, bir turli bo‘lmagan real qatlamlarda quduqlar to‘ri zichligi *neftni qazib chiqarishga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi.* Mahsuldor qatlam qanchalik ko‘p har xil va uzuq-uzuq, kollektorlarning litologik xossalari yomon, qatlam sharoitlarida neftning qovushqoqligi yuqori, boshlang‘ich neftning ko‘proq qismi suv-neft va gaz osti

hududlariga to‘g‘ri kelgan bo‘lsa, bu ta’sir shunchalik katta bo‘ladi. Bir turli bo‘lmagan linzovid qatlamlarda quduqlar to‘rini zichlashtirish, ayniqsa quduqlarni turli xil linza va ekranlarga nisbatan muvaffaqiyatli joylashtirishda neftbera oluvchanlikni jiddiy oshiradi. Quduqlar zichligi (25—30)/$10^4$$m^2$/qud bo‘lgan diapazonlarda to‘rlar zichligi eng ko‘p ta’sir ko‘rsatadi. To‘r zichligi (25—30)/ $10^4$$m^2$/quduqdan kam diapazonlarda ta’sir kuzatilsa ham, u ta’sir siyrak to‘rlarniki kabi jiddiy emas. Har bir muayyan holatlarda to‘rlar zichligini tanlash aniq sharoitlarni hisobga olgan holda belgilanishi kerak [17,20].

Mamlakatimizda bir turli bo‘lmagan qatlamlarni suv bostirishga qamram olish, oxirgi neftberaoluvchanlikni oshirish va neft qazib olishni barqarorlashtirish maqsadida dastlab siyrak to‘rli quduqlarni va undan so‘ng ularni tanlab zichlashtiriladigan ikki bosqichli burg‘ilash qo‘llanilgan. Birinchi bosqichda kichik to‘r zichligida qazib oluvchi va haydovchi quduqlarning asosiy fondlari burg‘ilanadi. Quduqlarning asosiy fondini burg‘ilash va tadqiq qilish malumotlari bo‘yicha bir turli bo‘lmagan obyektning geologik tuzilishi aniqlashtiriladi va buning natijasida zaxira quduqlari deb nomlanuvchi ikkinchi bosqichida burg‘ilanib quduqlar to‘ri zichligi o‘zgartirilishi mumkin. Zaxira quduqlari ularning joylashish chegarasida asosiy fond quduqlari bilan ishlatilmagan alohida linzalar, siqib chiqarish hududi va sust hududlarni ishlatishga qamrab olish maqsadida qazish nazarda tutiladi.

Zaxira quduqlari soni qatlamlarning xarakteri va bir turli bo‘lmaganligi (ularning uzukliligi), quduqlar to‘ri zichligi, neft va suvning zichliklari nisbati va h.k.larni hisobga olib asoslanadi. Zaxira quduqlari soni quduqlar asosiy fondining 30 % ni tashkil qilishi mumkin. Ularni joylashtirish o‘rinlarini ishga tushirishning eng boshlang‘ich muddatlarida rejalashtirish kerak bo‘ladi. Shuni qayd etamizki, eskirganligi yoki texnik sabablarga ko‘ra haqiqiy likvidatsiya qilingan quduqlarni almashtirish uchun fondning 10 - 20 % igacha tashkil qiluvchi dublyor-quduqlar soniga asoslanish talab etiladi.

Quduqlarni ishga tushirish tempi bo‘yicha uyuumlarni bir vaqtda («yoppasiga» deb ham ataladi) *va sekinlashtirilgan ishga tushirish tizimlariga* ajratish mumkin. Birinchi holatda quduqlarni ishga tushirish tez – barcha quduqlar obyektni ishlatishning birinchi bir – uch yilida deyarli bir vaqtda ishga tushiriladi. Ishga tushirishning katta muddatlarida tizim sekinlashgan deb atalib, quduqlarni ketma-ketlikda ishga tushirilishiga ko‘ra quyuqlashuvchi va sudraluvchi tizimlarga ajratiladi.

Quyuqlashuvchi tizimlarni murakkab geologik tuzilishli obyektlardi qo‘llash maqsadga muvofiqdir. U ikki bosqichli burg‘ilash prinsipiga mos keladi. Qatlam tuzilishiga nisbatan mo‘ljallangan sudraluvchi tizim quyidagilarga bo‘linadi: a) tushishiga ko‘ra past; b) ko‘tarigishiga ko‘ra yuqori; v) tarqalishiga ko‘ra. Mamlakatimiz katta konlarini ishlatish amaliyotida sudraluvchi va quyuqlashuvchi ishlatish tizimlari kompleks ravishda qo‘shiladi. Faqatgina qiyin tabiiy (ko‘lmak va botqoq) va geologik sharoitlar Samotlorsk konida sudraluvchi tizimni ishlatishni belgilab bergan.

Quduqlarni bir tekis to‘r bo‘yicha joylashtirib ishlatish tizimlari qatlamlarning harakatsiz konturli ish rejimlarida (aralash gaz rejimi, gravitatsion rejim), ya’ni qatlam energiyasining maydon bo‘ylab bir tekis taqsimlanganida maqsadga muvofiq hisoblanadi. MDH davlatlarida Azarbayjon, Turkmaniston, G‘arbiy Ukraina, Shimoliy Kavkaz va b.larining ko‘pchilik ishlatish obyektlarini uchburchakli to‘r bo‘yicha burg‘ilangan.

Notekis to‘r bo‘yicha quduqlarni joylashtirib ishlatish tizimlari analogik ravishda quyidagilarga ajratiladi: to‘rlar zichligi bo‘yicha; quduqlarni ishga tushirish ko‘rsatgichi bo‘yicha (quduqlar qatorini ishga tushirish – bir, ikki, uch qator ishlaydi); quduqlarni ishga tushirish tartibi bo‘yicha. Ular qo‘shimcha ravishda quyidagilarga ajratiladi: qatorlar shakli bo‘yicha – yopiq bo‘lmagan qatorlar va yopiq (halqali) qatorlar; qatorlar va quduqlarning o‘zaro joylashuvi bo‘yicha – qatorlarda va maydonning markaziy zich qismlarida qatorlar orasida va quduqlar orasida masofaning saqlanishi bilan.

Bunaqa tizimlardan harakatlanuvchi konturli qatlamlar ish rejimlarida (suvli-, gaz bosimli, bosimli-gravitatsion va aralash rejimlar) keng foydalanilgan. Bunda quduqlarni boshlang‘ich neftga to‘yingan konturda parallel qatorlarda joylashtirilgan. Bunday tizimlar birinchi 1930 yillarda Novogroynensk, so‘ngra Tuymazinsk (qatorlar orasi 500 m va quduqlar orasi 400 m bo‘lgan masofada 20 • $10^4$$m^2$/qud), Ромашкинск (60*$10^4$$m^2$/qud — 1000 m-600 m), Ust-Balkinsk (42-

$10^4 m^2$/qud), Мегионск (64-$10^4 m^2$/qud), Самотлорск (64 •$10^4 m^2$/qud) va boshqa konlarda qo‘llashgan. Zamonaviy loyihalashda quduqlar orasidagi masofa deyarli har doim bir xil.

Foydalaniladigan energiya turi. Neftni harakatlantirishda foydalaniladigan turiga ko‘ra quyidagilarga ajratiladi: faqatgina qatlamning tabiiy energiyasidan foydalanilganda, neft uyumlarini tabiiy rejimlarda ishlatish tizimlari (ya’ni qatlam bosimini ko‘tarmasdan ishlatish tizimlari); qatlam energiyasi balansini suniy to‘ldirish yo‘li bilan rostlash usullari qo‘llanilganda, qatlam bosimini ko‘tarib ishlatish tizimlari. Qatlam energiyasi balansini rostlash usullariga muvofiq quyidagilarga bo‘linadi: Qatlamlarni suniy suv bostirib ishlatish tizimlari; qatlamga gaz haydab ishlatish tizimlari. Qatlamlarni suniy suv bostirish bilan ishlatish tizimlari quyidagi asosiy variantlar bo‘yicha amalga oshiriladi:

1. Kontur tashqarisidan suv bostirishda suv neftga to‘yingan kontur tashqarisida 100-1000 m masofalarda joylashgan bir necha haydovchi quduqlarga haydaladi. Uni uyum kengligi uncha katta bo‘lmagan, nisbatan yuqori gidroo‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan, mahsuldor qatlam qalinligi bo‘yicha kam taqsimlangan obyektlarda qo‘llaniladi. Sobiq SSSR tarixida (1948 y) birinchi bo‘lib, suv bostirish qo‘llanila boshlangan. Tuymazinsk koni (Bashkiriya), Bavlin konining Devonsk uyumi (Tatariston), Yarin-Kamenolojsk koni Yasnopolyansk uyumi (Perm viloyati) va b.lar misol bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Bu usul juda keng tarqalmadi.

2. Kontur yonidan suv bostirish, bunda haydovchi quduqlar neftga to‘yingan tashqi konturdan bevosita yaqinidagi suv-neft hududida joylashtiriladi. Uni suv-neft ajratmasida ajratuvchi effekt deb nomlangan hadisa kuzatilgan quduqlarda yoki kontur tashqi hududida qatlam o‘tkazuvchanligi past bo‘lganda kontur tashqarisidan suv bostirish o‘rnida qo‘llaniladi. Kontur tashqarisi va neftga to‘yingan qismning aloqasi suv-neft chegarasida neftning og‘ir fraksiyalarining oksidlanishi, yorilib buzilishlar, litologik ko‘chishlar va b.lar natijasida yomonlashishi mumkin. Kontur oldidan suv bostirish muvaffaqiyatli loyihalangan, masalan, Dmitrovsk koni qatlami bo‘ylab (Kuybishevsk vil).

3.Qatlam ichidan suv bostirish usuli asosan katta neftga to‘yingan maydonli (yuzlab kilometr kvadratli undan katta) obyektlarda qo‘llaniladi. Kontur tashqarisidan suv bostirishda ichki qatorlar ishini tashqi qatorlar bilan ekranlashtirish natijasida bir vaqtning o‘zida uchtadan ortiq qator ishlay olmaydi, shuning uchun foydalanilayotgan obyektning markaziy qismidan ham neft olishni ta’minlash uchun haydovchi quduqlarning bo‘luvchi qatorlari yordamida ishlatish maydonlari yoki bloklar deb nomlanuvchi alohida ishlatiluvchi hududlarga bo‘linadi. Kontur ichidan suv bostirish zarur hollarda kontur tashqarisidan yoki kontur yonidan suv bostirish usullari bilan qo‘shiladi. MDH davlatlarida quyidagi ko‘rinishdagi kontur ichidan suv bostirish usullari qo‘llaniladi: neft uyumini haydovchi quduqlar qatori yordamida alohida maydonlarga, mustaqil ishlatish bloklariga ajratish; jamlangan suv bostirish; o‘choqli suv bostirish; maydon bo‘ylab suv bostirish.

Uyumni alohida maydonlarga ajratib kontur ichidan suv bostirish tizimi katta suv-neft hududli platforma turidagi ulkan neft konlarida qo‘llaniladi. Katta suv-neft hududlari uyumning asosiy qismidan ajratiladi va ularni alohida tizimlar bo‘yicha ishga tushiriladi. Hajmi bo‘yicha o‘rta va katta bo‘lmagan uyumlarda haydovchi quduqlar qatori yordamida bloklarga ko‘ndalang ajratish qo‘llaniladi (blokli suv bostirish). Maydonlar va bloklar kengligi qovushqoqliklar va 3-4 km atrofida qatlamlar uzukliligi (litologik ko‘chishlar) nisbatlarini hisobga olgan holda tanlanadi, ular ichida ishlatish quduqlarining toq sonli qatorlari joylashtiriladi (5-7 tadan ko‘p bo‘lmagan). Alohida maydonlar va bloklarga ajratish Romashkin (Tatariston 23 maydoni), Arlan (Bashkiriya), Muxanov (Kuybishev vil.), Osin (Perm vil.), Pokrov (Orenburg vil.), Uzen (Qozog‘iston), Pravda, Mamont, G‘arbiy-Surgut, Samotlor (G‘arbiy Sibir) va boshqa konlarda qo‘llanilgan. 60-yillar boshlaridan doshlab Kuybishev viloyati konlarida va undan so‘ng G‘arbiy Sibirda ikkita haydovchi qatorlar orasida 3-5 qatordan ko‘p bo‘lmagan ishlatish quduqlari joylashtiriladigan faol (intensiv) tizim deb nomlanuvchi blokli suv bostirish tizimlaridan keng foydalanila boshlangan. Blokli izimni takomillashtirilish suv oqimi yo‘nalishini davriy o‘zgartiriladigan blokli-kvadrat tizimlari bo‘lishi mumkin.

Neft qovushqoqligi katta bo‘lmaganda (3-5 mPa • s gacha) nisbatan bir xil tuzilishga ega qatlamli obyektlar uchun bloklar kengligi 3,5-4 km gacha bo‘lgan kamroq faol suv bostirish tizimlari

bo‘lishi mumkin. Yomon sharoitlar uchun esa tizimlar faolligi oshirilishi, bloklar kengligi esa 2-3 km va undan ham kamroqqacha qisqartirilishi kerak. Mahsuldorligi 500 t/(kun-MPa) yuqori bo‘lgan bir xilli qatlamlarda beshqatorli tizimlar, mahsuldorligi 5-10 t/(kun-MPa)gacha bo‘lganda esa uchqatorli tizimlar o‘zini oqlagan (B. T. Baishevu va b. bo‘yicha).

Gumbazli (svodovom) suv bostirishda haydovchi quduqlar qatori tuzilma gumbazida yoki uning yaqinida joylashtiriladi. Agar quduqlar hajmi optimaldan oshsa bu suv bostiriz kontur tashqarisidan suv bostirish bilan qo‘shiladi. Gumbazli suv bostirish quyidagilarga bo‘linadi:

a) *o‘qli* (haydovchi quduqlar tuzilma o‘qi bo‘ylab joylashtiriladi – Krasnodar o‘lkasidagi Novodmitriyev konining kumskiy gorizonti, G‘arbiy Sibirdagi Ust-Balik konining A guruhi qatlamlari);

b) *halqali* (uyumning tahminan 0,4 radiusiga teng bo‘lgan radiusli haydovchi quduqlarning halqali qatori uyumni markaziy va halqali maydonlarga ajratadi – Romashkin konining Minnibayev maydoni);

d) *markaziy* suv bostirish halqali suv bostirishning boshqa ko‘rinishidir (200-300 m radiusli aylana bo‘ylab 4-6 haydovchi quduq joylashtiriladi, barchasining ichida esa bir yoki bir nechta ishlatish quduqlari mavjud bo‘ladi).

Adabiyotlar royxati:

1.Akramov B.Sh., Umedov Sh.X. «Neft qazib olish boyicha ma’lumotnoma”, Toshkent, “Fan va texnologiya” -2010, 368 bet.

2.Akramov B.Sh., Sidiqxo’jaev R.K. “Neft va gaz ishi asoslari”, Toshkent, TDTU-2003. 203 bet.

3.Akramov B.Sh., Haitov O.G. Neft va gaz mahsulotlarini yig‘ish va tayyorlash. Darslik. – T.: “Ilm-Ziyo”,2003.

4.Алъкишин А.И., “Эксплуатация нефтяных и газовых скажин”, Москва, Недра – 1989, 360 стр.

5.Амиров А.Д., Овнатанов С.Т., Яшин А.С. “Капиталъный ремонт нефтяных и газовых скважин”, Москва, Недра – 1975 г. 344 стр.

6.Анализ состояния разработки нефтегазоконденсатного месторождения Крук и выдача рекомендаций по стабилизации добычи нефти: Отчет о НИР / ОАО “ЎЗЛИТИНЕФТГАЗ”; Ответсвенний исполнителъ Шахназаров Г.А. – Тошкент, 2009.

7.Антонова Э.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. “Основы нефтегазового дела”, Учебник для вузов, Москва, ООО “Недра-Бизнесцентр”-2003. 307 стр.

8.Басниев К.С., Кочина В.М., Максимов В.М. “Подземная гидромеханика”, Москва, Недра – 1998 г.

9. Бекиров Т.М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов. М.: Недра, 1980.-193 с.

10. Бобрицкий Н.В. Основы нефтяной и газовой промышленности, М.: Недра, 1988.

MAHSULDOR QATLAMDA KOLLEKTORLARNI YUVUVCHI SUYUQLIKNING TA’SIRIDA BERKILIB QOLISHI

S.S.Djabborov

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: jabborov4446@gmail.com

Abstract. This article examines the causes and consequences of plugging in productive reservoir formations caused by drilling fluids during the drilling and completion of oil and gas wells. It analyzes the invasion of solid particles into reservoir pores and channels, clay mineral swelling, interactions between drilling fluid filtrate and reservoir rocks, and the resulting reduction in

permeability. Particular attention is paid to methods for preserving the natural filtration properties of reservoir rocks, minimizing formation damage, and improving well productivity. The article emphasizes the importance of selecting drilling fluids according to the geological, physical, and chemical characteristics of the productive formation in order to minimize adverse effects on reservoir properties and ensure efficient hydrocarbon production.
Keywords: productive formation, reservoir rock, drilling fluid, formation plugging, porosity, permeability, filtrate, clay minerals, formation damage, well productivity.

Аннотация. В данной статье рассматриваются причины и последствия кольматации коллекторов продуктивного пласта под воздействием промывочной жидкости при бурении и освоении нефтяных и газовых скважин. Анализируются проникновение твёрдых частиц промывочной жидкости в поры и каналы пласта, набухание глинистых минералов, взаимодействие фильтрата с породой и снижение проницаемости пористой среды. Особое внимание уделяется методам сохранения естественных фильтрационных свойств коллектора, снижению повреждения призабойной зоны пласта и повышению продуктивности скважин. Обосновывается необходимость выбора промывочной жидкости с учётом геолого-физических и физико-химических характеристик продуктивного пласта для минимизации негативного воздействия на его коллекторские свойства.
Ключевые слова: продуктивный пласт, коллектор, промывочная жидкость, кольматация пласта, пористость, проницаемость, фильтрат, глинистые минералы, повреждение пласта, продуктивность скважины.

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz quduqlarini burg‘ilash hamda o‘zlashtirish jarayonida mahsuldor qatlam kollektorlarining yuvuvchi suyuqlik ta’sirida berkilib qolish sabablari va oqibatlari yoritilgan. Yuvuvchi suyuqlik tarkibidagi qattiq zarrachalarning qatlam g‘ovaklari va kanallariga kirib borishi, gil zarrachalarining bo‘kishi, filtratning qatlam bilan o‘zaro ta’siri hamda g‘ovak muhit o‘tkazuvchanligining pasayishi kabi omillar tahlil qilingan. Shuningdek, kollektorlarning tabiiy filtratsion xususiyatlarini saqlash, qatlamning shikastlanishini kamaytirish va quduq mahsuldorligini oshirishga qaratilgan samarali texnologik usullar ko‘rib chiqilgan. Maqolada yuvuvchi suyuqlikning fizik-kimyoviy xususiyatlarini mahsuldor qatlam sharoitlariga mos tanlash hamda qatlamga salbiy ta’sirni kamaytirishning ahamiyati asoslab berilgan.
Kalit so‘zlar: mahsuldor qatlam, kollektor, yuvuvchi suyuqlik, qatlamning berkilib qolishi, g‘ovaklik, o‘tkazuvchanlik, filtrat, gil zarrachalari, qatlamning shikastlanishi, quduq mahsuldorligi.

Kirish. Gaz va neft quduqlarini burg‘ilashdan maqsad neft va gazli qatlamlarni ochishdir. Quduqlar burg‘ilangandan so‘ng neft va gaz mahsulotlari olinmasa yoki kerak miqdordagi zaxirasiga ega bo‘lmasa, sarf qilingan mablag‘lar qoplanmaydi. Natijaviy ishlarning samarasi oqim kattaligi, quduqni o‘zlashtirishning davomiyligi, yuvish aralashmalarini burg‘ilash uchun ishlatilgan uskunalarni sifati, mahsuldor qatlamga kirish va sifatli tugallash bilan baholanadi.

Ko‘p yillik kuzatish va qidiruv ishlari shuni ko‘rsatadiki, quduqlarni o‘zlashtirish davomiyligi, jarayonning murakkabligi, neft va gaz oqimi debiti, burg‘ilash uskunalarining ish samarasi, yuvish aralashmalarining sifatiga bog‘liq ekan [2,6,51].

Ko‘p holatlarda tezlikda suv yordamida burg‘ilangan quduqlarga nisbatan, sifatli loyli aralashmalar bilan burg‘ilangan quduqlarning sifati, neft va gazberuvchanligining yuqoriligi, kam mehnat sarflanishi bilan ajralib turadi.

Burg‘ilashda yuvish aralashmalarining tez-tez gazlanishi yoki qatlamdan neft paydo bo‘lishlari kuzatiladi. Quduqlarni mustahkamlash, quvurlarni tushirish va sementlash natijasida gaz oqimlarini (yoki neft) olib bo‘lmay qoladi.

Quduqlarni sinash paytida neft yoki gaz oqimlarini kuchli chiqishi kuzatiladi. Bunday quduqlarni vaqtinchalik loyli aralashma bilan berkitib qo‘yib, keyinchalik burg‘ilanganda neft yoki gaz debiti kamayib ketganligi kuzatiladi. Ba’zan umuman o‘zlashtirib bo‘lmaydi.

Masalan: Gazli shahridagi quduqlarni biri burg‘ilanganda 13 m3 loyli aralashma, zichligi 1300 kg/m3, qovushqoqligi SPV-5 bo‘yicha 45 sekund, suv berishi 30 minutda 10 sm3, 4 sutka to‘xtatib qo‘yilgan. Quduq yana burg‘ilash davom ettirilganda gazning debiti 575 ming m3/kundan 305 ming m3/kunga tushib qolgan.

Mahsuldor qatlam yuvish aralashmalari bilan burg‘ilanganda, undan suyuqlik fazasi ajralib chiqadi. Qatlamdagi filtrat qancha katta bo‘lsa, yuvish-aralashmasini suv berishi, qatlamni burg‘ilash davomiyligi uzoq davom etadi. Bosim sakrashi, halqa fazasiga oqim haydash aralashma harorati yuqori, mustahkamlash tizmasi bilan quduq devori orasidagi faza shunchalik kichik bo‘ladi.

Mahsuldor qatlamga filtratning kirish radiusi bir necha metrni tashkil etadi. Filtrat bilan o‘zaro ta’sir qiladigan xususiyatga ega va sezgir holdagi bir necha turdagi loyli va boshqa turlardagi aralashmalar qatlamlarda mavjud bo‘lishi mumkin.

Agarda yuvuvchi aralashma sifatida suvli asosli aralashma qo‘llanilganda, uning filtrati mahsuldor qatlamlarga kirib borib, loyli zarrachalarni shishishiga, hajmining kattalashuviga, kanallarni yopib va o‘tkazuvchanligini kamaytirib qo‘yishi mumkin. Kimyoviy reagentlar esa mahsuldor qatlamlarga kirib, loyli zarrachalarni shishishining kuchaytirishi yoki kamaytirishi, neft va gazlarni boshlang‘ich o‘tkazmaslik holatini o‘zgartirib yuborishi mumkin.

Kaustik va kalsiylangan soda, natriy ftor, natriy selikat, fosforlar, gipanlar filtrat tarkibida 0,5÷1 % atrofida bo‘lganda, loyli zarrachalarning shishishini tezlashtiradi. Natriy silikati va ishqorlar 1 % dan yuqori bo‘lganda loyli aralashmaning shishishini tez oshiradi.

Loyli zarrachalarning shishishi natijasida o‘tkazuvchanlik darajasining yomonlashuvi, kollektordagi loyli fazaning tarkibi va mineralogik darajasiga bog‘liq bo‘ladi.

Yuvuvchi suyuqliklarni qatlamga kirib borishi bir qancha omillarga bog‘liqdir.

1.Ko‘pgina holatlarda quduqlarni burg‘ilash jarayonida ortiqcha bosim bo‘ladi. Agarda qatlam granulli kollektorlar ko‘rinishida bo‘lsa, ortiqcha bosim ko‘p holatlarda tarkibida tuz va kimyoviy reagentlar bo‘lgan dispers muhitdagi zarrachalari qisman quduq devorlarining chuqurligiga singib kirib kolmatatsiya zonasini hosil qiladi.

2.Kapillyar kuchlar ta’sirida suvli dispers muhit qatlamga chuqurroq kirib borib, quduqdan neftni siqib chiqaradi. Sirt taranglik kuchi ta’siri oshishi bilan kapillyar kuchni ta’siri oshadi, natijada suv chuqurroq kirib boradi. Suvning chuqur kirib borishi uchun yuvuvchi suyuqlikni kollektor kontakti va g‘ovaklik kanallarining o‘lchamlari kichrayadi.

3.Qatlam mineralligi yuvuvchi suyuqlik mineralligiga nisbatan kam bo‘lganda, dispers muhitni mahsuldor qatlamga massali kuchishi sodir bo‘ladi.

Ma’lumki, mahsuldor qatlamlarda hamma vaqt suvga sezgir bo‘lgan loyli va boshqa zarrachalar mavjud bo‘ladi. Bunday zarrachalar sizish suvlari ta’sirida shishadi, g‘ovaklik kanallarini bekitib qo‘yadi. Natriyli bentonitda boshqa loy jinslarga nisbatan chuchuk suvda ko‘proq shishadi.

Ustun atrofida suvning sizishi kuchayishi natijasida suvga tuyinganlik ko‘chayadi, g‘ovaklik kanallarida ikkita muhit shakllanadi (filtr+neft; filtr+gaz) yoki uch fazali muhit (filtr+neft+gaz). Ko‘p fazali muhit paydo bo‘lishi natijasida har bir fazaning kollektorlik o‘tkazuvchanligi mutloq o‘tkazuvchanlikdan kichik bo‘ladi.

Suvli filtratga qanchalik kuchli to‘yinsa, neft va gazni o‘tkazuvchanlik fazasi shuncha kichik bo‘ladi. Gidravlik yorilish natijasida kollektor chuqurroq ochiladi, dispers muhitga chuqurroq kirib boradi va o‘tkazuvchanlikni yomonlashtiradi.

Qatlamning kollektor o‘tkazuvchanligini yomonlashuviga yuvish suyuqliklarining ta’siri ostida qattiq juda mayda dispers fazalar katta g‘ovaklik va kichik yoriqlarni bekitib qo‘yadi. Eng ko‘p qattiq zarrachalar quduq devori yaqinida o‘tirib qoladi. O‘tkazuvchanlik (sizdiruvchanlik) xususiyatini yomonlashtiradi.

Jinslarning o‘tkazuvchanligi qanchalik katta bo‘lsa, shunchalik g‘ovaklik katta bo‘ladi. Shuning uchun kuchli o‘tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo‘lgan jinslar, kuchli darajada yuvish aralashmalarini qattiq zarrachalar bilan bekiladi. Masalan: qumoqsimon gruntlarning o‘tkazuvchanligi boshqa jinslarga nisbatan 10 marta yuqoridir.

Burg‘ilash jarayoni paytida mahsuldor qatlamlardagi mavjud yoriqlar atrofida gidravlik yorilish, ya’ni yuvish aralashmasining bosimi ta’sirida yangi yoriqlar paydo bo‘ladi. O‘tkazuvchanlik

xususiyatlarning pasayib ketish sabablaridan biri filtratni fizik-mexanik xossalarini qatlam suvlari va uglevodorod ta’sirida o‘zgarishidir.

Bunday ta’sir natijasida erimaydigan tuzlar cho‘kadi, asfalt-smolali moddalar va parafinlar, kanallar orqali suriladi va g‘ovaklikning bir qismini bekitadi.

Yuvish aralashmalari filtrati va qatlamning uglevodorodli aralashmalarining o‘zaro ta’sirida kuchli qovushqoq emulsiya hosil bo‘lib, o‘tkazuvchanlik pasayib ketadi. Har qanday neftli qatlamda bog‘langan suvlar mavjud bo‘lib, ular jips zarrachalar sirtida taqsimlangan bo‘ladi. Uglerodlar g‘ovaklikning o‘rta qismini to‘ldirgan holatda bo‘ladi.

Bunday aralashmalar har xil qovushqoqlikka ega bo‘lganligi sababli, g‘ovaklik orqali har xil tezlikda harakatlanadi: suv tezroq, neft esa sekinroq. Natijada ustun zonasida suv, neft emulsiyasi bilan qoplangan qatlam hosil bo‘ladi.

Har bir neft bilan qoplangan suv tomchilari mustahkam adsorbsiyali bug‘da hosil qilgan bo‘lib, bu bug‘lar tomchilarning bir-biri bilan yopishishiga xalaqit beradi va mustahkam emulsiyani uyg‘unlashtiradi.

Adabiyotlar royxati

1.Akramov B.Sh., Umedov Sh.X. «Neft qazib olish boyicha ma’lumotnoma”, Toshkent, “Fan va texnologiya” -2010, 368 bet.

2.Akramov B.Sh., Sidiqxo’jaev R.K. “Neft va gaz ishi asoslari”, Toshkent, TDTU-2003. 203 bet.

3.Akramov B.Sh., Haitov O.G. Neft va gaz mahsulotlarini yig‘ish va tayyorlash. Darslik. – T.: “Ilm-Ziyo”,2003.

4.Алъкишин А.И., “Эксплуатация нефтяных и газовых скажин”, Москва, Недра – 1989, 360 стр.

5.Амиров А.Д., Овнатанов С.Т., Яшин А.С. “Капиталъный ремонт нефтяных и газовых скважин”, Москва, Недра – 1975 г. 344 стр.

6.Анализ состояния разработки нефтегазоконденсатного месторождения Крук и выдача рекомендаций по стабилизации добычи нефти: Отчет о НИР / ОАО “ЎЗЛИТИНЕФТГАЗ”; Ответсвенний исполнителъ Шахназаров Г.А. – Тошкент, 2009.

7.Антонова Э.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. “Основы нефтегазового дела”, Учебник для вузов, Москва, ООО “Недра-Бизнесцентр”-2003. 307 стр.

8.Басниев К.С., Кочина В.М., Максимов В.М. “Подземная гидромеханика”, Москва, Недра – 1998 г.

MAHSULDOR QATLAMNI OCHISH UCHUN YUVISH SUYUQLIGINI TANLASH

S.S.Djabborov
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: jabborov4446@gmail.com

Abstract. This article examines the importance of selecting an appropriate drilling fluid for opening productive formations during oil and gas well drilling. It analyzes the physicochemical and rheological properties of drilling fluids, their filtration characteristics, density, and effects on the geological and reservoir properties of productive formations. Particular attention is paid to minimizing the adverse effects of drilling fluids on the formation, preserving the natural permeability of reservoir rocks, and improving well productivity. Selecting a suitable drilling fluid based on the lithological composition, porosity, permeability, formation pressure, and mineralogical characteristics of the reservoir is essential for efficient drilling operations. The article also discusses technological approaches aimed at preventing formation damage and improving hydrocarbon recovery efficiency.

Keywords: productive formation, drilling fluid, drilling mud, oil and gas wells, reservoir properties, porosity, permeability, filtration, formation pressure, formation damage, well productivity.

Аннотация. В данной статье рассматривается значение правильного выбора промывочной жидкости для вскрытия продуктивного пласта при бурении нефтяных и газовых скважин. Анализируются физико-химические и реологические свойства промывочной жидкости, её фильтрационные характеристики, плотность и влияние на геологические и коллекторские свойства пласта. Особое внимание уделяется снижению негативного воздействия промывочной жидкости на продуктивный пласт, сохранению естественной проницаемости коллектора и повышению продуктивности скважин. Выбор промывочной жидкости с учётом литологического состава, пористости, проницаемости, пластового давления и минералогических особенностей породы является важным условием эффективного проведения буровых работ. Также рассматриваются технологические подходы, направленные на предотвращение повреждения пласта и повышение эффективности добычи углеводородов.

Ключевые слова: продуктивный пласт, промывочная жидкость, буровой раствор, нефтяные и газовые скважины, коллекторские свойства, пористость, проницаемость, фильтрация, пластовое давление, повреждение пласта, продуктивность скважины.

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz quduqlarini burg‘ilash jarayonida mahsuldor qatlamni ochish uchun yuvish suyuqligini to‘g‘ri tanlashning ahamiyati yoritilgan. Yuvish suyuqligining fizik-kimyoviy va reologik xususiyatlari, filtratsiya ko‘rsatkichlari, zichligi hamda mahsuldor qatlamning geologik va kollektorlik xususiyatlariga ta’siri tahlil qilingan. Shuningdek, yuvish suyuqligining qatlamga salbiy ta’sirini kamaytirish, kollektorlarning tabiiy o‘tkazuvchanligini saqlash va quduq mahsuldorligini oshirish usullari ko‘rib chiqilgan. Mahsuldor qatlamning litologik tarkibi, g‘ovakligi, o‘tkazuvchanligi, qatlam bosimi va mineralogik xususiyatlarini hisobga olgan holda yuvish suyuqligini tanlash samarali burg‘ilash ishlarini tashkil etishning muhim omili hisoblanadi. Maqolada qatlam shikastlanishining oldini olish va uglevodorodlarni qazib olish samaradorligini oshirishga qaratilgan texnologik yondashuvlarga alohida e’tibor qaratilgan.

Kalit so‘zlar: mahsuldor qatlam, yuvish suyuqligi, burg‘ilash eritmasi, neft va gaz quduqlari, kollektor xususiyatlari, g‘ovaklik, o‘tkazuvchanlik, filtratsiya, qatlam bosimi, qatlamning shikastlanishi, quduq mahsuldorligi.

Kirish. Yuvish suyuqliklarini mahsuldor qatlam tog‘ jinslariga ta’siri etishi juda ko‘p omillarga bog‘liq. Yuvish aralashmasini aniq ta’sirini oldindan baholab bo‘lmaydi.

Yuvish suyuqliklarini tanlashda ikkita holatga tayanish mumkin:

1) hamma yuvish aralashmalarini ifloslantirish ta’sir darajasiga qarab; gaz holatli agentlar neftli asosli yuvish aralashmalarini kuchli ifloslantiradi;

2) yuvish aralashmalarining tarkibi va asoslari qatlam suyuqligining tarkibi va xossasiga yaqin bo‘lsa, kuchsiz ifloslanish yuz beradi.

Qatlam ustuni zonasidagi ifloslanish burg‘ilashning davomiyligi va quduqlarni o‘zlashtirishning murakkabligi uning boshlanish debitiga ta’sir qiladi. Kuchli ifloslangan qatlamni o‘zlashtirishda depressiyani kuchaytirishga, quduqdan aralashmani surib chiqarish uchun ko‘p vaqt sarflanadi va ustun devori zonasidan filtratlarni chiqarishga to‘g‘ri keladi.

Quduqlardan foydalanish jarayonida oqimdagi filtratlarning bir qismini ya’ni qattiq cho‘kindi zarrachalarini chiqarilishi natijasida neft yoki gazning debiti oshadi.

Yuvish aralashmasining rejimidan ma’lumki, o‘tish mexanik tezlikka (Vo‘t) ta’sir qiladi. Masalan: neft asosli yoki suv bilan loyli aralashmaning suvli aralashmasini katta bo‘lmagan loy aralashmasining o‘rniga ishlatish natijasida o‘tish tezligi oshadi, mahsuldor qatlamning ifloslanishi jadallashadi. Shuning uchun burg‘ilash samaradorligini va iqtisodiy jihatdan kam mablag‘ sarflashni asoslash uchun yuvish aralashmalari sinovdan o‘tkaziladi va olingan natijalar taqqoslanadi. Qatlamni kam ifloslantirishi uchun yuvish aralashmaning zichligini shunday tanlash maqsadga muvofiqdirki, quduq ustuni gidrostatik bosimi qatlam bosimidan ozroq yuqori bo‘lishi yoki ozgina kam bo‘lishi ta’minlanishi kerak.

Quduq ustidagi jihozlar ishonchli germetiklanadi va portlashga qarshi kafolatli ishlashi ta’minlanadi. Yuvish aralashmalarining suv beruvchanligini maksimal kamaytirishda ular kimyoviy qayta ishlanadi va maxsus tanlangan granullangan qattiq materiallar qo‘shiladi.

Granullangan materiallarning o‘lchamlari yoriq, teshik va kanallarning o‘lchamlariga muvofiq tanlanadi. Mahsuldor qatlamlarni ifloslanishini kamaytirishda yuvish aralashmasining qattiq fazasini minerallashgan va granullangan tarkibi tanlanadi. Kalloid fraksiyaning tanlangan granulli tarkibi barqarorlikni va suvni kam ajratishni ta’minlaydi.

Qattiq fazaning boshqa qismlari esa suvda bo‘kmaydigan katta donali tarkibi tanlanadi. Zarrachalarning diametri g‘ovak kanal kollektorining o‘lchamidan kattaroq bo‘lganligi uchun zarrachalar yuvish aralashmasining zichligini rostlaydi va bo‘shliq kanallari kiradi hamda teshikda ko‘prik hosil qiladi. Mahsuldor qatlamlarni burg‘ilashda qo‘llaniladigan aralashmalar, teshik diametridan kichik bo‘lgan zarrachalardan tozalanadi[9,53].

Yuvish aralashmasini ozgina og‘irlashtirish kerak bo‘lsa, og‘irlashtirish sifatida, marmar bo‘r, maydalangan ohaktosh va tuzli kislotada eriydigan boshqa materiallar qo‘shiladi.

Mahsuldor qatlamlarni burg‘ilashda $K_a \geq 1$ bo‘lganda yuvuvchi aralashma sifatida minerallashgan aeratsiyali aralashmalar, SFM (sirt faol moddali) qo‘shimchalari bilan tayyorlangan, neft asosli aralashma, anamollik koeffitsiyenti yuqori bo‘lmaganda – ko‘pik yoki gaz fazali agentlar qo‘llaniladi.

Agarda qatlamning anamollik koeffitsiyenti $K_a = 1$ bo‘lganda, neft asosli aralashma yoki minerallashgan suv va SFM bilan qayta ishlangan aralashmalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Adabiyotlar royxati:

1.Akramov B.Sh., Umedov Sh.X. «Neft qazib olish boyicha ma’lumotnoma”, Toshkent, “Fan va texnologiya” -2010, 368 bet.

2.Akramov B.Sh., Sidiqxo’jaev R.K. “Neft va gaz ishi asoslari”, Toshkent, TDTU-2003. 203 bet.

3.Akramov B.Sh., Haitov O.G. Neft va gaz mahsulotlarini yig‘ish va tayyorlash. Darslik. – T.: “Ilm-Ziyo”,2003.

4.Алъкишин А.И., “Эксплуатация нефтяных и газовых скажин”, Москва, Недра – 1989, 360 стр.

5.Амиров А.Д., Овнатанов С.Т., Яшин А.С. “Капиталъный ремонт нефтяных и газовых скважин”, Москва, Недра – 1975 г. 344 стр.

6.Анализ состояния разработки нефтегазоконденсатного месторождения Крук и выдача рекомендаций по стабилизации добычи нефти: Отчет о НИР / ОАО “ЎЗЛИТИНЕФТГАЗ”; Ответсвенний исполнителъ Шахназаров Г.А. – Тошкент, 2009.

7.Антонова Э.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. “Основы нефтегазового дела”, Учебник для вузов, Москва, ООО “Недра-Бизнесцентр”-2003. 307 стр.

8.Басниев К.С., Кочина В.М., Максимов В.М. “Подземная гидромеханика”, Москва, Недра – 1998 г.

9. Бекиров Т.М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов. М.: Недра, 1980.-193 с.

10. Бобрицкий Н.В. Основы нефтяной и газовой промышленности, М.: Недра, 1988.

QUDUQDA GEOFIZIK USULDA TADQIQOT OLIB BORISH

S.S.Djabborov

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: jabborov4446@gmail.com

Abstract. This article examines the main methods of conducting geophysical investigations in wells, their theoretical foundations, and practical significance. It discusses how well logging techniques are used to determine the lithological composition and physical properties of rocks,

porosity, permeability, and the degree of water and hydrocarbon saturation in reservoir formations. Particular attention is given to electrical logging, radioactive logging, acoustic logging, and other geophysical methods. The results of well geophysical investigations play an important role in identifying productive formations, evaluating well geological sections, estimating hydrocarbon reserves, and improving the efficiency of drilling and production operations. The article also highlights the application of modern geophysical techniques to improve the accuracy of geological data and optimize the development of oil and gas fields.
Keywords: well geophysical investigations, geophysical methods, well logging, electrical logging, radioactive logging, acoustic logging, rock formations, productive formation, porosity, permeability, oil and gas fields.

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные методы проведения геофизических исследований в скважинах, их теоретические основы и практическое значение. Освещаются возможности определения литологического состава горных пород, их физических свойств, пористости, проницаемости, а также степени насыщенности пластов водой и углеводородами с помощью скважинных геофизических исследований. Анализируются особенности применения электрического, радиоактивного, акустического и других видов каротажа. Результаты геофизических исследований имеют важное значение для выявления продуктивных пластов, изучения геологического разреза скважины, оценки запасов полезных ископаемых и эффективной организации буровых и добычных работ. Особое внимание уделяется применению современных геофизических методов для повышения точности геологической информации и эффективности освоения нефтегазовых месторождений.
Ключевые слова: геофизические исследования скважин, геофизические методы, каротаж, электрический каротаж, радиоактивный каротаж, акустический каротаж, горные породы, продуктивный пласт, пористость, проницаемость, нефтегазовые месторождения.

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz quduqlarida geofizik tadqiqotlar olib borishning asosiy usullari, ularning nazariy asoslari va amaliy ahamiyati yoritilgan. Quduq geofizik tadqiqotlarining yordamida tog‘ jinslarining litologik tarkibi, fizik xususiyatlari, g‘ovakligi, o‘tkazuvchanligi, suv va uglevodorodlar bilan to‘yinganlik darajasini aniqlash masalalari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, elektr karotaj, radioaktiv karotaj, akustik karotaj va boshqa geofizik usullarning qo‘llanilish imkoniyatlari tahlil qilingan. Geofizik tadqiqotlar natijalari mahsuldor qatlamlarni aniqlash, quduq kesimini o‘rganish, zaxiralarni baholash hamda burg‘ilash va qazib olish ishlarini samarali tashkil etishda muhim ahamiyatga ega. Maqolada zamonaviy geofizik usullardan foydalanish orqali geologik ma’lumotlarning aniqligini oshirish va neft-gaz konlarini o‘zlashtirish samaradorligini yaxshilash masalalariga alohida e’tibor qaratilgan.
Kalit so‘zlar: quduq geofizik tadqiqotlari, geofizik usullar, karotaj, elektr karotaj, radioaktiv karotaj, akustik karotaj, tog‘ jinslari, mahsuldor qatlam, g‘ovaklik, o‘tkazuvchanlik, neft va gaz konlari.

Kirish. Quduqni geofizik tadqiqot qilish fizik hodisalarga asoslangan bo’ladi, tog’ jinslarida va uni to’yintirgan flyuidlarning o’zaro ta’siri, ularning quduqdagi suyuqlik sun’iy radiaktiv nurlantirganda yoki ul’tratovush bilan ishlangandagi ta’sirlarini o’rganadi. Quduqlarda geofizik tadqiqotlarni olib borish, quduqlarni burg’ilash va tugallash jarayonida hamda foydalanish jarayonida etarli darajada ma’lumot beradi. Quduqlarning geofizik usulda tadqiqot qilish–bu tasnifiy ishlar bo’lib, ularni maxsus geofizik partiyalar amalga oshiradi.

Quduqni geofizik tadqiqot qilish–har xil turdagi karotajlar bo’lib, u yoki bu kattalikni o’zgarishini kuzatish uchun elektr kabelida maxsus asboblar quduqqa tushiriladi.

Quyidagi turdagi karotajlar mavjud

Elektr karotaj – ixtiyoriy paydo bo’lgan elektr maydonini kuzatish ishlari hamda shu tog’ jinslarining solishtirma qarshilik ko’rsatishini o’zgarishi o’rganiladi. Elektr karotajning har xilligi–

yon karotaj, mikrokarotaj, induksiyali karotaj. Bu karotajlar ishi va quduq tubi, g'ovaklik kollektorining belgilarini aniqlashni, neftga to'yingan qatlamchalarni qirqim bo'yicha tog' jinslarini differensasiya qilishga yordam beradi.

Radiaktiv karotaj **(RK)** – radiaktiv jarayonlardan foydalanishga asoslangan bo'lib, u tog' jinslarining atomlaridagi va undagi suyuqlikka to'yinganligini o'rganishga asoslangan. Gamma–karotaj quduq ustuni atrofida radiaktivlikni jadallashuv diagrammasi to'g'risida ma'lumot beradi.

Kon sharoitida quvur orqa fazosida suvning harakatini aniqlash uchun, suvlanish o'chog'ini jadallashuv holatini, konda kollektorning taqsimlanish qonuniyatini o'rganish, alohida ishlatish ob'ektidagi gidrodinamik aloqani o'rnatish uchun yoriqli zonani aniqlash, quvur orqasida sementning ko'tarilishini aniqlashda radiaktiv izotoblar usulidan foydalaniladi.

Quduqlarda tadqiqot ishi quyidagi ketma–ketlikda olib boriladi. Quduqda birinchi tabiiy gamma–faollikni o'lchash o'tkaziladi va $ГК_1$ –diagrammasi olinadi. Undan keyin quduqqa nasos kompressor quvurlari orqali qatlamga faollashgan suyuqlik haydaladi va keyin quvur suv yordamida 2-3 marta faollashgan suyuqlikdan ifloslanish tozalanadi. Gamma–karotaj olinadi va $ГК_2$ – egrilik olinadi. Quduqqa radiaktiv modda yuborilgandan keyin quduq ustuni bo'yicha γ-nurlanishning o'zgarishini jadalligi o'lchanadi. Radiaktiv moddani quduq ustunidagi kuzatuvi bir necha marta o'lchanadi.

Neytronli karotaj **(NK)** – neytronlar oqimining tog' jinsi elementi yadrosi bilan o'zaro ta'siriga asoslangandir. Quduqqa tushuriladigan asbob tezkor neytronlar manbaidan va indikatordan tuzilgan manbadan 0,5m uzoqlashtirilgan va ekranli to'siq bilan o'ralgan bo'ladi.

Neytronli karotaj issiqlik bo'yicha karotaj (NK-IK) va issiqlik usti neytron (I-NK) karotaj qatlam va quduq haqida qo'shimcha informasiya beriladi.

4 Akustik karotaj **(AK)** – tog' jinsining elastik xossasini aniqlaydi. Bunda quduqdagi karotajda elastik tebranish uyg'otiladi, qaysiki atrof muhitga tarqaladi va bitta yoki bir nechta qabul qilgich bilan qabul qilinadi.

Tebranish manbai va qabul qilgich orasidagi masofani bilgan holda elastik tebranishni, ularning amplitudasini yoki so'nish tezligini aniqlash mumkin.

Akustik karotaj uch xil turga bo'linadi.

elastik to'lqinning tarqalish tezligi bo'yicha;

elastik to'lqinning so'nish tezligi bo'yicha;

sement halqasining va quduqning texnik holati;

akustik karotaj o'tkazib nazorat qilish bo'yicha.

Adabiyotlar royxati:

1.Akramov B.Sh., Umedov Sh.X. «Neft qazib olish boyicha ma'lumotnoma", Toshkent, "Fan va texnologiya" -2010, 368 bet.

2.Akramov B.Sh., Sidiqxo'jaev R.K. "Neft va gaz ishi asoslari", Toshkent, TDTU-2003. 203 bet.

3.Akramov B.Sh., Haitov O.G. Neft va gaz mahsulotlarini yig'ish va tayyorlash. Darslik. – T.: "Ilm-Ziyo",2003.

4.Алъкишин А.И., "Эксплуатация нефтяных и газовых скажин", Москва, Недра – 1989, 360 стр.

5.Амиров А.Д., Овнатанов С.Т., Яшин А.С. "Капиталъный ремонт нефтяных и газовых скважин", Москва, Недра – 1975 г. 344 стр.

6.Анализ состояния разработки нефтегазоконденсатного месторождения Крук и выдача рекомендаций по стабилизации добычи нефти: Отчет о НИР / ОАО "ЎЗЛИТИНЕФТГАЗ"; Ответсвенний исполнителъ Шахназаров Г.А. – Тошкент, 2009.

7.Антонова Э.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. "Основы нефтегазового дела", Учебник для вузов, Москва, ООО "Недра-Бизнесцентр"-2003. 307 стр.

8.Басниев К.С., Кочина В.М., Максимов В.М. "Подземная гидромеханика", Москва, Недра – 1998 г.

9. Бекиров Т.М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов. М.: Недра, 1980.-193 с.
10. Бобрицкий Н.В. Основы нефтяной и газовой промышленности, М.: Недра, 1988.

QUDUQLARNI TADQIQOTLASHNING EKSPRESS USULI

S.S.Djabborov
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi 180100, O‘zbekiston, E-mail: jabborov4446@gmail.com

Abstract. This article examines rapid methods for investigating oil and gas wells, focusing on their principles, applications, and practical significance. Express well testing techniques make it possible to assess the technical condition and productivity of wells, formation pressure, temperature parameters, and fluid and gas flow characteristics within a short period. The article discusses rapid measurement and analytical methods used to evaluate well performance, determine productive formation characteristics, and identify operational problems in a timely manner. It also analyzes the importance of express testing results in optimizing well operating conditions, improving production efficiency, and reducing technical and economic costs. The use of modern measuring instruments and rapid diagnostic techniques contributes to more effective well management and improved operational performance.
Keywords: well, express well testing, rapid diagnostics, oil and gas wells, formation pressure, temperature, well productivity, well testing, measurement methods, production efficiency.

Аннотация. В данной статье рассматриваются экспресс-методы исследования нефтяных и газовых скважин, их сущность, особенности применения и практическое значение. Экспресс-исследования позволяют в короткие сроки оценить техническое состояние скважины, её продуктивность, пластовое давление, температурные параметры, а также характеристики потоков жидкости и газа. В статье рассматриваются методы оперативных измерений и анализа, применяемые для оценки режима работы скважин, определения характеристик продуктивных пластов и своевременного выявления проблем, возникающих в процессе добычи. Кроме того, анализируется значение результатов экспресс-исследований для оптимизации режимов эксплуатации скважин, повышения эффективности производства и снижения технико-экономических затрат. Использование современных измерительных приборов и методов оперативной диагностики способствует совершенствованию управления скважинами и повышению эффективности их эксплуатации.
Ключевые слова: скважина, экспресс-исследование, оперативная диагностика, нефтяные и газовые скважины, пластовое давление, температура, продуктивность скважины, гидродинамические исследования, методы измерения, эффективность добычи.

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz quduqlarini tadqiqotlashning ekspress usullari, ularning mohiyati, qo‘llanilish xususiyatlari va amaliy ahamiyati yoritilgan. Ekspress tadqiqot usullari quduqning texnik holati, mahsuldorligi, qatlam bosimi, harorat ko‘rsatkichlari hamda suyuqlik va gaz oqimining xususiyatlarini qisqa vaqt ichida aniqlash imkonini beradi. Maqolada tezkor o‘lchash va tahlil qilish usullari yordamida quduqning ishlash holatini baholash, mahsuldor qatlamlarning xususiyatlarini aniqlash va qazib olish jarayonidagi muammolarni o‘z vaqtida aniqlash masalalari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, ekspress tadqiqot natijalarining quduqlarni ishlatish rejimini maqbullashtirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va texnik-iqtisodiy xarajatlarni kamaytirishdagi ahamiyati tahlil qilingan. Zamonaviy o‘lchash vositalari va tezkor diagnostika usullaridan foydalanish quduqlarni samarali boshqarish hamda ularning ish faoliyatini yaxshilashga xizmat qiladi.
Kalit so‘zlar: quduq, ekspress tadqiqot, tezkor diagnostika, neft va gaz quduqlari, qatlam bosimi, harorat, quduq mahsuldorligi, gidrodinamik tadqiqotlar, o‘lchash usullari, qazib olish samaradorligi.

Amaliyotda quduqlarni ishlatishda barqaror rejimga hamma vaqt ham erishib bo'lmaydi**.** Quduqlarni nobarqaror jarayonlarini kuzatish ma'lumotlariga asosan quduqni tadqiqotlash usuli ishlangan va bunda barqaror rejimdagi quduqning taxminiy ishi talablarini bajarishni keragi bo'lmaydi.

Kirish. Quduqni nobarqaror rejimda tadqiqotlash usullar yaratilgan va ular yordamida ma'lumotlarni qayd qilish quduqlarni tadqiqotlashni ekspress-usul deyiladi. Bu usullar nazariy jihatdan quduqlarni nobarqaror rejimda tadqiqotlash usulidan (bosimni egri tiklanishi va quduqqa oqimni kirib kelishi) farq qilmaydi, lekin bu erdagi farq barqaror rejimdagi quduqning debitini Q qiymati talab qilinmaydi. Quduqlarni ekspress-usulda tadqiqotlash natijalariga ishlov berishda oqimning kirib kelishini hisobga olib qurilgan BET grafigini ishlashning har qanday usulidan foydalaniladi va bunda Q=0 hisobiy bog'lanish qabul qilinadi.

Tadqiqotlashning ekspress-usuli bir-biridan farq qiladi:

-oqimni chaqirish usuli bo'yicha;

-davom etish davri bo'yicha (uzoq yoki qisqa);

-quduqdan mahsulot olish yoki olmaslik.

Quduqdan oqimning chaqirishning bir nechta usullari mavjud: quduqqa gaz haydash, bir zumda suyuqlik qo'yish, quduqni qisqa muddatli ishga qo'shish va boshqalar. Quduqdan oqimni chaqirish usulini tanlash jihozlarning mavjudligiga va ularning holatiga (nasos-kompressor quvurlari, quduq usti armaturasi va ularning germetikligi) hamda quduq usti bosimining (quduqdan suyuqlikni o'zi oqib chiqayaptimi yoki yo'q) farqiga bog'liq bo'ladi.

Gaz haydash. Bu usulda quduqqa aniq hajmdagi siqilgan gaz haydaladi, natijada quduq tubidagi bosim ko'tariladi va ma'lum bir hajmdagi suyuqlik bosim ta'sirida qatlamga yutiladi. Bu vaqtda quduq tubida bosimning o'zgarishi va suyuqlikning qatlamga yutilishi qayd qilinadi.

Undan keyin quduqqa haydalgan gaz tashqariga chiqariladi, natijada quduqning tubidagi bosim pasayadi va debiti o'zgaradi hamda ikinchi sikl qayd qilinadi. Bosimning o'zgarishini o'lchash va qayd qilish chuqurlik manometrlari yordamida amalga oshiriladi, debit esa – debitomer sarf o'lchagich yoki (6.1) yoki (6.5) bog'lanishlar yordamida hisoblanadi.

Bu usulning har xilligi quduqda to'plangan gaz tabiiy tabiiy holatda ajralgandan keyin quduqdan uni chiqarib yuborish hisoblanadi. Bu usulning mohiyati to'plangan gazni chiqarishni boshqarish hamda quduq tubidagi bosimni va debitning o'zgarishini qayd qilishdir. Tadqiqot natijalariga ishlov berish (BET tadqiqot natijalarini ishlashda oqimni kirib kelish Q = 0 ekanligini hisobga olinadi) ma'lum usullarda olib boriladi.

Bir zumda quduqqa suyuqlikni qo'yish. Bu usulda ham quduqqa katta miqdordagi suyuqlik haydaladi, quduq tubidagi bosimni ko'tarilishiga va ma'lum hajmdagi suyuqlikni qatlamga yutilishga olib keladi. Quduq tubidagi bosimning o'zgarishi va yutilgan suyuqlikning hajmini vaqt bo'yicha o'zgarishi qayd qilinadi hamda kerakli ma'lumotlar olinadi. Tadqiqot natijalariga ishlov berish ma'lum usullarda olib boriladi.

Quduqdan oqimning o'zini oqib chiqish rejimida tadqiqotlash. To'xtatib qo'yilgan quduq ishga qo'shiladi, quduq ustidan ΔP kattalikdagi bosimni ochish yo'li orqali suyuqlikni oqib chiqishi amalga oshiriladi hamda quduq tubidagi bosimni va debitni o'zgarishi vaqt bo'yicha qayd qilinadi. Bunday holatda quduq tubining bosimini o'zgarishi ΔP qiymatga pasayadi va vaqt oralig'ida doimiy qoladi deb taxmin qilinadi.

Quduq tubi bosimining doimiyligi (6.1) va (6.5) bog'lanishlar orqali aniqlanadi va $\rho_{g.s.à}^{quv.or}$ va $\rho_{g.s.à}^{l}$ aralashmalarning zichligini doimiyligida vaqt bo'yicha haqiqiy gaz tarkibini, gaz fazasining despersligini, haroratni va boshqa quduq mahsulotlarini o'zgarishi amalda kuzatilmaydi.

SHunday qilib, quduq ustidagi bosim ΔP qiymatga o'zgarganda quduqning tubidagi bosim boshqa qiymatga o'zgarishi mumkin, shuning uchun quduqlarni tadqiqotlashda quduqning tubidagi bosimni tubning o'zida o'lchash talab qilinadi. Quduqdan suyuqlikning o'zi oqib chiqishini BETning tadqiqot ma'lumotlariga ishlov berishda Q = 0 ekanligi hisobga orlinadi va yuqoridagi usullar orqali olib boriladi.

Bu [$P_{pl} - P_{qud.tubi(0)}$] – quduq to'xtatilguncha ishlagandagi barqaror depressiya; $\left(\frac{kh}{\mu}\right)_t$ - qatlamda quduq tubi zonasining gidroo'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Ko'rsatib o'tish kerakki, gidrodinamik tadqiqotlar asosida faqat yuqoridagi masalarni emas, balkim qatlamlarni ishlatish jarayonida quduqning tubi zonasida sodir bo'ladigan qator muhim o'zgarishlarni ham o'lchash mumkin. Birinchi navbatda ularga qazib olinadigan quduqlar suvlanib, mahsuldorlik koeffitsientining o'zgarganligi hamda filtrasiya jarayonida (skin-samara) g'ovaklik muhitini bekilib (to'lib) qolishini tadqiqotlash kiradi.

Adabiyotlar royxati:

1.Akramov B.Sh., Umedov Sh.X. «Neft qazib olish boyicha ma'lumotnoma", Toshkent, "Fan va texnologiya" -2010, 368 bet.

2.Akramov B.Sh., Sidiqxo'jaev R.K. "Neft va gaz ishi asoslari", Toshkent, TDTU-2003. 203 bet.

3.Akramov B.Sh., Haitov O.G. Neft va gaz mahsulotlarini yig'ish va tayyorlash. Darslik. – T.: "Ilm-Ziyo",2003.

4.Алъкишин А.И., "Эксплуатация нефтяных и газовых скажин", Москва, Недра – 1989, 360 стр.

5.Амиров А.Д., Овнатанов С.Т., Яшин А.С. "Капиталъный ремонт нефтяных и газовых скважин", Москва, Недра – 1975 г. 344 стр.

6.Анализ состояния разработки нефтегазоконденсатного месторождения Крук и выдача рекомендаций по стабилизации добычи нефти: Отчет о НИР / ОАО "ЎЗЛИТИНЕФТГАЗ"; Ответсвенний исполнителъ Шахназаров Г.А. – Тошкент, 2009.

7.Антонова Э.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. "Основы нефтегазового дела", Учебник для вузов, Москва, ООО "Недра-Бизнесцентр"-2003. 307 стр.

8.Басниев К.С., Кочина В.М., Максимов В.М. "Подземная гидромеханика", Москва, Недра – 1998 г.

9. Бекиров Т.М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов. М.: Недра, 1980.-193 с.

10. Бобрицкий Н.В. Основы нефтяной и газовой промышленности, М.: Недра, 1988.

GAZKONDENSAT KONLARIDA GAZ–SUV KONTAKTI CHUQURLIGI NOANIQLIGINING BOSHLANG'ICH GEOLOGIK GAZ HAJMI BAHOSIGA TA'SIRI

Samatov Sherzod Shavkatovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
Katta o'qituvchi; ORCID: 0009-0007-2995-6478; e-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Abstract. Uncertainty in the gas–water contact can substantially influence estimates of gas initially in place in structurally controlled gas-condensate accumulations. This paper develops a transparent sensitivity method linking contact depth, depth-dependent closure area, net-to-gross ratio, porosity, water saturation, and gas formation volume factor. Three hypothetical contact scenarios are calculated with a linearly increasing closure area. Relative to the central scenario, estimated initial gas volumes differ by −43.75% and +56.25%. These are illustrative geometric results rather than measurements from a particular field. Capillary transition zones and well-log calibration remain essential for field application.

Keywords: gas–water contact, gas-condensate reservoir, geological uncertainty, volumetric estimation, closure area, capillary transition zone.

Аннотация. Исследовано влияние неопределённости глубины газоводяного контакта на оценку начального геологического объёма газа в газоконденсатной залежи. Предложен

расчётный подход, связывающий глубину контакта, изменение площади замыкания с глубиной, долю эффективной толщины, пористость, водонасыщенность и объёмный коэффициент газа. Для трёх условных сценариев с линейно возрастающей площадью замыкания отклонения от центрального варианта составили −43,75% и +56,25%. Результаты носят иллюстративный характер и не являются данными конкретного месторождения. Для практического применения необходим учёт переходной зоны и проверка по каротажу и пластовым давлениям.

Ключевые слова: газоводяной контакт, газоконденсатная залежь, геологическая неопределённость, объёмный метод, площадь замыкания, переходная зона.

Annotatsiya. Gazkondensat uyumlarida gaz–suv kontakti chuqurligining noaniqligi boshlang‘ich geologik gaz hajmi bahosiga qanday ta’sir etishi o‘rganildi. Kontakt chuqurligi, yopiq tuzilma maydonining chuqurlik bo‘yicha o‘zgarishi, samarali qatlam ulushi, g‘ovaklik, suvlilik va gazning hajm koeffitsiyentini bog‘lovchi sezgirlik yondashuvi taklif qilindi. Maydon chiziqli kengayadigan uchta shartli ssenariyda markaziy variantga nisbatan −43,75% va +56,25% farq olindi. Bu sonlar dala o‘lchovlari emas. Amaliy qo‘llashda kapillyar o‘tish zonasi, karotaj hamda bosim ma’lumotlari bilan tekshirish zarur.

Kalit so‘zlar: gaz–suv kontakti, gazkondensat uyumi, geologik noaniqlik, hajmiy baholash, tuzilma maydoni, kapillyar o‘tish zonasi.

Kirish. Gazkondensat konlarida boshlang‘ich geologik gaz hajmini baholashning eng sezgir omillaridan biri uyumning gaz bilan to‘lgan qismini chegaralashdir. Yuqori yopiq tuzilma aniqlangan bo‘lsa ham, gaz–suv kontakti (GSK) chuqurligini bitta quduq kesimiga qarab belgilash har doim ishonchli natija bermaydi. Karotajdagi o‘tish zonasi, qatlamning litologik nobirjinsliligi va turli quduqlarda o‘lchangan bosimlarning tafovuti kontakt joylashuvini murakkablashtiradi. Gazning boshlang‘ich geologik hajmi bilan sanoat miqyosida olinadigan zaxirani farqlash ham muhim: ikkinchisi qo‘shimcha texnologik va iqtisodiy cheklovlarga bog‘liq [1].

Gaz va suv o‘rtasidagi kapillyar muvozanat sababli geofizik kesimda suvga to‘yinganlik ko‘pincha keskin sakrash emas, balki chuqurlik bo‘yicha asta-sekin almashuvchi zona sifatida namoyon bo‘ladi [2, 3]. Gazkondensat obyektida o‘tish zonasini noto‘g‘ri talqin qilishning amaliy oqibatlari ilmiy ishlarda ko‘rsatilgan: Fayzullin va hammualliflar kapillyar bosimni tavsiflashdagi ayrim xatolar hisobiy boshlang‘ich gaz hajmini kamaytirib ko‘rsatishini qayd etgan [4]. Demak, o‘lchov nuqtasidagi lokal kontakt bilan butun uyum uchun qabul qilingan geologik chegara bir tushuncha emas.

Ishning maqsadi – kontakt chuqurligidagi cheklangan o‘zgarish hajm bahosiga nima uchun nomutanosib ta’sir qilishi mumkinligini sodda geometrik model orqali ko‘rsatish hamda real ma’lumotlar asosida noaniqlikni kamaytirish bosqichlarini asoslash. Tadqiqot tajribaviy dala natijasini da’vo qilmaydi; nazariy ifodalar, tekshirilgan manbalar va shartli hisoblashni birlashtiradi. **Material va usullar. Birinchi bosqichda strukturaviy xarita, geologik kesim, kern, quduq karotaji va bosim sinovlari bo‘yicha GSK ning ehtimoliy oraliqlari aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda har bir kontakt chuqurligi uchun gazga to‘lgan yopiq tuzilmaning umumiy jins hajmi hisoblanadi. Uchinchi bosqichda samarali qatlam ulushi, g‘ovaklik, suv bilan to‘yinganlik va gaz hajm koeffitsiyenti hisobga olinadi. Ma’lumot turlari va ularning cheklovlari 1-jadvalda keltirilgan.**

1-jadval. Gaz–suv kontaktini asoslashda geologik ma’lumotlarning vazifasi

Ma’lumot	Aniqlanadigan belgi	Asosiy noaniqlik
3D seysmik va strukturaviy xarita	Gumbaz shakli, yopiq maydon	Vertikal ajrata olish va uzilishlar
Karotaj va kern	G‘ovaklik, suvlilik, litologiya	Gil miqdori va karotaj talqini

Ma’lumot	Aniqlanadigan belgi	Asosiy noaniqlik
Qatlam bosimi va suyuqlik namunalari	Faza gradiyentlari, kontakt diapazoni	Bosimning vaqt va chuqurlikka bog‘liqligi
Kapillyar bosim sinovi	O‘tish zonasi va suvga to‘yinganlik	Laboratoriya–qatlam sharoiti farqi

Hajmiy usulda standart sharoitga keltirilgan boshlang‘ich gaz hajmi gaz bilan egallangan jins hajmiga proporsional. Yopiq tuzilma yuzasi chuqurlik bo‘yicha o‘zgarganda jins hajmi doimiy maydon va qalinlik ko‘paytmasi bilan emas, kesimlar yuzalarining integrali bilan aniqlanadi:

$$V_b = 10^6 \int_{z_t}^{z_c} A(z)\, dz. \quad (1)$$

$$G_i = \frac{V_b\, k_n\, \phi (1 - S_w)}{B_{gi}}. \quad (2)$$

Bu yerda V_b – gazli qismning umumiy jins hajmi, m³; $A(z)$ – mos chuqurlikdagi yopiq tuzilma maydoni, km²; z_t va z_c – tuzilma yuqori nuqtasi hamda qabul qilingan kontaktning mutlaq chuqurligi, m; 10^6 – km² ni m² ga o‘tkazish koeffitsiyenti; k_n – samarali qatlam ulushi; ϕ – ochiq g‘ovaklik; S_w – suv bilan to‘yinganlik; B_{gi} – gazning boshlang‘ich qatlam hajm koeffitsiyenti, qatlam m³/standart m³. G_i – standart sharoitdagi boshlang‘ich geologik gaz hajmi. Barcha kattaliklar bir-biriga mos birliklarda olinadi.

Ko‘rsatmali hisob uchun geologik yopiq tuzilma maydoni yuqoridan pastga qarab chiziqli kengayadi deb olinadi. Agar $h = z - z_t$ va $A(h) = ah$ bo‘lsa, bu yerda a – maydonning chuqurlik bo‘yicha ortish sur’ati, quyidagi bog‘lanish hosil bo‘ladi:

$$V_b = 10^6 \frac{aH^2}{2}; \quad H = z_c - z_t; \quad G_i \propto H^2. \quad (3)$$

(3) ifoda faqat qabul qilingan shakl va o‘zgarmas petrofizik parametrlar uchun amal qiladi. Haqiqiy gumbaz shakli ko‘pincha boshqacha bo‘lib, $A(z)$ strukturaviy xaritalardan olinadi. Suvga to‘yinganlikning balandlik bo‘yicha o‘zgarishi ham alohida modellashtiriladi. Chiziqli geometriya kontaktga nisbatan sezgirlikni ochiq ko‘rsatish uchun tanlandi; u konning universal qonuniyati sifatida qabul qilinmaydi [5, 6].

Natijalar va tahlil. Uchta shartli ssenariyda tuzilmaning yuqori nuqtasi 2000 m chuqurlikda, kontakt 2030, 2040 yoki 2050 m chuqurlikda deb olindi. Maydon o‘sish koeffitsiyenti $a = 0,03$ km²/m; samarali qatlam ulushi $k_n = 0,70$, g‘ovaklik $\phi = 0,16$, suvga to‘yinganlik $S_w = 0,25$, gaz hajm koeffitsiyenti $B_{gi} = 0,005$ qatlam m³/standart m³ deb qabul qilindi. Sonlar ataylab tanlangan hisobiy shartlar bo‘lib, hech bir haqiqiy konning o‘lchangan parametrlari emas. 2-jadval natijalari (1)–(3) ifodalar bo‘yicha hisoblandi.

2-jadval. Kontakt chuqurligi o‘zgarishining hisobiy gaz hajmiga ta’siri

Ssenariy	GSK, m	Gazli H, m	Jins hajmi, mln m³	Gaz hajmi, mlrd st. m³	Bazaga nisbatan
Sayoz kontakt (I)	2030	30	13,50	0,2268	−43,75%
Markaziy (II)	2040	40	24,00	0,4032	0%
Chuqur kontakt (III)	2050	50	37,50	0,6300	+56,25%

Markaziy holatda jins hajmi 24,0 mln m³, gazning boshlang‘ich geologik hajmi esa 0,4032 mlrd standart m³ ni tashkil etadi. Kontakt 10 m yuqoriroq qabul qilinsa, hisobiy hajm 0,2268 mlrd m³ gacha kamayadi; 10 m pastroq qabul qilinganda 0,6300 mlrd m³ gacha ortadi. Ikkala chetki variant markaziy qiymatdan bir xil chuqurlik farqi bilan ajralgan bo‘lsa-da, hajmning nisbiy o‘zgarishi bir xil emas. Sabab – chuqurlashgan sari hisobga kiradigan maydonning kengayishidir.

Hosil bo‘lgan kvadratik bog‘lanish shuni anglatadiki, qabul qilingan tuzilma shaklida kontaktning nisbiy xatosi kichik bo‘lganda gaz hajmining nisbiy xatosi taxminan ikki baravar bo‘lishi mumkin. Ammo haqiqiy kontakt xatosi, maydon shakli va petrofizik parametrlar orasida bog‘lanish

mavjud; ularni mustaqil hamda o‘zgarmas deb qabul qilish noaniqlikni kam yoki ortiq ko‘rsatadi. Shuning uchun jadvaldagi foizlar boshqa konlarga ko‘chirilmaydi.

Muhokama. Kontakt belgilashdagi birinchi vazifa gaz–suv tutashuvi, erkin suv sathi va kapillyar o‘tish zonasini farqlashdir. Leverett (1941) kapillyar bosimning jins xossalari bilan bog‘liqligini asoslagan [3]. Archie (1942) ifodasi esa mos litologik sharoitda elektr qarshilik va suvga to‘yinganlik orasidagi bog‘lanish orqali karotaj talqiniga imkon beradi [2]. Biroq gilli yoki yoriqli kollektorlar uchun bitta umumiy parametrlar to‘plamidan foydalanish xatoga olib kelishi mumkin. Gazkondensat uyumlari bo‘yicha Fayzullin va boshqalar (2012) ham kapillyar o‘tish zonasini noto‘g‘ri ajratish hajm hamda qazib olish prognozlariga ta’sir qilishini ko‘rsatgan [4].

Ikkinchi vazifa fazoviy noaniqlikni bir son bilan berkitmaslikdir. Quduqlar oralig‘idagi maydon yuzasi, tektonik buzilishlar va petrofizik parametrlar geologik modelning turli ehtimoliy ko‘rinishlarida ifodalanishi mumkin. Matheronning geostatistik yondashuvi va keyingi geologik modellashtirish usullari cheklangan o‘lchovlar asosida fazoviy o‘zgaruvchanlikni baholashga xizmat qiladi [5–7]. Amaliy ketma-ketlik: GSK diapazonini bosim va karotaj bilan cheklash; har bir diapazon uchun tuzilma xaritasini qayta hisoblash; litofatsiya va suvlilikning bir nechta shartli taqsimotini qurish; yakunda natijalarni alohida ssenariylar va ularning manbalari bilan taqdim etish.

Ushbu metodik misolning cheklovi – maydonning chiziqli o‘zgarishi, tekis gaz–suv kontakti, o‘zgarmas S_w va B_{gi} qabul qilinganidir. Real gazkondensat tizimida bosim–harorat sharoiti, gaz tarkibi, suvning kapillyar ko‘tarilishi va gazkondensat fazaviy xossalari sezilarli farq qilishi mumkin. Shuning uchun haqiqiy zaxira hisobida (1) integralning katakli uch o‘lchamli modeli, quduq ma’lumotlari hamda fazaviy hisoblar bilan tekshirilishi talab etiladi. Bundan tashqari, boshlang‘ich geologik gaz hajmidan texnik olinadigan yoki iqtisodiy tasdiqlangan zaxiraga bevosita o‘tish mumkin emas [1].

Xulosa. Gazkondensat uyumida GSK chuqurligining noaniqligi boshlang‘ich geologik gaz hajmiga sezilarli va nosimmetrik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Maydon chiziqli kengayadigan shartli tuzilma uchun markaziy variantga nisbatan 10 m yuqori kontakt −43,75%, 10 m chuqur kontakt esa +56,25% hisobiy farq berdi. Bu natijalar dala kuzatuvlari emas, balki strukturaviy geometriya ta’sirini yorituvchi matematik misoldir. Amaliy baholashda kapillyar o‘tish zonasi, qatlam bosimi, quduq karotaji va seysmik tuzilma xaritalari birgalikda qo‘llansa, GSK hamda geologik gaz hajmi noaniqligini izchil qisqartirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Society of Petroleum Engineers et al. Petroleum Resources Management System (PRMS). Revised June 2018. https://www.spe.org/en/industry/reserves/

[2] Archie G.E. The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. Transactions of the AIME. 1942;146:54–62. DOI: 10.2118/942054-G.

[3] Leverett M.C. Capillary behavior in porous solids. Transactions of the AIME. 1941;142:152–169. DOI: 10.2118/941152-G.

[4] Fayzullin M., Nasibullin A., Yazkov A., Kolbikov S. Capillary Pressure: Is It Critical for Investment Decisions? Case Study of Gas Condensate Reservoir Underlain with Water. SPE Europec/EAGE, 2012. DOI: 10.2118/154469-MS.

[5] Matheron G. Principles of geostatistics. Economic Geology. 1963;58(8):1246–1266. DOI: 10.2113/gsecongeo.58.8.1246.

[6] Caers J. Petroleum Geostatistics. Richardson: Society of Petroleum Engineers, 2005. ISBN: 978-1-55563-106-2.

[7] Grana D., Mukerji T., Doyen P. Seismic Reservoir Modeling: Theory, Examples, and Algorithms. Wiley, 2021. DOI: 10.1002/9781119086215.

ISHLATILGAN GAZKONDENSAT KONLARIDA CO_2 NI GEOLOGIK SAQLASH UCHUN QOPLOVCHI QATLAM VA TEKTONIK BUZILISHLAR YAXLITLIGINI BAHOLASH

Samatov Sherzod Shavkatovich

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
Katta o‘qituvchi; ORCID: 0009-0007-2995-6478; e-mail: sh.sh.samatov@gmail.com

Abstract. The study proposes a preliminary geological screening approach for CO_2 storage in depleted gas-condensate fields. Caprock continuity, fault-zone connectivity, legacy wells, and injection-induced pressure are jointly considered. Two safety margins–capillary entry pressure minus buoyancy pressure and fracture pressure minus maximum injection pressure–are applied to three explicitly hypothetical scenarios. Only one scenario has positive margins for both criteria. The approach helps prioritize geological surveys but does not replace calibrated geomechanical modeling or field verification.

Keywords: depleted gas-condensate field, geological CO_2 storage, caprock integrity, faults, capillary entry pressure, geomechanical safety.

Аннотация. Предложен подход к предварительному геологическому отбору истощённых газоконденсатных месторождений для хранения CO_2. Совместно учитываются сплошность покрышки, связность разломов, старые скважины и изменение давления при закачке. Применены два запаса безопасности: разность порогового капиллярного и плавучего давлений, а также разность давления гидроразрыва и максимального давления закачки. На трёх условных сценариях показано, что только один удовлетворяет обоим критериям. Метод не заменяет полевые исследования и связанное геомеханическое моделирование.

Ключевые слова: истощённое газоконденсатное месторождение, геологическое хранение CO_2, герметичность покрышки, разломы, капиллярное давление, геомеханика.

Annotatsiya. Ishlatilgan gazkondensat konlarida CO_2 ni geologik saqlash uchun obyektlarni dastlabki saralash usuli taklif etildi. Unda qoplovchi qatlam uzluksizligi, tektonik buzilishlarning gidravlik bog‘langanligi, eski quduqlar holati va haydash bosimi birgalikda baholanadi. Kapillyar to‘siq va tog‘ jinsining mexanik barqarorligi bo‘yicha ikkita xavfsizlik zaxirasi kiritildi. Uchta shartli ssenariydan faqat bittasi ikkala shartni ham bajarishi ko‘rsatildi. Hisoblashlar dala natijasi emas; usul keyingi tadqiqot ustuvorligini belgilashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: ishlatilgan gazkondensat koni, CO_2 ni geologik saqlash, qoplovchi qatlam, tektonik buzilish, kapillyar bosim, geomekanika.

Kirish. Gazkondensat konlari uzoq muddat ishlatilgandan so‘ng ularning geologik tuzilishi, kollektor xossalari va bosim tarixi haqidagi katta ma’lumotlar jamlanadi. Bunday obyektlar karbonat angidridni (CO_2) yer ostida saqlash imkoniyatini o‘rganishda e’tiborga loyiq: mavjud quduqlar, seysmik kesimlar va geologik modellar dastlabki noaniqlikni kamaytirishi mumkin. Biroq uglevodorodlar geologik vaqt davomida to‘plangani CO_2 haydash paytida ham germetiklik avtomatik saqlanishini anglatmaydi. Bosimning qayta ortishi, fazaviy xossalarning farqi va qoplovchi jinsning yoriqliligi alohida tekshiruvni talab qiladi [1, 2].

Muammoning dolzarbligi ayniqsa tektonik buzilishlar mavjud bo‘lgan kollektorlar uchun yuqori. Kuzatuv va modellashtirish ishlari CO_2 ga boy suyuqlik yoriqli qoplovchi qatlamda murakkab migratsiya yo‘llaridan o‘tishini hamda bosim o‘zgarishi qatlamning kuchlanish holatiga ta’sir etishini ko‘rsatgan [3, 4]. Shu sababli faqat g‘ovaklik, o‘tkazuvchanlik yoki bo‘shagan kollektor sig‘imini baholash yetarli emas. Ushbu ishning maqsadi dastlabki bosqichda, to‘liq dala ma’lumotlari mavjud bo‘lmaganda, qoplovchi qatlam, buzilishlar va quduqlar bilan bog‘liq xavflarni tartibli ajratishga xizmat qiladigan geologik saralash ketma-ketligini asoslashdir.

Material va usullar. Tadqiqot ilmiy adabiyotlarni tizimli taqqoslash va ikki fizik cheklov asosida hisobiy ssenariylarni tahlil qilishga tayangan. Birinchi bosqichda uch o‘lchamli seysmik ma’lumotlar, quduq geofizikasi, kern tahlili, qatlam bosimi tarixi va quduqlar pasportlari yagona geologik modelga birlashtiriladi. Qoplovchi jinsning faqat qalinligi emas, balki uning maydon bo‘ylab davomiyligi, kam o‘tkazuvchan qatlamlarning saqlanganligi va uzilish zonalari ham muhim. Eski quduqlar sement halqasi hamda mustahkamlash quvurlari orqali ehtimoliy migratsiya yo‘llarini hosil qilishi mumkin [5].

Dastlabki saralashda to‘rt yo‘nalish tekshiriladi (1-jadval). Har bir ko‘rsatkich uchun ma’lumotning manbai va yetishmayotgan o‘lchov alohida qayd etiladi; noma’lum qiymat xavfsiz qiymat sifatida qabul qilinmaydi. Buzilishning quduq bilan kesishish nuqtasi, geologik qirqim bo‘yicha davomiyligi hamda o‘tkazuvchi yoki to‘suvchi xususiyati yoriq zonalarining alohida geologik sinflarida ko‘riladi.

1-jadval. CO_2 saqlash obyekti uchun dastlabki geologik saralash tarkibi

Baholash omili	Asosiy ma’lumot	Tekshiriladigan xavf
Qoplovchi qatlam	Kern, karotaj, seysmik xarita	Uzluksizlik va kapillyar germetiklik
Tektonik buzilish	3D seysmik, kuchlanish yo‘nalishi	O‘tkazuvchi yoriq va siljish faollashuvi
Oldingi quduqlar	Quduq pasporti, sement nazorati	Sun’iy migratsiya yo‘li
Bosim va kollektor	Bosim tarixi, sinov, petrofizika	Bosim yig‘ilishi va qatlam yorilishi

Ikkinchi bosqichda qoplovchi qatlamning kapillyar tutib qolish imkoniyati tekshiriladi. Erkin CO_2 ustunining suyuqlikka nisbatan ko‘taruvchi bosimi va qoplovchi jins g‘ovak bo‘yinchalariga kirish bosimi o‘rtasidagi farq shartli kapillyar xavfsizlik zaxirasini beradi:

$$M_c = P_{ce} - \Delta P_b, \qquad \Delta P_b = \left(\rho_w - \rho_{CO_2}\right) g H. \quad (1)$$

Bu yerda P_{ce} – qoplovchi jinsning tajribada aniqlanadigan kapillyar kirish bosimi; ρ_w va ρ_{CO_2} – tegishli sharoitdagi qatlam suvi va CO_2 zichliklari; g – erkin tushish tezlanishi; H – qoplovchi qatlam ostida shakllanishi mumkin bo‘lgan erkin CO_2 ustunining balandligi. $M_c > 0$ bo‘lishi dastlabki zarur shart; jinsning yoriqlari va g‘ovak o‘lchamlarining notekisligi sababli bu shartning o‘zi yetarli emas [2, 7].

Uchinchi bosqichda haydashga bog‘liq mexanik cheklov tekshiriladi. Bosimlarning barchasi bir xil chuqurlik nuqtasi uchun olinib, uzilish va yoriqlarning qayta faollashish xavfi mustaqil baholanadi. Soddalashtirilgan mexanik zaxira quyidagicha yoziladi:

$$M_f = P_{frac} - P_{inj,max}. \quad (2)$$

Bu yerda P_{frac} – sinov yoki kalibrlangan geomekanik modeldan olingan qatlamni yorish bosimi, $P_{inj,max}$ – shu nuqtadagi eng yuqori prognoz haydash bosimi. $M_f > 0$ – dastlabki filtr; faol tektonik buzilish uchun siljish mezoni bundan ham qat’iy bo‘lishi mumkin [4, 6]. Xavfsizlik zaxiralari vaqt, bosim rejimi, termodinamik xossalar va o‘lchov noaniqligi bilan qayta hisoblanishi shart.

Natijalar. Taklif etilgan ikki zaxira bo‘yicha qaror qabul qilish mantiqi uchta maqsadli ssenariyda tekshirildi. 2-jadvaldagi barcha sonlar usulni tushuntirish uchun tanlangan shartli parametrlar bo‘lib, O‘zbekistonning biror konidan olingan o‘lchov emas. M_c va M_f (1)–(2) tenglamalar orqali bevosita hisoblandi. Shartli variantlarni sinashdan maqsad xavfsiz obyektni tasdiqlash emas, balki dastlabki saralash qarori qaysi fizik sababga ko‘ra o‘zgarishini ko‘rsatishdir.

2-jadval. Shartli hisobiy ssenariylar bo‘yicha xavfsizlik zaxiralari

Ssenariy	Pce / Pb, MPa	Mc, MPa	Pf / Pinj, MPa	Mf, MPa	Dastlabki xulosa
A	0,80 / 0,34	+0,46	30,0 / 27,5	+2,5	Ikki shart bajarilgan
B	0,40 / 0,52	−0,12	31,0 / 29,0	+2,0	Kapillyar xavf
C	0,65 / 0,45	+0,20	28,0 / 28,3	−0,3	Mexanik xavf

A ssenariyda har ikkala zaxira musbat: dastlabki geologik tekshiruvni davom ettirish mumkin, ammo bu CO_2 saqlashga tayyorlikni tasdiqlamaydi. B ssenariyda bosimning mexanik chegarasi

saqlansa ham, $M_c < 0$ bo‘lgani sababli qoplovchi jins kapillyar to‘sig‘i ehtimoliy CO_2 ustunini ushlab qolish uchun yetarli emas. C ssenariyda kapillyar to‘siq musbat, biroq haydash bosimi tanlangan yorilish chegarasidan 0,3 MPa yuqori. Shunday qilib, birgina yuqori kollektor sig‘imi yoki musbat zaxira boshqa xavfni bartaraf etmaydi.

Ushbu natija ikkita mustaqil tekshiruvni birlashtirishning amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi: qoplovchi qatlamning kapillyar imkoniyati va bosimga chidamliligi turli mexanizmlar bilan belgilanadi. Real kon uchun bu hisobni bitta o‘rtacha qiymat bilan emas, parametrlarning past va yuqori baholari bilan bajarish kerak. Masalan, P_{ce} ning eng past ehtimolli qiymati, H ning yuqori chegarasi va $P_{inj,max}$ ning ehtiyotkor bahosi qo‘llansa, aniqlanayotgan xavfsizlik zaxirasi kamayadi. Bu holat noaniqligi yuqori uchastkalarni qo‘shimcha kern, karotaj va bosim sinoviga yo‘naltiradi.

Muhokama. Xalqaro ilmiy ishlar asosiy xavf manbalarini tasdiqlaydi. Saffou va boshqalarning (2023) tektonik buzilgan ishlatilgan gaz koni bo‘yicha bog‘langan geomekanik hisoblari bosim tarixiga javob bir jinsli emasligini va qoplovchi qatlam barqarorligini alohida tekshirish zarurligini ko‘rsatgan [3]. Weber va boshqalar (2023) yoriqli gil jinsida uzoq davom etgan joyidagi tajribada CO_2 ga boy suyuqlik murakkab yo‘llardan ko‘chishini kuzatgan [4]. Gasda va boshqalar (2004) esa eski quduqlar joylashuvi saqlash hududining xavf xaritasini sezilarli o‘zgartirishini asoslagan [5]. Mazkur ishda shu uch xavf manbai ikki bosim mezoni va hujjatlangan quduqlar holati bilan bitta saralash tartibiga joylashtirildi.

Yondashuvning chegaralari aniq. Formulalar ko‘p fazali oqimni, CO_2 ning qatlam suvida erishini, qoplovchi jins mineral tarkibining o‘zgarishini va uzilishdagi ishqalanish mezonini to‘liq tasvirlamaydi. Kapillyar bosim laboratoriya sharoitida aniqlanishi, zichliklar esa qatlam temperaturasi va bosimida olinishi kerak. Uzilishlar kesib o‘tgan obyektlar uchun birlashtirilgan gidrodinamik–geomekanik model, quduq sementining germetiklik sinovi va davriy monitoring zarur [1, 6]. Shuning uchun baholash quduq yoki konni yakuniy tanlash qarori emas, balki keyingi tadqiqot dasturini asoslovchi dastlabki filtr sifatida qo‘llanadi.

Qashqadaryo hududidagi gazkondensat konlarida usulni amaliy sinashning birinchi qadami arxiv seysmik materiallari, bosim dinamikasi va tugatilgan quduqlar reyestrini yagona fazoviy ma’lumotlar bazasiga kiritish bo‘lishi mumkin. Keyin yoriq zonalariga yaqin va uzoq maydonchalarni alohida modellash, qoplovchi jins namunalari bo‘yicha kapillyar sinovlar o‘tkazish maqsadga muvofiq. Bunda kon nomlari bo‘yicha CO_2 saqlash imkoniyati oldindan tasdiqlanmaydi: mahalliy geologik sharoit hamda loyihaviy xavfsizlik mezonlari asosida alohida xulosa talab etiladi.

Xulosa. Ishlatilgan gazkondensat konlarida CO_2 geologik saqlash istiqbolini faqat bo‘shagan g‘ovak hajmi bilan baholash ilmiy jihatdan yetarli emas. Qoplovchi qatlamning uzluksizligi, tektonik buzilishlar, eski quduqlar va haydash bosimi birgalikda tekshirilishi zarur. Taklif etilgan M_c va M_f ko‘rsatkichlari uchta shartli ssenariyda turli xavflarni ajratib berdi: A variant ikkala dastlabki shartni bajardi, B kapillyar to‘siq, C esa mexanik barqarorlik bo‘yicha cheklovga uchradi. Usul geologik ma’lumot yetishmayotgan nuqtalarni aniqlash va qo‘shimcha tadqiqotlarni ustuvorlashtirishga xizmat qiladi; uning amaliy qo‘llanishi haqiqiy dala o‘lchovlari va kalibrlangan model bilan tasdiqlanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] National Energy Technology Laboratory. Best Practices: Site Screening, Site Selection, and Site Characterization for Geologic Storage Projects. DOE/NETL-2017/1844. 2017. https://www.netl.doe.gov/node/5829

[2] Bachu S. Screening and ranking of sedimentary basins for sequestration of CO_2 in geological media in response to climate change. Environmental Geology. 2003;44:277–289. DOI: 10.1007/s00254-003-0762-9.

[3] Saffou E., Gholami R., Raza A., Mahmoud M., Manzi M.S.D., Durrheim R. A one-way coupled geomechanical model for CO_2 storage in faulted depleted gas reservoirs. Gas Science and Engineering. 2023;120:205143. DOI: 10.1016/j.jgsce.2023.205143.

[4] Weber U.W., Rinaldi A.P., Roques C. va boshq. In-situ experiment reveals CO_2 enriched fluid migration in faulted caprock. Scientific Reports. 2023;13:17006. DOI: 10.1038/s41598-023-43231-6.

[5] Gasda S.E., Bachu S., Celia M.A. Spatial characterization of the location of potentially leaky wells penetrating a deep saline aquifer in a mature sedimentary basin. Environmental Geology. 2004;46:707–720. DOI: 10.1007/s00254-004-1073-5.
[6] Rutqvist J. The geomechanics of CO_2 storage in deep sedimentary formations. Geotechnical and Geological Engineering. 2012;30:525–551. DOI: 10.1007/s10706-011-9491-0.
[7] Ringrose P. How to Store CO_2 Underground: Insights from Early-Mover CCS Projects. Springer, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-33113-9.

CHEKLI O‘TKAZUVCHANLIKKA EGA GIDRAVLIK YORIQ BILAN JIHOZLANGAN VERTIKAL QUDUQ PRODUKTIVLIGI VA OQIM TAQSIMOTINI BAHOLASH

Ergashev Olim Raxmatullayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston
e-mail: olimergashev459@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada vertikal neft quduqlarida gidravlik yorish natijasida hosil bo‘ladigan chekli o‘tkazuvchanlikka ega yoriqning quduq produktivligi va oqim taqsimotiga ta’siri yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi yoriq o‘tkazuvchanligi, uning yarim uzunligi va qatlam geometriyasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni umumlashtirish hamda debitni prognozlashda hisobga olinishi zarur bo‘lgan omillarni belgilashdan iborat. Materiallar sifatida neft qatlamidagi barqaror va nostatsionar oqimni tavsiflovchi matematik modellar, Darcy qonuniga asoslangan filtratsiya munosabatlari va chop etilgan sonli modellashtirish natijalari ko‘rib chiqildi. Natijalar yoriq o‘tkazuvchanligi pasayganda oqimning quduqqa yaqin qismda to‘planish tendensiyasi kuchayishini, yuqori o‘tkazuvchanlikda esa yoriqning uzoq qismlari ham oqimga sezilarli hissa qo‘shishini ko‘rsatadi. Manbada past o‘tkazuvchanlik holatida umumiy oqimning taxminan 70 foizi yoriqning quduqqa yaqin yarmidan, CfD 300 dan yuqori bo‘lganda esa oqimning qariyb uchdan ikki qismi uzoq yarmidan kelishi qayd etilgan. Xulosa sifatida, quduq debitini ishonchli baholashda yoriq geometriyasi bilan birga uning o‘tkazuvchanligi va vaqt bo‘yicha bosim dinamikasini hisobga olish lozim.

Kalit so‘zlar: gidravlik yorish, quduq produktivligi, chekli o‘tkazuvchanlik, neft debiti, filtratsiya, bosim dinamikasi.

Аннотация. В статье рассматривается влияние трещины конечной проводимости, создаваемой гидравлическим разрывом пласта, на продуктивность вертикальной нефтяной скважины и распределение притока. Цель работы — обобщить взаимосвязь проводимости трещины, её полудлины и геометрии пласта, а также определить параметры, существенные для прогнозирования дебита. В качестве материала рассмотрены математические модели стационарного и нестационарного притока, соотношения фильтрации на основе закона Дарси и опубликованные результаты численного моделирования. Показано, что при снижении проводимости возрастает доля потока, поступающего из участка трещины вблизи ствола, тогда как при высокой проводимости заметный вклад обеспечивают удалённые участки. В исходных результатах указано, что при низкой проводимости около 70 процентов потока поступает из ближней половины трещины, а при CfD выше 300 примерно две трети общего притока формируется дальней половиной. Сделан вывод о необходимости совместного учёта геометрии трещины, её проводимости и временной динамики давления при оценке продуктивности.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, продуктивность скважины, конечная проводимость, дебит нефти, фильтрация, динамика давления.

Abstract. This article examines how a finite-conductivity hydraulic fracture affects the productivity of a vertical oil well and the distribution of inflow along the fracture. The objective is to summarize the relationships between fracture conductivity, fracture half-length, and reservoir

geometry, and to identify parameters relevant to production-rate prediction. The study draws on mathematical models of steady and transient flow, Darcy-based filtration relationships, and published numerical simulation results. The reported trends indicate that lower fracture conductivity concentrates a larger share of inflow near the wellbore, whereas high conductivity allows more distant fracture sections to contribute substantially. The source reports that approximately 70 percent of total inflow comes from the near half of a low-conductivity fracture, while about two-thirds comes from the far half when the dimensionless conductivity exceeds 300. The article concludes that reliable productivity assessment requires joint consideration of fracture geometry, conductivity, and time-dependent pressure behavior.
Keywords: hydraulic fracturing, well productivity, finite conductivity, oil production rate, filtration, pressure transient.

Kirish. Neft qazib olish samaradorligi qatlamning filtratsion xususiyatlari, bosim holati, quduqning konstruktiv parametrlari va quduq tubi zonasining shikastlanganlik darajasiga bog‘liq. O‘tkazuvchanligi past kollektorlar hamda drenajlanishi qiyin bo‘lgan qatlamlarda gidravlik yorish qo‘llanib, quduq bilan qatlam o‘rtasidagi oqim aloqasini kuchaytirish ko‘zda tutiladi. Biroq yoriqning hosil bo‘lishi o‘z-o‘zidan yuqori debitni kafolatlamaydi: yoriq ichidagi bosim yo‘qotilishi, o‘tkazuvchanlikning chekli qiymati va oqimning yoriq bo‘ylab notekis taqsimlanishi yakuniy natijaga ta’sir qiladi.

Shu sababli vertikal quduq produktivligini baholashda yoriqni cheksiz o‘tkazuvchan kanal deb qabul qilish har doim ham yetarli emas. Yoriq o‘tkazuvchanligi, yarim uzunligi, qatlamning shakl koeffitsiyenti va vaqt bo‘yicha bosim o‘zgarishini birgalikda hisobga oluvchi modellar texnologik yechimni tanlash hamda debitni prognozlash uchun muhimdir.

Materiallar va usullar. Maqola gidravlik yorish bilan jihozlangan vertikal quduqning produktivligini hisoblash va yoriq bo‘ylab oqim taqsimotini aniqlashga bag‘ishlangan ikki ilmiy ishda berilgan matematik yondashuvlarni umumlashtirish asosida tayyorlandi. Ko‘rib chiqilgan modellarda qatlam bir jinsli, qalinligi doimiy, yuqori va pastki chegaralari o‘tkazmaydigan deb qaraladi; suyuqlik siqilmaydigan muhit sifatida tavsiflanadi. Filtratsiya Darcy qonuni bilan ifodalanadi, yoriq esa uzunligi bo‘ylab chekli o‘tkazuvchanlikka ega element sifatida qaraladi.

Darcy qonunining umumiy ko‘rinishi quyidagicha ifodalanadi:

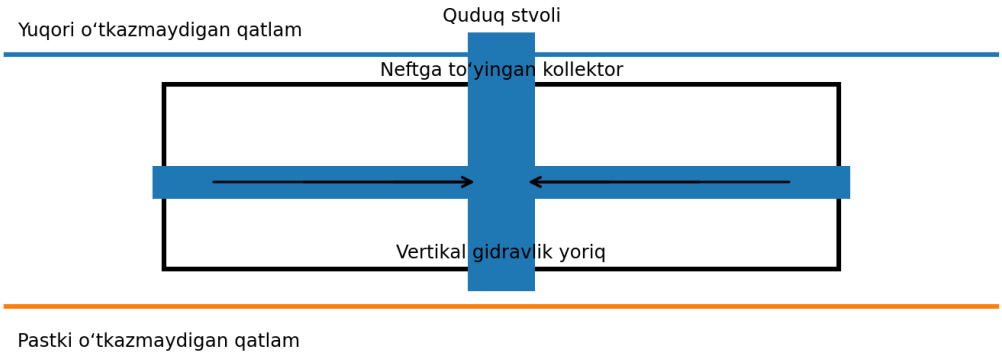
$$q = -(kA/\mu)(dp/dx)$$

Bu yerda q — hajmiy oqim sarfi, k — kollektor o‘tkazuvchanligi, A — oqim kesim yuzasi, μ — suyuqlik qovushqoqligi, dp/dx — bosim gradienti. Yoriq ichidagi oqim uchun o‘xshash bog‘lanish qo‘llanadi, biroq yoriq o‘tkazuvchanligi qatlamnikidan farq qilishi va yoriq bo‘ylab bosim yo‘qotilishi yuz berishi mumkin. Shuning uchun quduq produktivligi faqat yoriq uzunligiga emas, balki o‘tkazuvchanlikning nisbiy ko‘rsatkichiga ham bog‘liq.

Modelda asosiy o‘lchamsiz omillar sifatida yoriqning o‘lchamsiz o‘tkazuvchanligi CfD, yoriq yarim uzunligining drenaj maydoni o‘lchamiga nisbati va qatlam maydonining tomonlar nisbati qaraladi. Nostatsionar rejimni tahlil qilishda esa vaqtga bog‘liq bosim va oqimning yoriq bo‘ylab o‘zgarishi hisobga olinadi.

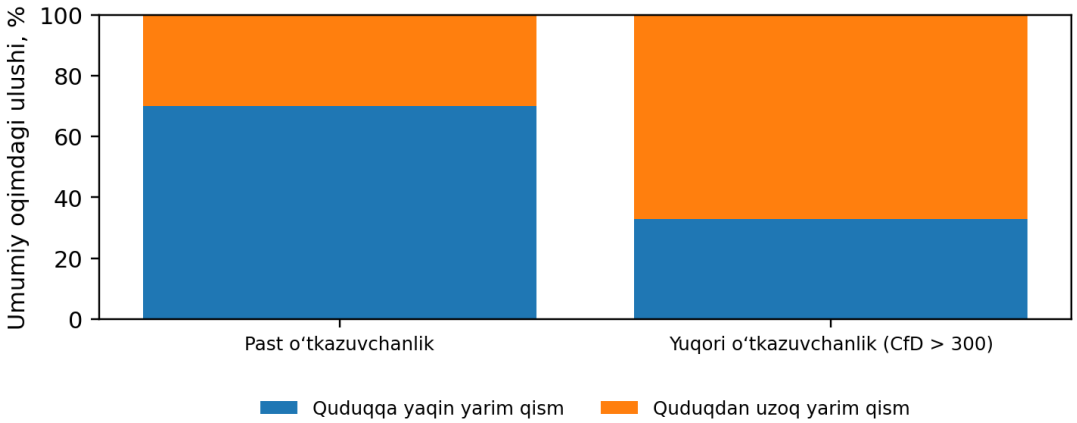
Natijalar va muhokama. Chekli o‘tkazuvchanlikka ega yoriq uchun produktivlik koeffitsiyenti yoriq uzunligi, uning o‘tkazuvchanligi va qatlam geometriyasining birgalikdagi ta’sirini aks ettiradi. O‘tkazuvchanlik yetarli bo‘lmaganida quduq stvoliga yaqin qismda bosim yo‘qotilishi ortib, yoriqning uzoq qismlaridan suyuqlik olib kelish imkoniyati cheklanadi. O‘tkazuvchanlik yuqori bo‘lganda esa yoriqning uzoq segmentlari ham oqimga samarali qo‘shilishi mumkin.

Nostatsionar modellashtirish natijalarida vaqtning dastlabki bosqichlarida oqim zichligi yoriq bo‘ylab nisbatan bir tekis taqsimlanishi mumkinligi, keyingi bosqichlarda esa bosim maydoni va yoriq o‘tkazuvchanligiga bog‘liq ravishda taqsimot o‘zgarishi ko‘rsatilgan. Yuqori o‘tkazuvchanlikda yoriqning quduqdan uzoq yarmi umumiy oqimning taxminan uchdan ikki qismini ta’minlashi qayd etilgan. Past o‘tkazuvchanlikda esa oqimning qariyb 70 foizi quduqqa yaqin yarim qismdan keladi. Bu ko‘rsatkichlar aniq kon uchun universal qiymat emas, balki ko‘rib chiqilgan model sharoitidagi natijalardir.



1-rasm

Vertikal quduq va qatlamdagi gidravlik yoriqning konseptual sxemasi.



2-rasm

Yoriq o‘tkazuvchanligiga qarab oqimning yaqin va uzoq yarim qismlar bo‘yicha taqsimlanishi. Grafik manbada keltirilgan taxminiy ulushlar asosida tuzilgan.

1-jadval

Quduq produktivligini baholashda hisobga olinadigan asosiy omillar

Omil	Modeldagi ahamiyati	Amaliy talqin
Yoriq o‘tkazuvchanligi	Yoriq ichidagi bosim yo‘qotilishini belgilaydi	Past qiymatda oqim quduqqa yaqin qismda ko‘proq jamlanadi
Yoriq yarim uzunligi	Qatlam bilan aloqa maydoniga ta’sir qiladi	Uzoq segmentlar oqimga qo‘shilishi uchun yetarli o‘tkazuvchanlik zarur
Qatlam geometriyasi	Drenaj maydoni va chegaraviy shartlarni belgilaydi	Kvadrat va cho‘zinchoq maydonlarda produktivlik farqlanishi mumkin
Vaqt va bosim dinamikasi	Nostatsionar oqimning o‘zgarishini tavsiflaydi	Baholashda vaqt bo‘yicha bosim o‘lchovlari muhim
Quduq tubi zonasining holati	Oqimga qo‘shimcha qarshilik kiritishi mumkin	Yoriq samarasi yaqin zona shikastlanishi bilan cheklanishi mumkin

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, yoriqning geometrik o‘lchamlarini oshirishning o‘zi yetarli mezon emas. Yoriq bo‘ylab bosim yo‘qotilishi yuqori bo‘lsa, uning uzoq qismidagi qatlam suyuqligi quduqqa yetib kelishida cheklanishlar yuzaga keladi. Shu bois loyihalashda yoriq o‘tkazuvchanligini ta’minlash, propantning joylashuvi va yoriqning ishchi holatini baholash zarur. Model natijalarini amaliyotga

tatbiq etishda qatlamning bir jinsliligi, siqiluvchanlik, suyuqlik xossalari va tashqi chegaralarning ta’siri bo‘yicha qabul qilingan farazlar ham tekshirilishi lozim.

Xulosa. Chekli o‘tkazuvchanlikka ega gidravlik yoriq bilan jihozlangan vertikal quduq produktivligini baholashda yoriq uzunligi bilan bir qatorda uning o‘tkazuvchanligi, qatlam geometriyasi va vaqt bo‘yicha bosim dinamikasini hisobga olish zarur. O‘tkazuvchanlik pasayganda oqimning quduqqa yaqin qismda jamlanishi kuchayadi; yuqori o‘tkazuvchanlik esa yoriqning uzoq segmentlarini ham oqimga jalb etadi.

Manbada keltirilgan sonli modellashtirish natijalariga ko‘ra, past o‘tkazuvchanlik sharoitida oqimning taxminan 70 foizi yoriqning yaqin yarim qismidan, CfD 300 dan yuqori bo‘lgan holatda esa qariyb uchdan ikki qismi uzoq yarim qismidan keladi. Ushbu nisbatlar modelga xos bo‘lib, muayyan kon uchun bevosita ko‘chirilmasligi kerak. Ishonchli prognoz uchun qatlam parametrlari, yoriq geometriyasi va gidrodinamik tadqiqotlar natijalarini birgalikda qo‘llash tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Фаик С. А. Определение продуктивности вертикальной скважины с трещиной конечной проводимости. Нефть и газ. 2017. № 6. С. 106–112.
2. Фаик С. А., Альшейхли М. Д. З. Определение распределения дебита вертикальной скважины с трещиной ГРП конечной проводимости. Нефть и газ. 2018. № 3. С. 69–73.
3. Cinco-Ley H., Samaniego V., Dominguez A. N. Transient Pressure Behavior for a Well with a Finite-Conductivity Vertical Fracture. SPE Journal. 1978.
4. Gringarten A. C., Ramey H. J., Raghavan R. Unsteady-State Pressure Distributions Created by a Well with a Single Infinite-Conductivity Vertical Fracture. SPE Journal. 1974.
5. Ramey H. J., Cobb W. M. A General Pressure Buildup Theory for a Well in a Close Drainage Area. Journal of Petroleum Technology. 1971.

GIDRAVLIK YORISH TEXNOLOGIYASINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH VA QUDUQ TUBI ZONASI O‘TKAZUVCHANLIGINI TIKLASH

Ergashev Olim Raxmatullayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston
olimergashev459@gmail.com
e-mail: olimergashev459@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada neft quduqlari mahsuldorligini oshirishda gidravlik yorish texnologiyasining o‘rni va undan keyin qatlamning quduq tubi zonasida o‘tkazuvchanlik pasayishiga olib keluvchi omillar yagona texnologik yondashuv doirasida yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi yorish suyuqligi va proppantni tanlash mezonlarini, gel qoldiqlari ta’sirida bloklovchi qatlam paydo bo‘lishini hamda o‘tkazuvchanlikni tiklash yo‘llarini umumlashtirishdan iborat. Manbalarda keltirilgan geologik tavsiflar, laboratoriya kuzatuvlari va kon sinovlari o‘zaro bog‘liq texnologik jarayon sifatida ko‘rib chiqilgan. Yorish suyuqligi, gel, proppant va qatlam flyuidlarining o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘lishi mumkin bo‘lgan yuqori qovushqoqli bloklovchi qatlamning salbiy ta’siri ochib berilgan. Texnologik suyuqlikni tanlashda qovushqoqlik, termik barqarorlik, qatlam suvi bilan moslik, gelning parchalanishi hamda proppant mustahkamligini birgalikda baholash zarurligi asoslangan. Manbalarda maxsus reagent bilan ishlov berish ayrim quduqlarda debitni 25–30 foizga oshirgani qayd etilgan. Natijalar asosida laboratoriya sinovlari, quduqdagi tekshiruv va iqtisodiy baholashni ketma-ket bajarish tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: gidravlik yorish, neft qazib olish, proppant, yorish suyuqligi, gel destruksiyasi, bloklovchi qatlam, quduq tubi zonasi, o‘tkazuvchanlik.

Аннотация. В статье в рамках единого технологического подхода рассмотрены гидравлический разрыв пласта как метод повышения продуктивности нефтяных скважин и причины снижения проницаемости призабойной зоны после обработки. Цель работы состоит в обобщении критериев выбора жидкости разрыва и проппанта, механизма образования

блокирующего слоя и подходов к восстановлению фильтрационных свойств. Использованы технологические описания, лабораторные наблюдения и промысловые результаты, приведенные в двух исходных публикациях. Особое внимание уделено образованию высоковязкого блокирующего слоя вследствие взаимодействия геля-носителя проппанта, пластовой воды, углеводородов и механических примесей. Показано, что оценивать следует не только вязкость и способность жидкости переносить проппант, но также термостабильность, совместимость с пластовыми флюидами, полноту разрушения геля и прочность проппанта. Сильнокислотная обработка может иметь ограничения из-за потенциального воздействия на проппант и породу. По приведенным промысловым данным обработка специальным реагентом обеспечивала увеличение дебита отдельных скважин на 25–30 %. Для применения технологии на конкретном месторождении предложена последовательность лабораторной проверки, промыслового испытания и экономической оценки.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, добыча нефти, проппант, жидкость разрыва, деструкция геля, блокирующий слой, призабойная зона, проницаемость.

Abstract. This article integrates two related aspects of well stimulation: hydraulic fracturing as a method for increasing oil production and the reduction of near-wellbore permeability that may occur after treatment. The aim is to summarize criteria for selecting fracturing fluids and proppants, explain how a blocking layer can form, and outline approaches for restoring flow capacity. The synthesis is based on technical descriptions, laboratory observations and field results reported in the two source publications. It considers the interaction of proppant-carrying gel, formation water, hydrocarbons and mechanical impurities, which can produce a viscous blocking layer on rock surfaces and within fractures. The article emphasizes that fluid selection must account not only for viscosity and proppant transport, but also for thermal stability, compatibility with formation fluids, gel-break performance and proppant strength. Strong-acid treatments may be limited by possible damage to proppant grains and the formation matrix. Field results reported in the sources indicate that treatment with a specialized reagent increased the production rate of selected wells by 25–30%. A practical workflow links laboratory compatibility testing, confirmation of blocking, field treatment and economic evaluation before wider implementation.

Keywords: hydraulic fracturing, oil production, proppant, fracturing fluid, gel breaking, blocking layer, near-wellbore zone, permeability.

Kirish. Neft qatlamlarida tabiiy filtratsiya imkoniyatlari cheklangan yoki qoldiq zaxiralarni o‘zlashtirish murakkab bo‘lgan sharoitlarda gidravlik yorish quduq mahsuldorligini oshirishning muhim usullaridan biridir. Qatlamga bosim ostida suyuqlik yuborilishi natijasida yoriqlar hosil bo‘ladi, proppant esa ularning yopilib qolishiga qarshilik ko‘rsatib, uglevodorodlar oqimi uchun qo‘shimcha yo‘llarni saqlaydi. Biroq texnologiyaning natijasi faqat yoriq hosil qilish bilan belgilanmaydi. Yorish suyuqligi va qatlam flyuidlari o‘rtasidagi fizik-kimyoviy jarayonlar, gelning yetarlicha parchalanmasligi hamda mexanik aralashmalar quduq tubi zonasida o‘tkazuvchanlikni pasaytirishi mumkin.

Shuning uchun gidravlik yorishni rejalashtirish va undan keyingi quduqni o‘zlashtirish yagona tizim sifatida qaralishi kerak. Ushbu maqolaning maqsadi yorish suyuqligi va proppantni tanlash mezonlarini, bloklovchi qatlam hosil bo‘lish mexanizmini hamda qatlam o‘tkazuvchanligini tiklash uchun qo‘llanadigan reagentli ishlov yondashuvini umumlashtirishdan iborat.

Materiallar va usullar. Ishda taqdim etilgan ikki ilmiy manbadagi texnologik tavsiflar, laboratoriya kuzatuvlari va kon sinovlari natijalari birlashtirildi. Gidravlik yorish suyuqliklari suv asosidagi gel, viskoelastik sirt-faol moddalar asosidagi tarkib, uglevodorod geli va kislota bilan yorish uchun mo‘ljallangan suyuqliklar sifatida ko‘rib chiqildi. Ularni tanlashda qovushqoqlikning siljish tezligi va haroratga bog‘liqligi, kalsiy va magniy ionlari miqdori, neft bilan moslik, termik barqarorlik va

destruksiya tezligi hisobga olinadi. Proppant uchun esa donalarning mustahkamligi, granulometrik tarkibi, sferikligi, dumaloqligi, kislotalarda eruvchanligi va aralashmalar ulushi muhim hisoblanadi. Quduq tubi zonasining ifloslanishini baholashda yorishdan keyingi mahsulot namunalari, gel qoldiqlari va emulsiya hosil bo‘lishi kuzatiladi. Reagent tanlashdan oldin laboratoriyada gelni parchalash samarasi, proppantga ta’siri va quduq mahsulotini tayyorlash jarayoniga mosligi tekshiriladi. Keyingi bosqichda quduqning gidrodinamik ko‘rsatkichlari va debitidagi o‘zgarishlar nazorat qilinadi. Keltirilgan manbalarda laboratoriya va dala sharoitidagi natijalar bayon qilingan; ushbu maqolada yangi tajriba o‘tkazilgani yoki yangi miqdoriy natijalar olingani da’vo qilinmaydi.

Natijalar va muhokama. Gidravlik yorishning samarasi qatlamning geologik tuzilishi va texnologik suyuqlik xususiyatlariga bog‘liq. Yorish suyuqligining qovushqoqligi proppantni yoriq bo‘ylab tashishga yordam beradi, ammo ishlovdan keyin gelning tez va yetarli parchalanishi ham talab etiladi. Agar gel qoldiqlari qatlam suvi, uglevodorodlar va mexanik zarrachalar bilan birikib yuqori qovushqoqli massa hosil qilsa, u g‘ovaklar hamda yoriq yuzasida bloklovchi qatlam shakllantirishi mumkin. Natijada rejalashtirilgan debitga erishilmaydi, suv-neft emulsiyasini ajratish va mahsulotni tayyorlash murakkablashadi.

1-jadval

Gidravlik yorishdagi asosiy komponentlar va tanlash mezonlari

Komponent	Asosiy vazifasi	Muhim nazorat mezonlari
Yorish suyuqligi	Bosim uzatish va yoriqni rivojlantirish	Qovushqoqlik, haroratga chidamlilik, qatlam suvi bilan moslik
Gel va destruktor	Proppantni tashish, keyin gelni parchalash	Parchalanish darajasi va vaqti, qoldiq qovushqoqlik
Proppant	Yoriq o‘tkazuvchanligini saqlash	Siqilishga mustahkamlik, donadorlik, sferiklik, kislota ta’siri
Quduqni tozalash reagenti	Bloklovchi qatlamni parchalash va chiqarish	Gelga ta’sirchanlik, proppant va qatlamga zarar yetkazmaslik

Proppant tanlashda faqat boshlang‘ich mustahkamlikka qarash yetarli emas. Keltirilgan taqqoslashda CarboProp va BORPROP nisbatan yuqori mustahkamlik ko‘rsatgan, ForeLWP hamda ForeProp esa forsterit asosiga ega bo‘lgani sababli kislota aralashmalariga kimyoviy barqarorligi cheklangan. HAIHUA namunasi bo‘yicha tabiiy radionuklidlar faolligi oshganligi qayd etilgan. Demak, tanlov geologik sharoit, yorish suyuqligi va keyingi kimyoviy ishlov bilan birgalikda bajarilishi lozim.

Bloklovchi qatlamni yo‘qotish uchun yorish suyuqligini takomillashtirish, uni muayyan qatlamga mos tanlash yoki quduq tubi zonasiga maxsus reagent yuborish mumkin. Universal destruktor yaratish qiyin, chunki gel tarkibi, plast harorati, bosim, suvning ion tarkibi va qatlam minerallari turlicha bo‘ladi. An’anaviy kuchli kislotalar gelni parchalay olishi bilan birga proppant donalariga va qatlam matritsasiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi ehtimoli bor. Shu sababli reagentning gelni parchalashi bilan birga proppantga ta’sir qilmasligi ham alohida sinovdan o‘tkazilishi zarur.



1-rasm. Gidravlik yorish samaradorligini oshirish va quduq tubi zonasini tiklashning umumlashtirilgan ketma-ketligi

2-jadval

Manbalarda qayd etilgan ayrim texnologik ko‘rsatkichlar

Ko‘rsatkich	Manbada keltirilgan qiymat	Talqin
Qatlam g‘ovakligi, ayrim G‘arbiy Sibir kollektorlarida	15–19 % gacha	Geologik tavsif; barcha qatlamlar uchun umumiy emas
Qatlam o‘tkazuvchanligi, ayrim obyektlarda	1–5 mD yoki 0,05 mkm² gacha	Manbalarda turli konlar uchun berilgan alohida qiymatlar
Proppant miqdori, ayrim yorish ishlari uchun	100–200 t	Qatlam va yoriq loyihasiga bog‘liq
Reagentli ishlovdan keyingi debit o‘sishi	25–30 %	Ayrim quduqlarda qayd etilgan dala natijasi
Ayrim to‘rtta quduq bo‘yicha keltirilgan o‘rtacha debit ortishi	28,1 m³/kun	Boshqa kon va vaqt oralig‘iga oid alohida misol

Jadvaldagi raqamlar turli konlar va turli texnologik vaziyatlardan olinganligi sababli ularni bevosita bir-biri bilan taqqoslash yoki barcha quduqlar uchun kafolatlangan natija sifatida qabul qilish mumkin emas. Masalan, reagentli ishlovdan so‘ng 25–30 foizlik debit o‘sishi muayyan quduqlarda qayd etilgan. Bu ko‘rsatkichni boshqa konlarda kutishdan oldin bloklovchi qatlam mavjudligini tasdiqlash, laboratoriya moslik sinovlarini o‘tkazish va iqtisodiy maqsadga muvofiqlikni hisoblash lozim.

Shu asosda amaliy ishlar quyidagi tartibda tashkil etilishi maqsadga muvofiq: avval qatlamning geologik va filtratsion xususiyatlari aniqlanadi; keyin yorish suyuqligi hamda proppant mosligi tekshiriladi; ishlovdan so‘ng quduq mahsulotida gel qoldig‘i va emulsiya belgilari baholanadi; bloklovchi qatlam tasdiqlansa, bir nechta reagent laboratoriyada solishtiriladi; so‘ng tajriba-sanoat ishlovi bajarilib, debit va mahsulotni tayyorlash sifati o‘lchanadi. Bunday ketma-ketlik texnologik xatolar va asossiz reagent sarfini kamaytirishga yordam beradi.

Xulosa. Gidravlik yorish samaradorligi yoriq hosil qilish, uni proppant bilan mustahkamlash va ishlovdan keyin qatlam o‘tkazuvchanligini saqlash jarayonlarining uyg‘unligiga bog‘liq. Yorish geli va qatlam flyuidlari o‘zaro ta’sirlashganda hosil bo‘ladigan yuqori qovushqoqli bloklovchi qatlam debitni pasaytirishi hamda neftni tayyorlashni qiyinlashtirishi mumkin. Shu sababli suyuqlik va proppantni tanlash bilan bir qatorda gel destruksiyasi, reagentning proppantga ta’siri va qatlam mahsuloti bilan mosligi tekshirilishi zarur. Manbalarda maxsus reagent bilan ishlov berilganda ayrim quduqlarda debit 25–30 foizga oshgani qayd etilgan. Natijani boshqa obyektlarga tatbiq etish uchun laboratoriya sinovlari, kon sharoitidagi tekshiruv va iqtisodiy baholash ketma-ket amalga oshirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Volkova M. A., Petukhova E. V. Gidravlik yorish — neft qazib olishni jadallashtirishning yuqori samarali usuli. Uspexi v khimii i khimicheskoy tekhnologii. 2023. T. XXXVII. № 4. B. 52–54.
2. Musakaev N. G., Akhmetzyanov R. R. Quduq tubi zonasining o‘tkazuvchanligini haydalayotgan va qatlam flyuidlarining o‘zaro ta’sirida pasayishi. Neft i gaz. 2017. № 4. B. 70–73.
3. Magadova L. A., Silin M. A., Glushchenko V. N. Neft koni kimyosi: gidravlik yorish uchun texnologik jihatlar va materiallar. Moskva: Gubkin nomidagi Rossiya davlat neft va gaz universiteti, 2012. 423 b.
4. Economides M., Oligney R., Valkó P. Gidravlik yorishning yagona loyihasi: nazariyadan amaliyotga. Moskva–Izhevsk: Kompyuter texnologiyalari instituti, 2007. 237 b.

MINTAQADA MAXSUS IQTISODIY ZONALARNING O‘RNI VA AHAMIYATI

Ergashev Olim Raxmatullayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston
e-mail: olimergashev459@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada mintaqaviy iqtisodiyotni rivojlantirishda maxsus iqtisodiy zonalarning o‘rni va ahamiyati tahlil qilinadi. Ushbu zonalarning investitsiyalarni jalb etish, sanoatni diversifikatsiyalash, yangi ish o‘rinlari yaratish, eksportni kengaytirish, mahalliy xomashyoni chuqur qayta ishlash va zamonaviy texnologiyalarni joriy etishdagi imkoniyatlari yoritiladi. O‘zbekiston Respublikasining maxsus iqtisodiy zonalar to‘g‘risidagi qonunchiligi hamda 2024–2025-yillarda qabul qilingan hujjatlar ko‘rib chiqiladi. Maqolada zonalar samaradorligini investitsiya hajmi bilangina emas, balki ish o‘rinlari sifati, mahalliy kooperatsiya, eksport, budjetga sof ta’sir va ekologik ko‘rsatkichlar orqali baholash taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: maxsus iqtisodiy zona, mintaqaviy rivojlanish, investitsiya, sanoat, eksport, bandlik, innovatsiya, infratuzilma, mahalliylashtirish, iqtisodiy samaradorlik.

Аннотация. В статье анализируются роль и значение специальных экономических зон в развитии региональной экономики. Рассматриваются их возможности по привлечению инвестиций, диверсификации промышленности, созданию рабочих мест, расширению экспорта, глубокой переработке местного сырья и внедрению современных технологий. Освещаются законодательство Республики Узбекистан о специальных экономических зонах и нормативные документы, принятые в 2024–2025 годах. Предлагается оценивать эффективность зон не только по объёму инвестиций, но и по качеству рабочих мест, развитию местной кооперации, экспорту, чистому бюджетному эффекту и экологическим показателям.

Ключевые слова: специальная экономическая зона, региональное развитие, инвестиции, промышленность, экспорт, занятость, инновации, инфраструктура, локализация, экономическая эффективность.

Abstract. This article examines the role and importance of special economic zones in regional economic development. It discusses their potential to attract investment, diversify industry, create jobs, expand exports, increase value-added processing of local resources, and introduce modern technologies. Uzbekistan’s legal framework on special economic zones and relevant legal acts adopted in 2024–2025 are reviewed. The article proposes evaluating zone performance not only by investment volume, but also by job quality, local supplier linkages, exports, net fiscal impact, and environmental indicators.

Keywords: special economic zone, regional development, investment, industry, exports, employment, innovation, infrastructure, localization, economic efficiency.

Kirish. Hududlar iqtisodiyotini rivojlantirish, ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish va investitsion faollikni oshirish zamonaviy iqtisodiy siyosatning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Maxsus iqtisodiy zonalar (MIZ) ushbu maqsadlarga erishish uchun qo‘llaniladigan hududiy-iqtisodiy mexanizmlardan hisoblanadi. Ular muayyan chegaralangan hududda investitsiya loyihalarini amalga oshirish, infratuzilmani rivojlantirish hamda tadbirkorlik uchun qonunchilikda belgilangan maxsus sharoitlarni taqdim etishga xizmat qiladi.

MIZlarning ahamiyati faqat korxonalarni joylashtirish yoki imtiyozlar berish bilan cheklanmaydi. Ular mahalliy ishlab chiqaruvchilarni xalqaro qiymat zanjirlariga ulash, texnologiyalar transferini rag‘batlantirish, kadrlar malakasini oshirish va hududning iqtisodiy ixtisoslashuvini kuchaytirishga ham yordam berishi mumkin. Biroq kutilgan natijalar avtomatik tarzda yuzaga kelmaydi: ular boshqaruv sifati, infratuzilma, bozor talabi va investitsiya loyihalarining iqtisodiy asoslanganligiga bog‘liq.

1. Maxsus iqtisodiy zonalarning mintaqaviy rivojlanishdagi o‘rni. Birinchidan, MIZlar investitsiyalarni jalb qilish uchun tashkiliy va infratuzilmaviy sharoit yaratadi. Tayyorlangan yer maydonlari, muhandislik-kommunikatsiya tarmoqlari va aniq ma’muriy tartiblar loyihalarni amalga oshirish muddatlarini qisqartirishi mumkin. Ikkinchidan, ular sanoatni diversifikatsiyalashga yordam beradi: xomashyoni dastlabki holatda sotish o‘rniga, uni qayta ishlab, yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Uchinchidan, zonalar bevosita va bilvosita bandlikni qo‘llab-quvvatlashi mumkin. Bevosita bandlik korxonalarda yaratilgan ish o‘rinlarini, bilvosita bandlik esa transport, logistika, ta’mirlash, ovqatlanish va boshqa xizmatlarga bo‘lgan talabni anglatadi. To‘rtinchidan, eksportga yo‘naltirilgan ishlab chiqarishlar mintaqa korxonalarining tashqi bozorlarga chiqishiga yordam beradi. Beshinchidan, xorijiy va mahalliy korxonalar hamkorligi texnologiya, sifat standartlari va boshqaruv tajribasining tarqalishiga xizmat qilishi mumkin.

Shu bilan birga, zonalar iqtisodiyotning qolgan qismidan uzilib qolmasligi kerak. Mahalliy korxonalar bilan yetkazib berish shartnomalari, kasb-hunar va oliy ta’lim muassasalari bilan hamkorlik, mahalliy mutaxassislarni tayyorlash va umumiy infratuzilmaga investitsiya kiritish MIZlarning hududiy samarasini kuchaytiradi.

2. O‘zbekiston qonunchiligi va zamonaviy siyosiy-huquqiy asoslar. O‘zbekistonda MIZlar faoliyatining asosiy huquqiy hujjati — 2020-yil 17-fevraldagi O‘RQ-604-son “Maxsus iqtisodiy zonalar to‘g‘risida”gi Qonundir. Qonun zonalarni tashkil etish, boshqarish, ishtirokchi maqomini olish, investitsiya loyihalariga talablar va maxsus rejim bilan bog‘liq munosabatlarni tartibga soladi [1].

2024-yil 5-dekabrdagi O‘RQ-1010-son Qonun maxsus iqtisodiy zonalar faoliyatini muvofiqlashtirish va boshqarish tizimini soddalashtirishga qaratilgan o‘zgartirishlarni nazarda tutadi. Hujjatda investitsiya loyihalarini joylashtirish qarorlarini maqbullashtirish va loyihalarni ko‘rib chiqish jarayonini takomillashtirish masalalari ko‘zda tutilgan [2].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 4-martdagi PF-41-son Farmoni maxsus iqtisodiy va sanoat zonalari samaradorligini oshirishga qaratilgan. Farmonda 2025-yil uchun investitsiya, ishlab chiqarish, eksport va bandlik bo‘yicha maqsadli ko‘rsatkichlar belgilangan. Ushbu ko‘rsatkichlar aynan 2025-yilga tegishli reja sifatida talqin qilinishi kerak; ular 2026-yil yakuniy natijalari deb qabul qilinmaydi [3].

Qonunchilik va davlat dasturlari tahlili shuni ko‘rsatadiki, zonalarni rivojlantirishda boshqaruv tartiblarini soddalashtirish bilan birga, loyihalarning iqtisodiy asoslanganligi, infratuzilma xarajatlari va erishilgan natijalarni ochiq monitoring qilish ham muhim.

3. MIZ samaradorligini baholash mezonlari. MIZ faoliyatini faqat o‘zlashtirilgan investitsiya hajmi bilan baholash biryoqlama xulosalarga olib kelishi mumkin. Investitsiyaning qanchasi real ishlab chiqarishga aylangani, korxonalar qancha vaqt davomida barqaror ishlayotgani va hudud iqtisodiyotiga qanday qo‘shimcha qiymat keltirayotgani ham o‘lchanishi lozim. Shuning uchun quyidagi mezonlar birgalikda qo‘llanishi maqsadga muvofiq:

— investitsiya loyihalarining reja va amaldagi bajarilishi, foydalanishga topshirilgan ishlab chiqarish quvvatlari;

— yangi doimiy ish o‘rinlari, o‘rtacha ish haqi, mahalliy kadrlar ulushi va kasbiy tayyorgarlik;

— eksport hajmi, eksport qiluvchi korxonalar soni va mahsulotlar bozorlarining diversifikatsiyasi;

— mahalliy yetkazib beruvchilardan xaridlar, mahalliylashtirish va korxonalararo kooperatsiya;

— soliq va boshqa tushumlar bilan solishtirilgan davlat infratuzilma xarajatlari hamda berilgan imtiyozlarning fiskal qiymati;

— energiya va suv sarfi, chiqindilar, emissiyalar va ekologik talablarning bajarilishi.

4. Mualliflik takliflari. 1. Har bir MIZ uchun uch yillik natijadorlik panelini joriy etish. Unda investitsiya, ishlab chiqarish, eksport, bandlik, mahalliy xaridlar va ekologik ko‘rsatkichlar choraklar kesimida e’lon qilinishi tavsiya etiladi. Ma’lumotlar imkon qadar bir xil metodika asosida hisoblanishi kerak.

2. Imtiyozlar samaradorligini alohida hisoblash. Har bir loyiha bo‘yicha berilgan soliq va bojxona yengilliklarining qiymati, yaratilgan qo‘shimcha qiymat, yangi ish o‘rinlari va budjetga ta’siri tahlil qilinishi lozim. Natijalar imtiyozlar bo‘yicha qarorlarni dalillarga asoslangan holda qayta ko‘rib chiqishga yordam beradi.

3. Mahalliy yetkazib beruvchilar dasturini yo‘lga qo‘yish. MIZ ishtirokchilari uchun mahalliy kichik va o‘rta korxonalar bilan uchrashuvlar, mahsulot sifati standartlari bo‘yicha maslahatlar va elektron yetkazib beruvchilar katalogini tashkil etish taklif qilinadi.

4. Kadrlar tayyorlashni ishlab chiqarish ehtiyojlariga bog‘lash. Zona direksiyalari, korxonalar va ta’lim muassasalari hamkorligida amaliyot, dual ta’lim va qisqa muddatli kasbiy kurslar tashkil etilishi maqsadga muvofiq.

5. “Yashil zona” tamoyillarini bosqichma-bosqich joriy etish. Energiya tejamkor uskunalar, qayta tiklanuvchi energiya, suvni qayta ishlatish, chiqindilarni saralash va ekologik auditni rag‘batlantirish tavsiya etiladi.

6. Infratuzilma investitsiyalarini talabga qarab rejalashtirish. Elektr, gaz, suv, kanalizatsiya, yo‘l va logistika quvvatlari istiqbolli loyihalar portfeli bilan muvofiqlashtirilib, foydalanilmayotgan infratuzilma xarajatlari kamaytirilishi kerak.

7. Hududning ixtisoslashuviga mos loyihalarni tanlash. Qashqadaryo kabi tabiiy resurslar va sanoat salohiyatiga ega hududlarda qayta ishlash, neft-gaz kimyosi, qurilish materiallari yoki qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash loyihalarini tanlashda bozor talabi, suv-energiya ta’minoti, logistika va ekologik xavflar birgalikda baholanishi lozim. Bu yo‘nalishlar hududiy tahlil bilan tasdiqlanishi kerak.

Taklif etilgan chora-tadbirlarning kutiladigan natijasi — MIZlar faoliyatini miqdoriy ko‘rsatkichlar bilan birga sifat ko‘rsatkichlari orqali ham baholash, davlat resurslaridan samarali foydalanish va zonalarning mahalliy iqtisodiyot bilan aloqalarini kuchaytirishdir.

Xulosa. Maxsus iqtisodiy zonalar mintaqaviy iqtisodiyotni rivojlantirish, investitsiyalarni jalb etish, sanoatni diversifikatsiyalash, eksportni kengaytirish va yangi ish o‘rinlarini yaratishda muhim vositadir. Biroq zonalarning uzoq muddatli natijasi imtiyozlar mavjudligidan ko‘ra, samarali boshqaruv, infratuzilma, malakali kadrlar, mahalliy ishlab chiqaruvchilar bilan kooperatsiya va ekologik mas’uliyatga ko‘proq bog‘liq.

Shu sababli MIZlarni baholashda investitsiya hajmi bilan bir qatorda yaratilgan qo‘shimcha qiymat, barqaror bandlik, eksport sifati, mahalliy xaridlar, budjetga sof ta’sir va ekologik natijalar hisobga olinishi zarur. Taklif etilgan monitoring va hamkorlik mexanizmlari zonalarning mintaqa iqtisodiyotiga real ta’sirini kuchaytirishga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 17-fevraldagi O‘RQ-604-son “Maxsus iqtisodiy zonalar to‘g‘risida”gi Qonuni. https://www.lex.uz/docs/-4737511

2. O‘zbekiston Respublikasining 2024-yil 5-dekabrdagi O‘RQ-1010-son Qonuni: “Maxsus iqtisodiy zonalar to‘g‘risida”gi Qonunga o‘zgartirish va qo‘shimchalar kiritish haqida. https://www.lex.uz/uz/acts/-7249426

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 4-martdagi PF-41-son Farmoni: “Maxsus iqtisodiy va sanoat zonalari faoliyatining samaradorligini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”. https://lex.uz/docs/-7420262

4. UNCTAD. World Investment Report 2019: Special Economic Zones. Geneva: United Nations, 2019. https://unctad.org/publication/world-investment-report-2019

5. Farole, T. Special Economic Zones in Africa: Comparing Performance and Learning from Global Experience. Washington, DC: World Bank, 2011.

6. Zeng, D. Z. Global Experiences with Special Economic Zones: Focus on China and Africa. Washington, DC: World Bank, 2015.

MAXSUS IQTISODIY ZONALARNI RIVOJLANTIRISHDA IQTISODIY RIVOJLANISHNING AHAMIYATI

Ergashev Olim Raxmatullayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston
e-mail: olimergashev459@gmail.com

Annotatsiya Ushbu tezisda maxsus iqtisodiy zonalarni rivojlantirishning mamlakat va hududlar iqtisodiy taraqqiyotidagi ahamiyati yoritilgan. Maxsus iqtisodiy zonalarning investitsiyalarni jalb qilish, sanoatni modernizatsiya qilish, yangi ish o'rinlarini yaratish, eksport salohiyatini oshirish va zamonaviy texnologiyalarni joriy etishdagi o'rni tahlil qilingan. Shuningdek, zonalar faoliyati samaradorligini oshirish, infratuzilmani takomillashtirish, mahalliy korxonalar bilan hamkorlikni kengaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlash bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: maxsus iqtisodiy zonalar, iqtisodiy rivojlanish, investitsiya, sanoat, eksport, bandlik, innovatsiya, infratuzilma, raqobatbardoshlik, barqaror rivojlanish.

Аннотация В тезисе рассматривается значение развития специальных экономических зон для экономического роста страны и регионов. Анализируется роль специальных экономических зон в привлечении инвестиций, модернизации промышленности, создании новых рабочих мест, увеличении экспортного потенциала и внедрении современных технологий. Предложены направления повышения эффективности деятельности зон, совершенствования инфраструктуры, расширения сотрудничества с местными предприятиями и обеспечения экологической устойчивости.

Ключевые слова: специальные экономические зоны, экономическое развитие, инвестиции, промышленность, экспорт, занятость, инновации, инфраструктура, конкурентоспособность, устойчивое развитие.

Abstract This thesis examines the importance of developing special economic zones for the economic growth of a country and its regions. It analyzes the role of special economic zones in attracting investment, modernizing industry, creating jobs, increasing export capacity, and introducing modern technologies. The thesis also proposes measures to improve the efficiency of these zones, develop infrastructure, strengthen cooperation with local enterprises, and promote environmental sustainability.

Keywords: special economic zones, economic development, investment, industry, exports, employment, innovation, infrastructure, competitiveness, sustainable development.

Kirish. Bugungi globallashuv sharoitida mamlakat iqtisodiyotining barqaror o'sishini ta'minlash, hududlarning ishlab chiqarish salohiyatidan samarali foydalanish va xalqaro bozorlarda raqobatbardoshlikni oshirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda maxsus iqtisodiy zonalar muhim iqtisodiy vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Maxsus iqtisodiy zonalar — muayyan hududda investitsiyalarni jalb etish, ishlab chiqarishni rivojlantirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va tadbirkorlik faoliyatini rag'batlantirishga qaratilgan alohida huquqiy hamda iqtisodiy sharoitlarga ega hududlardir. O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 17-fevraldagi O'RQ-604-sonli "Maxsus iqtisodiy zonalar to'g'risida"gi Qonuni ushbu zonalarni tashkil etish va rivojlantirishning huquqiy asoslarini belgilaydi.

Maxsus iqtisodiy zonalarning iqtisodiy rivojlanishdagi o'rni. Maxsus iqtisodiy zonalar mamlakat iqtisodiyotining tarkibiy o'zgarishlarini jadallashtirishga xizmat qiladi. Ularning faoliyati ishlab chiqarish quvvatlarini tashkil etish, investitsion loyihalarni amalga oshirish, yangi korxonalarni ishga tushirish va eksportbop mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish bilan chambarchas bog'liq.

Birinchidan, maxsus iqtisodiy zonalar mahalliy va xorijiy investitsiyalarni jalb etishga yordam beradi. Buning uchun investorlar uchun qulay ishbilarmonlik muhiti, zamonaviy infratuzilma, aniq huquqiy qoidalar va ma'muriy jarayonlarning soddalashtirilishi muhim ahamiyat kasb etadi.

Ikkinchidan, maxsus iqtisodiy zonalar sanoat tarmoqlarini modernizatsiya qilish va ishlab chiqarishni diversifikatsiyalash imkonini beradi. Zamonaviy uskunalar, raqamli boshqaruv tizimlari va innovatsion texnologiyalarning joriy etilishi mehnat unumdorligi hamda mahsulot sifatini oshirishi mumkin.

Uchinchidan, mazkur zonalar hududlarda bandlikni ta'minlashga ko'maklashadi. Yangi korxonalar tashkil etilishi natijasida ishlab chiqarish, logistika, servis va boshqa xizmat ko'rsatish sohalarida ish o'rinlari yaratiladi. Shu bilan birga, malakali mutaxassislarga talab ortib, kasbiy ta'lim va qayta tayyorlash tizimini rivojlantirishga ehtiyoj kuchayadi.

To'rtinchidan, maxsus iqtisodiy zonalar eksport salohiyatini oshirish uchun imkoniyat yaratadi. Raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarish, xalqaro standartlarni joriy etish va tashqi bozorlarga chiqish korxonalarning iqtisodiy faolligini kengaytiradi. UNCTAD hisobotida ham maxsus iqtisodiy zonalarning investitsiyalarni jalb qilish, sanoatlashtirish va xalqaro ishlab chiqarish zanjirlariga integratsiyalashuvdagi ahamiyati qayd etilgan.

Maxsus iqtisodiy zonalarni rivojlantirishning asosiy muammolari. Maxsus iqtisodiy zonalarning mavjudligi o'z-o'zidan yuqori iqtisodiy natijalarni kafolatlamaydi. Ularning samaradorligi boshqaruv sifati, infratuzilmaning tayyorligi, investitsiya loyihalarining iqtisodiy asoslanganligi va korxonalar faoliyatining natijadorligiga bog'liq.

Amaliyotda quyidagi muammolar uchrashi mumkin:

- muhandislik-kommunikatsiya va transport infratuzilmasining yetarli darajada rivojlanmaganligi;
- investitsiya loyihalarini tanlashda iqtisodiy samaradorlik mezonlariga yetarlicha e'tibor berilmasligi;
- mahalliy korxonalar bilan ishlab chiqarish kooperatsiyasining sustligi;
- malakali kadrlar va zamonaviy texnologiyalarga bo'lgan ehtiyoj;
- eksport bozorlariga chiqish va xalqaro standartlarni joriy etishdagi qiyinchiliklar;
- ekologik talablar va resurslardan oqilona foydalanish masalalariga yetarlicha e'tibor berilmasligi.

Maxsus iqtisodiy zonalar samaradorligini oshirish yo'nalishlari. Maxsus iqtisodiy zonalarning iqtisodiy rivojlanishga ta'sirini kuchaytirish uchun quyidagi yo'nalishlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq.

1. Investitsiya loyihalarini samaradorlik asosida tanlash. Loyihalarni baholashda kiritiladigan investitsiya hajmi bilan bir qatorda yaratiladigan ish o'rinlari, eksport tushumi, mahalliy xomashyodan foydalanish darajasi va qo'shilgan qiymat hisobga olinishi kerak.

2. Infratuzilmani rivojlantirish. Elektr energiyasi, tabiiy gaz, suv ta'minoti, oqova suvlarni tozalash, avtomobil va temir yo'l transporti hamda raqamli aloqa tizimlarini takomillashtirish korxonalar faoliyati uchun zarur shart hisoblanadi.

3. Mahalliy korxonalar bilan hamkorlikni kengaytirish. Maxsus iqtisodiy zonalardagi korxonalar bilan hududdagi kichik biznes va mahalliy ishlab chiqaruvchilar o'rtasida yetkazib berish zanjirlarini shakllantirish ichki iqtisodiy aloqalarni mustahkamlaydi.

4. Innovatsiyalar va raqamlashtirishni joriy etish. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish, raqamli boshqaruv tizimlari va energiya tejamkor texnologiyalardan foydalanish mahsulot tannarxini kamaytirish hamda mehnat unumdorligini oshirishga xizmat qiladi.

5. Kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish. Oliy ta'lim muassasalari, kasbiy ta'lim tashkilotlari va korxonalar o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish orqali zamonaviy ishlab chiqarish talablariga mos mutaxassislar tayyorlash mumkin.

6. Natijadorlik monitoringini yo'lga qo'yish. Zonalar faoliyatini investitsiyalar hajmi, eksport, bandlik, mehnat unumdorligi, mahalliylashtirish darajasi va ekologik ko'rsatkichlar asosida muntazam baholash lozim.

Mazkur chora-tadbirlar maxsus iqtisodiy zonalarning nafaqat alohida korxonalar, balki butun hudud iqtisodiyoti rivojiga qo'shadigan hissasini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, maxsus iqtisodiy zonalar mamlakat va hududlar iqtisodiyotini rivojlantirish, investitsiyalarni jalb etish, sanoat ishlab chiqarishini modernizatsiya qilish, eksport

salohiyatini kengaytirish va yangi ish o‘rinlarini yaratishda muhim ahamiyatga ega. Ular zamonaviy texnologiyalarni o‘zlashtirish, mahalliy korxonalar o‘rtasidagi kooperatsiyani kuchaytirish hamda hududlarning raqobatbardoshligini oshirish uchun imkoniyat yaratadi.

Biroq maxsus iqtisodiy zonalarning samaradorligi faqat soliq yoki boshqa imtiyozlar bilan belgilanmaydi. Bunda infratuzilma sifati, investitsiya loyihalarining iqtisodiy asoslanganligi, boshqaruv samaradorligi, malakali kadrlar bilan ta’minlanganlik va ekologik barqarorlik muhim o‘rin tutadi.

Shu sababli maxsus iqtisodiy zonalarni rivojlantirishda natijadorlikka asoslangan boshqaruv tizimini joriy etish, mahalliy ishlab chiqaruvchilar bilan hamkorlikni kengaytirish, eksportbop va yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarishni rag‘batlantirish zarur. Ushbu yo‘nalishlarni izchil amalga oshirish maxsus iqtisodiy zonalarning hududiy iqtisodiy o‘sishga qo‘shadigan hissasini oshirishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 17-fevraldagi O‘RQ-604-sonli “Maxsus iqtisodiy zonalar to‘g‘risida”gi Qonuni. – LexUZ. Rasmiy manba.

2. UNCTAD. World Investment Report 2019: Special Economic Zones. – Geneva: United Nations, 2019. Elektron manba.

3. UNCTAD. World Investment Report 2018: Investment and New Industrial Policies. – Geneva: United Nations, 2018. Hisobotlar sahifasi.

4. World Bank. Special Economic Zones: An Operational Review of Their Impacts. – Washington, DC: World Bank. Maxsus iqtisodiy zonalarning natijadorligini o‘rganishda qo‘shimcha metodik manba sifatida foydalanish mumkin.

5. Invest Uzbekistan. Maxsus iqtisodiy zonalar: qonunchilik va investitsiya muhiti. Rasmiy axborot manbasi.

6.

NEFT OLISHNI OSHIRISHDA QATLAMLARGA TIZIMLI TA’SIR KO‘RSATISH VA KO‘P QATLAMLI KONLARNI SAMARALI ISHLATISH

Ergashev Olim Raxmatullayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston
e-mail: olimergashev459@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ko‘p qatlamli va past o‘tkazuvchan kollektorli neft konlarida qoldiq zaxiralarni o‘zlashtirish samaradorligini oshirish uchun qatlamlarga tizimli ta’sir ko‘rsatish yondashuvi yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi gidravlik yorish, quduq tubi zonasini fizik-kimyoviy ishlash, reagentli deglinatsiya va yon stvollarni burg‘ilash usullarini yagona texnologik strategiyada uyg‘unlashtirish tamoyillarini asoslashdan iborat. Materiallar sifatida konlarda qo‘llangan usullar, quduqlar debiti bo‘yicha e’lon qilingan ko‘rsatkichlar hamda tizimli ishlov natijalari umumlashtirildi. Natijalar past o‘tkazuvchan qatlamlarda alohida quduqqa ta’sir ko‘rsatish bilan cheklanmasdan, haydovchi va qazib oluvchi quduqlarni o‘zaro bog‘langan tizim sifatida ko‘rib chiqish muhimligini ko‘rsatadi. Qatlamning geologik tuzilishi, qoldiq neft zaxiralari, suvlanganlik, gil miqdori va quduqlararo gidrodinamik aloqa usul tanlashda asosiy mezonlar hisoblanadi. Xulosa sifatida, tizimli ishlov geologik-texnologik sharoitlar bilan muvofiqlashtirilganda neft debiti va qatlam qamrovini oshirishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: neft bera olish koeffitsiyenti, tizimli ishlov, gidravlik yorish, quduq tubi zonasi, reagentli deglinatsiya, yon stvol.

Аннотация. В статье рассматривается системный подход к повышению эффективности извлечения остаточных запасов на многопластовых нефтяных месторождениях с низкопроницаемыми коллекторами. Цель работы состоит в обобщении принципов

совместного применения гидравлического разрыва пласта, физико-химической обработки призабойной зоны, реагентной разглинизации и бурения боковых стволов. В качестве материала использованы опубликованные промысловые данные о дебитах скважин, результатах обработки продуктивных интервалов и применении системного воздействия на добывающие и нагнетательные скважины. Показано, что выбор технологии должен учитывать геологическую неоднородность, остаточные извлекаемые запасы, обводнённость продукции, глинистость коллектора и гидродинамическую связь между скважинами. Отдельная обработка одной скважины не всегда отражает эффект на уровне участка, поэтому воздействие целесообразно планировать для связанной системы добывающих и нагнетательных скважин. Сделан вывод, что согласование методов по времени и по геолого-физическим условиям позволяет повысить результативность разработки и уменьшить риск нежелательного роста обводнённости.

Ключевые слова: коэффициент нефтеотдачи, системная обработка, гидравлический разрыв пласта, призабойная зона, реагентная разглинизация, боковой ствол.

Abstract. This article addresses a systematic approach to improving recovery of remaining oil reserves in multilayer fields with low-permeability reservoirs. The purpose is to combine hydraulic fracturing, physicochemical near-wellbore treatment, reagent-based clay removal, and sidetrack drilling into an integrated development strategy. The material comprises published field data on well production rates and reported outcomes of treatments applied to producing and injection wells. The synthesis indicates that technology selection should account for geological heterogeneity, remaining recoverable reserves, water cut, clay content, and interwell hydraulic communication. Treating a single well in isolation may not capture the response of the whole development area; therefore, interventions should be planned for a connected group of producing and injection wells. Hydraulic fracturing can connect poorly drained intervals, while selective perforation and reagent treatment can help restore near-wellbore conductivity where clay-related plugging is present. The conclusion is that coordinated treatment, selected according to reservoir properties and verified by hydrodynamic monitoring, can improve production performance while reducing the risk of premature water breakthrough.

Keywords: oil recovery factor, systematic treatment, hydraulic fracturing, near-wellbore zone, reagent-based clay removal, sidetrack drilling.

Kirish. Neft konlarining kechki ishlatish bosqichida qatlam bosimining pasayishi, mahsulot suvlanganligining ortishi va kollektorlarning notekis tuzilishi sababli dastlabki loyihaviy qazib olish darajasini saqlash qiyinlashadi. Ko‘p qatlamli konlarda bir quduq orqali bir nechta gorizontni ishlatish alohida qatlamlar bo‘yicha oqimni boshqarish va suv haydash ta’sirini baholashni murakkablashtiradi. Ayniqsa, gil-karbonat sementli, linzasimon va past o‘tkazuvchan kollektorlar tarkibidagi neftning bir qismi an’anaviy usullar bilan yetarli darajada drenajlanmay qolishi mumkin. Bunday sharoitda gidravlik yorish, quduq tubi zonasini kimyoviy ishlash, gil tiqinlarini reagentlar yordamida parchalash va yon stvollarni burg‘ilash bir-birini to‘ldiruvchi usullar hisoblanadi. Ularning samarasi faqat quduq darajasida emas, balki konning muayyan geologik va gidrodinamik bog‘langan uchastkasi miqyosida baholanishi kerak. Shu sababli maqolada tizimli ta’sirning texnologik asoslari va manbalarda qayd etilgan ko‘rsatkichlar yagona yondashuvda bayon etiladi.

Materiallar va usullar. Maqola ikki ilmiy manbada keltirilgan kon-geologik tavsiflar, quduqlar bo‘yicha amaldagi va potensial neft debiti, qatlamlarga tizimli ishlov berish hamda yon stvollarni qo‘llash natijalarini umumlashtirish asosida tayyorlandi. Ma’lumotlar qayta hisoblanmadi va manbalarda ko‘rsatilmagan laboratoriya yoki kon tajribasi natijalari qo‘shilmadi. Tahliliy yondashuv texnologiyalarni tanlash mezonlarini taqqoslash, o‘zaro bog‘liqligini aniqlash va ularni ishlab chiqarish jarayonida ketma-ket qo‘llash tamoyillarini shakllantirishdan iborat.

Gidravlik yorish past o‘tkazuvchan qatlamda sun’iy yoriq hosil qilib, quduq bilan kollektor o‘rtasidagi oqim aloqasini yaxshilashga xizmat qiladi. Bunda qatlamning samarali qalinligi, neft bilan to‘yinganligi, gil ekranlar qalinligi, qatlam bosimi, suv haydash quduqlariga nisbatan joylashuv va

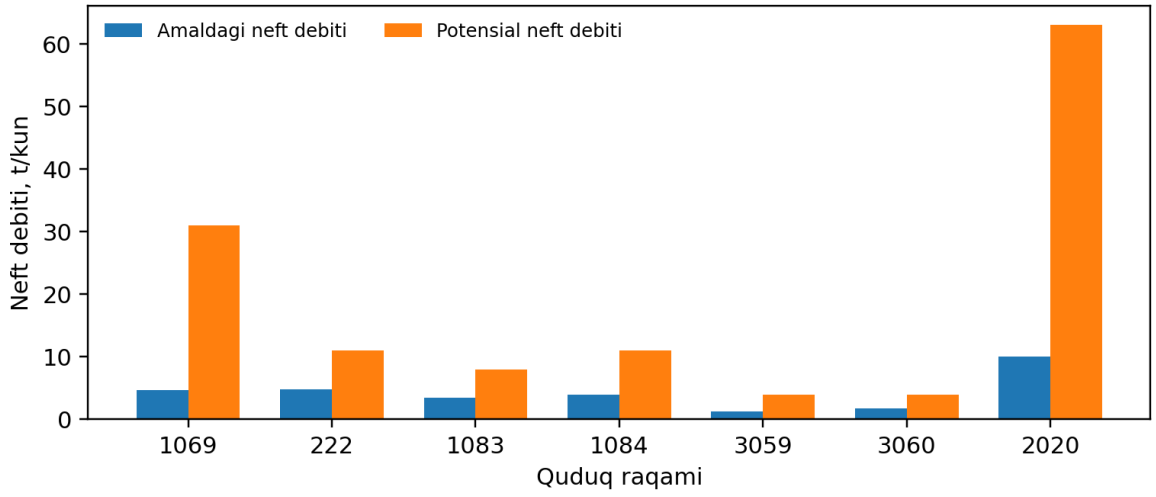
quduqning texnik holati hisobga olinadi. Tizimli ishlovda esa haydovchi hamda qazib oluvchi quduqlarning quduq tubi zonalariga yaqin vaqt oralig‘ida ta’sir ko‘rsatish ko‘zda tutiladi. Reagentli deglinatsiya gil zarrachalarining yopishishini kamaytirib, ularni quduqni o‘zlashtirish paytida chiqarib yuborishga yordam beradi.

Natijalar va muhokama. Texnologik yechimni tanlashda yagona universal usul mavjud emas. Past o‘tkazuvchan, qatlamlari uzlukli tuzilgan obyektlarda gidravlik yorish drenajlanmay qolgan zaxiralarni jalb qilishi mumkin. Biroq yoriqning suvlangan intervalga yoki suv haydash yo‘nalishiga yaqin rivojlanishi mahsulotning erta suvlanish xavfini oshiradi. Shuning uchun yoriqning yo‘nalishi, perforatsiya oralig‘i va gil ekranlar qalinligi konning geologik modeliga muvofiq tanlanishi lozim.

Tizimli ishlov alohida quduqni qayta tiklash bilan cheklanmaydi: bir uchastkadagi haydovchi va qazib oluvchi quduqlar o‘zaro bog‘langan holda rejalashtiriladi. Manbada tizimli reagentli deglinatsiya qo‘llangan uchastkalarda texnologik natija hisoblangan darajadan yuqori bo‘lgani, Romashkino va Novo-Yelxovsk konlari bo‘yicha qo‘shimcha neft qazib olish mos ravishda 3,2 ming tonna va 1,7 ming tonnani tashkil etgani qayd etilgan. Ushbu raqamlar alohida kon sharoitlariga tegishli bo‘lib, boshqa obyektlar uchun kafolatlangan ko‘rsatkich sifatida talqin qilinmasligi kerak.

Yon stvollarni burg‘ilash uzlukli va asosiy quduqlar bilan yetarli darajada qamrab olinmagan qatlamlarni ishlatishga jalb etishi mumkin. Manbada DII qatlamida yon stvollar hisobiga neft bera olish koeffitsiyenti 0,3 foizga oshgani va qo‘shimcha 259,2 ming tonna neft olinishi ko‘rsatilgan. Bu natija texnologiyaning foydasi konning oldingi ishlab chiqarish tarixi va qolgan zaxiralari fonida baholanishi lozimligini ko‘rsatadi.

Quduqlar bo‘yicha e’lon qilingan ma’lumotlar gidravlik yorishdan keyingi potensial debiti ayrim hollarda amaldagi ko‘rsatkichdan sezilarli yuqori bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Masalan, 2020-quduq uchun amaldagi neft debiti 10,1 t/kun, potensial ko‘rsatkich esa 63 t/kun sifatida keltirilgan. Bunday farqni amalda olish uchun qatlam imkoniyatlari, suvlanish xavfi, yoriqning rivojlanish yo‘nalishi va quduqning texnik holati tekshirilishi zarur.



1-rasm

Tavsiya etilgan quduqlarda amaldagi va potensial neft debiti taqqoslanishi.

1-jadval

Qatlamlarga ta’sir ko‘rsatish usullarining tanlash mezonlari

Usul	**Asosiy vazifa**	**Muhim tanlash mezonlari**
Gidravlik yorish	Past o‘tkazuvchan qatlamni drenajlash va oqim aloqasini kuchaytirish	Samarali qalinlik, neft bilan to‘yinganlik, gil ekran, suv haydash quduqlari bilan masofa
Reagentli deglinatsiya	Gil va mexanik tiqinlar ta’sirida kamaygan o‘tkazuvchanlikni tiklash	Gil minerallari miqdori, reagent bilan moslik, chiqarib yuborish imkoniyati

Quduq tubi zonasiga fizik-kimyoviy ishlov	Qatlamga kirish qarshiligini kamaytirish	Kollektor mineralogiyasi, qatlam suvi va neft bilan moslik, quduq konstruksiyasi
Yon stvol burg‘ilash	Qamrab olinmagan yoki uzlukli qatlamlarni ishlatishga jalb etish	Qoldiq zaxira, qatlam geometriyasi, iqtisodiy samaradorlik
Tizimli ishlov	Haydovchi va qazib oluvchi quduqlar ta’sirini muvofiqlashtirish	Gidrodinamik aloqa, ishlovlar ketma-ketligi, debiti va suvlanganlik monitoringi

2-jadval. Manbalarda keltirilgan ayrim ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	**Manbada qayd etilgan qiymat**	**Izoh**
Yon stvollar hisobiga KIN o‘sishi	0,3 %	DII qatlamiga oid ko‘rsatkich
Yon stvollar bilan bog‘liq qo‘shimcha neft	259,2 ming t	DII qatlamida qayd etilgan
Reagentli deglinatsiya natijasi	3,2 ming t va 1,7 ming t	Romashkino va Novo-Yelxovsk konlari bo‘yicha
Quduq 2020 amaldagi neft debiti	10,1 t/kun	Gidravlik yorish uchun tavsiya etilgan quduqlar jadvali
Quduq 2020 potensial neft debiti	63 t/kun	Loyihaviy/potensial rejimdagi qiymat

Keltirilgan ma’lumotlardan kelib chiqib, ishlab chiqarish natijasini baholashda faqat boshlang‘ich debitning o‘zgarishini emas, balki qo‘shimcha neft miqdori, suvlanganlik dinamikasi, haydovchi quduqlar qabul qiluvchanligi va ishlov xarajatlarini ham hisobga olish zarur. Ishlovdan oldin va keyin gidrodinamik tadqiqotlar o‘tkazish, mahsulot tarkibini kuzatish hamda qo‘shni quduqlarda salbiy o‘zgarishlar yuz bermayotganini tekshirish tavsiya etiladi.

Xulosa. Ko‘p qatlamli va past o‘tkazuvchan neft konlarida qazib olish samaradorligini oshirish uchun gidravlik yorish, reagentli deglinatsiya, quduq tubi zonasiga fizik-kimyoviy ishlov va yon stvollarni burg‘ilash usullarini geologik sharoitga mos ravishda birlashtirish lozim. Tizimli yondashuv haydovchi va qazib oluvchi quduqlarning o‘zaro ta’sirini hisobga olgani sababli, ayrim quduqlardagi ishlov natijasini butun uchastka samaradorligi bilan bog‘lash imkonini beradi.

Gidravlik yorishdan oldin qatlamning neft bilan to‘yinganligi, samarali qalinligi, gil ekranlar va suv haydash quduqlariga nisbatan joylashuvi baholanishi kerak. Gil bilan tiqilgan kollektorlar uchun reagentli deglinatsiya, yetarli qamrab olinmagan uzlukli qatlamlar uchun esa yon stvol texnologiyasi ko‘rib chiqilishi mumkin. Har qanday yechimning yakuniy samarasi kon sharoitidagi kuzatuvlar, qo‘shimcha qazib olingan neft va iqtisodiy ko‘rsatkichlar asosida tasdiqlanishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Паникаровский В. В., Паникаровский Е. В. Методы увеличения проектных уровней добычи нефти при разработке многопластовых месторождений. Нефть и газ. 2017. № 6.
2. Токарева Н. М., Зейгман Ю. В., Токарев М. А. Системная обработка пластов как метод увеличения нефтеотдачи. Нефть и газ. 2017. № 6.
3. Муслимов Р. Х. Современные методы управления разработкой нефтяных месторождений с применением заводнения. Казань: Издательство Казанского университета, 2003.
4. Каневская Р. Д., Дияшев И. Р. Применение гидравлического разрыва пласта для интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи. Москва, 2002.
5. Усачев П. М. Гидравлический разрыв пласта. Москва: Недра, 1986.

NEFT VA GAZ KONLARINI QIDIRISHDA GEOFIZIK TADQIQOTLAR O‘RNI

Ergashev Olim Raxmatullayevich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O’zbekiston
e-mail: olimergashev459@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tezisda neft va gaz konlarini qidirish jarayonida geofizik tadqiqotlarning nazariy va amaliy ahamiyati yoritiladi. Seysmik, gravimetrik, magnitometrik, elektr va quduq geofizikasi usullarining vazifalari, qo‘llanish sharoitlari hamda natijalarni kompleks talqin qilish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Geofizik ma’lumotlar yer qa’ridagi qatlamlar tuzilishini aniqlash, istiqbolli tuzoqlarni ajratish va qidiruv quduqlarini joylashtirish bo‘yicha qarorlarni asoslashga yordam beradi. Shu bilan birga, geofizik anomaliyalar uglevodorod mavjudligini bevosita kafolatlamasligi, ular geologik va geokimyoviy dalillar bilan birgalikda baholanishi lozimligi ta’kidlanadi.

Kalit so‘zlar: neft va gaz qidiruvi, geofizika, seysmik razvedka, gravimetriya, magnitometriya, elektr razvedkasi, quduq geofizikasi, kollektor, geologik model.

Аннотация. В тезисе рассматривается теоретическое и практическое значение геофизических исследований при поиске месторождений нефти и газа. Описаны задачи сейсмических, гравиметрических, магнитометрических, электрических методов и геофизических исследований скважин, а также возможности комплексной интерпретации данных. Геофизическая информация помогает изучать строение недр, выявлять перспективные ловушки и обосновывать размещение поисковых скважин. Отмечается, что геофизические аномалии сами по себе не доказывают наличие углеводородов и должны оцениваться совместно с геологическими и геохимическими данными.

Ключевые слова: поиск нефти и газа, геофизика, сейсморазведка, гравиметрия, магниторазведка, электроразведка, каротаж, коллектор, геологическая модель.

Abstract. This thesis discusses the theoretical and practical role of geophysical surveys in oil and gas exploration. It outlines the applications of seismic, gravity, magnetic, electrical and borehole geophysical methods, as well as the value of integrated interpretation. Geophysical data help characterize subsurface structures, identify prospective traps and support decisions on exploratory well placement. The thesis emphasizes that geophysical anomalies alone do not prove the presence of hydrocarbons and should be evaluated together with geological and geochemical evidence.

Keywords: oil and gas exploration, geophysics, seismic survey, gravity method, magnetic method, electrical survey, well logging, reservoir, geological model.

Kirish. Neft va gaz resurslarini izlash katta mablag ‘, vaqt va texnik imkoniyatlarni talab qiladigan murakkab geologik jarayondir. Qidiruvning dastlabki bosqichlarida yer yuzasidan turib yer qa’rining tuzilishi haqida ma’lumot olish muhim hisoblanadi. Geofizik tadqiqotlar tog‘ jinslarining elastik, zichlik, magnit, elektr va radioaktiv xususiyatlarini o‘lchash orqali chuqurlikdagi geologik chegaralar va tuzilmalarni bilvosita baholash imkonini beradi. Ayniqsa, seysmik qaytish usuli qatlamlarning shakli, uzilmalar va ehtimoliy uglevodorod tuzoqlarini xaritalashda keng qo‘llanadi [1; 2].

Tadqiqotning maqsadi — neft va gaz konlarini qidirishda asosiy geofizik usullarning vazifalarini ko‘rsatish hamda ularni kompleks qo‘llashning samaradorligini izohlash.

1. Neft-gaz qidiruvida qo‘llaniladigan asosiy geofizik usullar. Seysmik usul sun’iy hosil qilingan elastik to‘lqinlarning yer qatlamlaridan qaytishi yoki sinishiga asoslanadi. Qaytgan signallarning kelish vaqti, amplitudasi va shakli qayta ishlanib, yer osti qatlamlarining seysmik kesimi hosil qilinadi. 2D seysmik tadqiqotlar chiziqli kesimlar, 3D tadqiqotlar esa hududning uch o‘lchamli geologik tasvirini tuzishga yordam beradi. Seysmik talqin antiklinal burmalar, uzilmalar, stratigrafik chegaralar va ehtimoliy tutqichlarni aniqlashda muhimdir.

Gravimetrik usul Yer tortishish maydonidagi kichik o‘zgarishlarni o‘lchaydi. Zichligi turlicha bo‘lgan tog‘ jinslari gravitatsion anomaliyalarni yuzaga keltiradi. Bu ma’lumotlar cho‘kindi havzalar chegaralarini, yirik tektonik tuzilmalarni va zichlik kontrastlarini dastlabki baholashda qo‘llanadi.

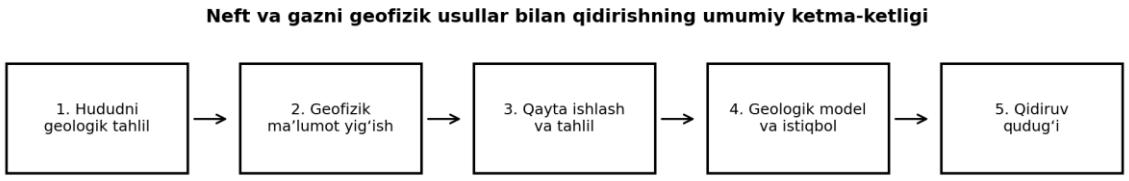
Magnitometrik usul magnit maydonidagi o‘zgarishlarni qayd etadi. U, ayniqsa, kristalli fundament chuqurligi, magmatik jinslar tarqalishi va hududning umumiy geologik tuzilishini aniqlashga yordam beradi. Neft-gaz qidiruvida magnit usul ko‘pincha hududiy razvedka bosqichida boshqa usullar bilan birga ishlatiladi.

Elektr va elektromagnit usullar jinslarning elektr qarshiligi hamda elektromagnit xususiyatlarini o‘rganadi. Ular geologik qatlamlarning farqlarini aniqlashda va ayrim sharoitlarda suyuqlik bilan to‘yingan zonalarni baholashda qo‘shimcha ma’lumot beradi. Biroq natijalar geologik muhit, sho‘rlangan suv va jinslarning mineral tarkibiga bog‘liq.

Quduq geofizikasi — burg‘ilangan quduqda gamma-karotaj, elektr qarshilik, neytron, zichlik va akustik o‘lchovlarni bajarish majmuasidir. Bu usullar qatlam chegaralarini aniqlash, quduqlararo korrelyatsiya, g‘ovaklik va kollektor xususiyatlarini baholash hamda qatlam suyuqliklari haqida xulosa chiqarishda ishlatiladi [1; 3].

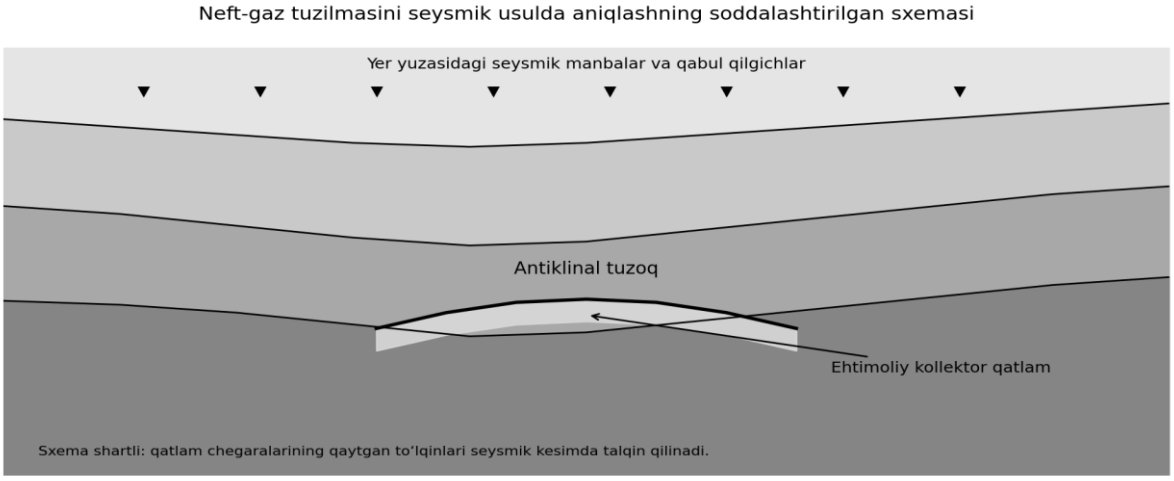
2. Geofizik ma’lumotlarni kompleks talqin qilish. Har bir geofizik usul yer qa’rining muayyan fizik xususiyatiga sezgir bo‘lgani uchun bitta usul bilan olingan natija noaniq talqin qilinishi mumkin. Masalan, seysmik kesim tuzilmaning geometriyasini ko‘rsatsa, quduq karotaji ayni chuqurlikdagi jinslarning xususiyatlarini aniqlashtiradi. Gravimetrik va magnitometrik ma’lumotlar esa havzaning umumiy geologik asosini tushunishga yordam beradi. Ma’lumotlarni geologik xaritalar, burg‘ilash natijalari va geokimyoviy tahlillar bilan birlashtirish qidiruv qarorlarining ishonchliligini oshiradi [2; 4].

Tadqiqotlar odatda hududiy tahlildan boshlanadi, so‘ng istiqbolli maydonlarda batafsil seysmik ishlar olib boriladi. Qayta ishlash va interpretatsiyadan keyin geologik model tuziladi hamda qidiruv qudug‘i joyi tanlanadi. Burg‘ilash natijalari dastlabki modelni tekshiradi va keyingi qidiruv bosqichlariga tuzatish kiritish imkonini beradi.



1-rasm

Neft va gazni geofizik usullar bilan qidirishning umumiy ketma-ketligi.



2-rasm

Seysmik tadqiqot yordamida ehtimoliy antiklinal tuzoqni aniqlashning soddalashtirilgan sxemasi.

3. Geofizik tadqiqotlarning amaliy ahamiyati va cheklovlari. Geofizik tadqiqotlar qidiruv quduqlarini maqsadli joylashtirish, geologik noaniqlikni kamaytirish, burg‘ilash xarajatlari va muvaffaqiyatsiz quduq xavfini pasaytirishga xizmat qiladi. Zamonaviy raqamli qayta ishlash, 3D seysmik tasvirlash va integratsiyalashgan geologik-geofizik modellashtirish murakkab tuzilmalarni batafsilroq tahlil qilish imkonini bermoqda.

Shu bilan birga, geofizik natijalar bilvosita o‘lchovlarga asoslanadi. Bir xil anomaliya turli geologik sabablar bilan yuzaga kelishi mumkin; seysmik tasvirning sifati esa ma’lumot yig‘ish zichligi, shovqin, chuqurlik va qatlamlarning fizik xususiyatlariga bog‘liq. Shu sababli geofizik xulosalar ehtimollik va noaniqlikni hisobga olgan holda, burg‘ilash va quduq tadqiqotlari orqali tekshirilishi lozim.

Xulosa. Neft va gaz konlarini qidirishda geofizik tadqiqotlar yer qa’rining tuzilishini bilvosita o‘rganish, istiqbolli maydonlarni ajratish va qidiruv quduqlarini asosli joylashtirishda muhim o‘rin tutadi. Seysmik usul qatlam geometriyasi va ehtimoliy tutqichlarni aniqlashda yetakchi ahamiyatga ega bo‘lsa, gravimetrik va magnitometrik usullar hududiy geologik tuzilishni baholaydi. Elektr usullari hamda quduq geofizikasi esa qo‘shimcha fizik xususiyatlarni ochib beradi. Eng ishonchli natijaga turli usullar ma’lumotlarini geologik va geokimyoviy dalillar bilan birgalikda talqin qilish orqali erishiladi. Geofizik tadqiqotlar uglevodorod mavjudligini o‘z-o‘zidan kafolatlamaydi, biroq qidiruvdagi noaniqlikni kamaytirib, texnik-iqtisodiy qarorlarni yaxshilaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Telford W. M., Geldart L. P., Sheriff R. E. Applied Geophysics. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

2. Mussett A. E., Khan M. A. Looking into the Earth: An Introduction to Geological Geophysics. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. Hydrocarbon Exploration, pp. 361–377.

3. Ellis D. V., Singer J. M. Well Logging for Earth Scientists. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2007.

4. Gadallah M. R., Fisher R. Exploration Geophysics. Berlin: Springer, 2009.

5. Jain K. C. Well Logs in Exploration. In: Concepts and Techniques in Oil and Gas Exploration. Society of Exploration Geophysicists, 1982. DOI: 10.1190/1.9781560802778.ch7.

GAT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA DAVLAT YER KADASTRI MA’LUMOTLAR BAZASINI TAKOMILLASHTIRISH METODOLOGIYASI

J.O Mirzayev[1], M.M Bazarov[2], J.S Toshpulatov[3].
[1]Qarshi davlat texnika universiteti jonibekmirzayev21@gmail.com
[2]Qarshi davlat texnika universiteti malikbazarov617@gmail.com
[3]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada GAT texnologiyalari asosida davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini takomillashtirish metodologiyasi yoritilgan. Yer uchastkalariga oid fazoviy va atributiv ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash, tahlil qilish hamda integratsiyalash usullari ko‘rib chiqilgan. Ma’lumotlar bazasining aniqligi, ishonchliligi va dolzarbligini oshirish, kadastr axborotlarini samarali boshqarish hamda raqamli geoaxborot tizimlarini rivojlantirish bo‘yicha ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: GAT, davlat yer kadastri, ma’lumotlar bazasi, fazoviy ma’lumotlar, raqamlashtirish, geoma’lumotlar, integratsiya, takomillashtirish.

Аннотасия: В статье рассматривается методология совершенствования базы данных государственного земельного кадастра на основе технологий ГАТ. Рассмотрены методы сбора, обработки, анализа и интеграции пространственных и атрибутивных данных о земельных участках. Разработаны научно-практические предложения по повышению точности,

надежности и актуальности базы данных, эффективному управлению кадастровой информацией и развитию цифровых геоинформационных систем.
Ключевие слова: ГАТ, государственный земельный кадастр, база данных, пространственные данные, оцифровка, геоданные, интеграция, совершенствование.

Abstract: The article discusses the methodology for improving the database of the state land cadastre based on GAT technologies. Methods of collecting, processing, analyzing and integrating spatial and attribute data on land plots are considered. Scientific and practical proposals have been developed to improve the accuracy, reliability and relevance of the database, effective management of cadastral information and the development of digital geoinformation systems.
Keywords: GAT, state land cadastre, database, spatial data, digitization, geodata, integration, improvement.

Kirish. Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi davlat yer kadastri ma’lumotlarini shakllantirish, saqlash, yangilash va ulardan samarali foydalanish jarayonlarini takomillashtirishni talab etmoqda. Geografik axborot tizimlari (GAT) yer uchastkalarining fazoviy joylashuvi, chegaralari, maydoni, huquqiy holati va boshqa muhim ko‘rsatkichlarini yagona ma’lumotlar bazasida birlashtirish imkonini beradi. Davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini GAT texnologiyalari asosida takomillashtirish yer resurslarini hisobga olish, monitoring qilish va ulardan oqilona foydalanishni ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Mavjud kadastr ma’lumotlarining aniqligi, ishonchliligi, dolzarbligi va o‘zaro muvofiqligini oshirish zamonaviy axborot texnologiyalarini joriy etishning ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. Shu munosabat bilan fazoviy ma’lumotlarni integratsiyalash, avtomatlashtirilgan tahlil usullarini qo‘llash hamda ma’lumotlar bazasini muntazam yangilashga asoslangan metodologiyani ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi GAT texnologiyalari asosida davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini takomillashtirish metodologiyasini ishlab chiqish va uning samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy takliflarni shakllantirishdan iborat.

Metodlar. Tadqiqot jarayonida davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini GAT texnologiyalari asosida takomillashtirish uchun tizimli tahlil, kartografik modellashtirish va fazoviy tahlil usullaridan foydalanildi. Yer uchastkalariga oid grafik hamda atributiv ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va yagona axborot tizimiga integratsiyalash metodlari o‘rganildi. Fazoviy ma’lumotlarning aniqligi va ishonchliligini baholashda qiyosiy tahlil hamda geoma’lumotlarni tekshirish usullari qo‘llanildi. Shuningdek, masofadan zondlash materiallari, elektron xaritalar va kadastr hujjatlarini o‘zaro taqqoslash orqali ma’lumotlarning dolzarbligini aniqlashga e’tibor qaratildi. Ma’lumotlar bazasini takomillashtirish jarayonida raqamlashtirish, geoma’lumotlarni standartlashtirish va avtomatlashtirilgan yangilash tamoyillari asos qilib olindi. Olingan natijalar asosida davlat yer kadastri ma’lumotlarining sifatini oshirish va ularni samarali boshqarishga yo‘naltirilgan metodologik tavsiyalar ishlab chiqildi.

Natijalar. Tadqiqot natijasida GAT texnologiyalari asosida davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini takomillashtirishning asosiy yo‘nalishlari va metodologik tamoyillari belgilandi. Yer uchastkalariga oid fazoviy va atributiv ma’lumotlarni yagona raqamli bazaga birlashtirish kadastr axborotlarining yaxlitligi va o‘zaro muvofiqligini ta’minlashga xizmat qilishi aniqlandi. Elektron xaritalar va masofadan zondlash ma’lumotlaridan foydalanish yer uchastkalari chegaralari, maydonlari hamda yer resurslaridagi o‘zgarishlarni aniqlash imkoniyatlarini kengaytiradi. Ma’lumotlarni tekshirish, standartlashtirish va muntazam yangilash mexanizmlarini joriy etish kadastr axborotlarining aniqligi, ishonchliligi va dolzarbligini oshirishga yordam beradi. Shuningdek, GAT vositalari orqali fazoviy tahlil va tematik xaritalashni amalga oshirish yer resurslarini boshqarish hamda ulardan oqilona foydalanish bo‘yicha qarorlar qabul qilish samaradorligini oshiradi. Natijada davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini takomillashtirish uchun raqamlashtirish, ma’lumotlarni integratsiyalash va avtomatlashtirilgan yangilashga asoslangan metodologik yondashuv taklif etildi.

Muhokama. GAT texnologiyalari asosida davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini takomillashtirish yer resurslari to‘g‘risidagi axborotlarni tizimli shakllantirish, tahlil qilish va boshqarish imkoniyatlarini kengaytiradi. Tadqiqot natijalari fazoviy va atributiv ma’lumotlarni yagona tizimga integratsiyalash kadastr axborotlarining o‘zaro muvofiqligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, ma’lumotlarning aniqligi va ishonchliligi dastlabki geodezik o‘lchashlar sifati, koordinatalar tizimining to‘g‘ri tanlanishi hamda axborotlarni muntazam yangilashga bog‘liq. Masofadan zondlash materiallari va elektron xaritalardan foydalanish yer uchastkalaridagi o‘zgarishlarni aniqlash hamda kadastr ma’lumotlarini amaldagi holat bilan taqqoslash imkonini beradi. Biroq turli manbalardan olingan ma’lumotlarning formatlari, aniqlik darajalari va yangilanish muddatlaridagi farqlarni bartaraf etish metodologiyani amaliyotga joriy etishda muhim vazifa hisoblanadi. Shu sababli GAT texnologiyalarini standartlashtirish, avtomatlashtirilgan nazorat va ma’lumotlarni yangilash mexanizmlari bilan uyg‘unlashtirish davlat yer kadastri tizimining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, GAT texnologiyalari asosida davlat yer kadastri ma’lumotlar bazasini takomillashtirish yer resurslarini samarali boshqarish va ulardan oqilona foydalanishni ta’minlashning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Tadqiqot davomida fazoviy va atributiv ma’lumotlarni integratsiyalash, raqamlashtirish hamda muntazam yangilashga asoslangan metodologik yondashuvning ahamiyati asoslandi. Zamonaviy GAT vositalari va masofadan zondlash ma’lumotlaridan foydalanish kadastr axborotlarining aniqligi, ishonchliligi va dolzarbligini oshirish imkonini beradi. Shuningdek, ma’lumotlarni avtomatlashtirilgan tarzda qayta ishlash va tahlil qilish kadastr ishlarini takomillashtirish hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Mazkur metodologiyani amaliyotga joriy etish uchun ma’lumotlar almashinuvi standartlarini takomillashtirish, axborot xavfsizligini ta’minlash va mutaxassislarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish zarur. Kelgusida ushbu yondashuvni rivojlantirish davlat yer kadastri tizimining raqamli transformatsiyasini jadallashtirish va yer resurslaridan barqaror foydalanish uchun mustahkam ilmiy-amaliy asos yaratadi.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-sentabrdagi PF-6061-son Farmoni. “Yer hisobi va davlat kadastrlarini yuritish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”. — Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni. “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. — Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-sentabrdagi PF-6061-son Farmoni ijrosi doirasidagi yer hisobi, davlat kadastrlari va geofazoviy ma’lumotlarni raqamlashtirishga oid me’yoriy hujjatlar. — Toshkent: Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi, 2020–2024.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son Farmoni. “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”. — Toshkent, 2022.
5. Hosseini H., Atazadeh B., Rajabifard A. Towards intelligent land administration systems: Research challenges, applications and prospects in AI-driven approaches // Land Use Policy. — 2025. — Vol. 157. — Article 107652.
6. Li W. Artificial Intelligence in Earth Science: A GeoAI Perspective // Journal of Geophysical Research: Machine Learning and Computation. — 2025. — Vol. 2, No. 3. — Article e2025JH000691.
7. Li W., Hsu C.-Y. GeoAI for Large-Scale Image Analysis and Machine Vision: Recent Progress of Artificial Intelligence in Geography // ISPRS International Journal of Geo-Information. — 2022. — Vol. 11, No. 7. — Article
8. Bolstad P., Manson S. GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems. — 7th ed. — White Bear Lake, Minnesota: Eider Press, 2022. — 732 p.

MASOFADAN ZONDLASH VA SUN'IY YO'LDOSH TASVIRLARI ASOSIDA YER UCHASTKALARIDAGI O'ZGARISHLARNI MONITORING QILISH

J.O Mirzayev[1], M.M Bazarov[2], J.S Toshpulatov[3].
[1]Qarshi davlat texnika universiteti jonibekmirzayev21@gmail.com
[2]Qarshi davlat texnika universiteti malikbazarov617@gmail.com
[3]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada masofadan zondlash va sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida yer uchastkalaridagi o'zgarishlarni monitoring qilish usullari yoritilgan. Sentinel-2 va Landsat tasvirlaridan foydalanib, yer maydonlaridagi o'zgarishlarni aniqlash, tahlil qilish hamda xaritalash imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari yer resurslarini samarali boshqarish, kadastr ma'lumotlarini yangilash va monitoring aniqligini oshirishga xizmat qiladi.
Kalit so'zlar: masofadan zondlash, sun'iy yo'ldosh, monitoring, yer uchastkalari, Sentinel-2, Landsat, GAT, o'zgarishlar tahlili.

Аннотасия: В статье рассматриваются методы мониторинга изменений земельных участков на основе дистанционного зондирования и спутниковых снимков. Рассмотрены возможности обнаружения, анализа и картирования изменений на земельных участках с использованием данных Sentinel-2 и Landsat. Результаты исследования будут способствовать эффективному управлению земельными ресурсами, обновлению кадастровых данных и повышению точности мониторинга.
Ключевие слова: дистанционное зондирование, спутник, мониторинг, земельные участки, Sentinel-2, Landsat, GAT, анализ изменений.

Abstract: The article discusses methods for monitoring land changes based on remote sensing and satellite imagery. The possibilities of detecting, analyzing, and mapping changes in land plots using Sentinel-2 and Landsat data are considered. The results of the study will contribute to the effective management of land resources, updating cadastral data and improving the accuracy of monitoring.
Keywords: remote sensing, satellite, monitoring, land plots, Sentinel-2, Landsat, GAT, change analysis.

Kirish. Bugungi kunda yer resurslaridan oqilona foydalanish, yer uchastkalaridagi o'zgarishlarni o'z vaqtida aniqlash va ularni muntazam nazorat qilish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Masofadan zondlash texnologiyalari va sun'iy yo'ldosh tasvirlari yer maydonlarining holatini kuzatish, chegaralaridagi o'zgarishlarni aniqlash hamda yer resurslaridan foydalanish samaradorligini baholash imkonini beradi. Xususan, Sentinel-2 va Landsat sun'iy yo'ldosh tasvirlari yordamida turli davrlardagi ma'lumotlarni taqqoslash orqali yer uchastkalarida yuz berayotgan o'zgarishlarni aniqlash mumkin. Geografik axborot tizimlari (GAT) bilan integratsiyalashgan masofadan zondlash ma'lumotlari monitoring natijalarini fazoviy tahlil qilish va tematik xaritalar yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, tasvirlarning fazoviy aniqligi, bulutlilik darajasi va ma'lumotlarni qayta ishlash usullari monitoring natijalarining ishonchliligiga ta'sir ko'rsatadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi masofadan zondlash va sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida yer uchastkalaridagi o'zgarishlarni aniqlash, baholash hamda monitoring qilishning samarali usullarini ishlab chiqishdan iborat.

Metodlar. Tadqiqot jarayonida yer uchastkalaridagi o'zgarishlarni monitoring qilish uchun masofadan zondlash, geografik axborot tizimlari (GAT) va ko'p vaqtli sun'iy yo'ldosh tasvirlarini qiyosiy tahlil qilish usullaridan foydalanildi. Tadqiqot ma'lumotlari sifatida Sentinel-2 va Landsat sun'iy yo'ldoshlarining turli davrlarda olingan tasvirlarini qo'llash nazarda tutildi. Dastlab tasvirlarga radiometrik va geometrik tuzatishlar kiritish, bulutli hududlarni ajratish hamda tahlilga yaroqli

ma’lumotlarni tanlash usullari belgilandi. Keyingi bosqichda tasvirlarni spektral tahlil qilish, tasniflash va turli davrlardagi natijalarni taqqoslash orqali yer qoplami hamda yer uchastkalaridagi o‘zgarishlarni aniqlash metodlari qo‘llanildi. GAT dasturlari yordamida aniqlangan o‘zgarishlar fazoviy jihatdan tahlil qilinib, tematik xaritalar va statistik ma’lumotlar shakllantirildi. Yakuniy bosqichda monitoring natijalarining ishonchliligi tasvirlar sifati, dala ma’lumotlari va mavjud kadastr axborotlari bilan taqqoslash asosida baholashga yo‘naltirildi.

Natijalar. Masofadan zondlash va sun’iy yo‘ldosh tasvirlari asosida yer uchastkalaridagi o‘zgarishlarni monitoring qilishning asosiy bosqichlari hamda samarali tahlil usullari belgilandi. Sentinel-2 va Landsat tasvirlarini turli davrlar bo‘yicha taqqoslash yer qoplami o‘zgarishlarini, foydalanilmayotgan maydonlarni va yer resurslaridan foydalanishdagi tafovutlarni aniqlash imkonini beradi. GAT texnologiyalari yordamida aniqlangan o‘zgarishlarni fazoviy tahlil qilish, ularning maydonini hisoblash va tematik xaritalarda aks ettirish imkoniyatlari aniqlandi. Tasvirlarni dastlabki qayta ishlash, bulutli hududlarni chiqarib tashlash va ma’lumotlarni tasniflash monitoring natijalarining ishonchliligini oshirishda muhim omillar ekanligi belgilandi. Sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlarini kadastr axborotlari bilan solishtirish yer uchastkalarining amaldagi holati va mavjud ma’lumotlar o‘rtasidagi tafovutlarni aniqlashga yordam beradi. Natijada yer uchastkalaridagi o‘zgarishlarni muntazam kuzatish, kadastr ma’lumotlarini yangilash va yer resurslarini samarali boshqarishga yo‘naltirilgan monitoring yondashuvi shakllantirildi.

Muhokama. Masofadan zondlash va sun’iy yo‘ldosh tasvirlari asosida yer uchastkalaridagi o‘zgarishlarni monitoring qilish yer resurslarining holatini muntazam kuzatish va ulardan foydalanish samaradorligini baholashda muhim ahamiyatga ega. Sentinel-2 va Landsat tasvirlarini turli davrlar kesimida taqqoslash yer qoplami, yer maydonlaridan foydalanish holati hamda hududiy o‘zgarishlarni aniqlash imkonini beradi. Biroq monitoring natijalarining aniqligi tasvirlarning fazoviy va spektral aniqligi, atmosfera sharoitlari, bulutlilik darajasi hamda tasvirlarni qayta ishlash usullariga bog‘liq. GAT texnologiyalari yordamida sun’iy yo‘ldosh tasvirlarini kadastr ma’lumotlari bilan integratsiyalash yer uchastkalaridagi o‘zgarishlarni fazoviy tahlil qilish va mavjud ma’lumotlardagi tafovutlarni aniqlashga yordam beradi. Shu bilan birga, sun’iy yo‘ldosh tasvirlari orqali aniqlangan o‘zgarishlarni yer uchastkalarining huquqiy chegaralari yoki mulk huquqidagi o‘zgarishlarning bevosita isboti sifatida qabul qilmaslik, ularni qo‘shimcha kadastr hujjatlari va dala kuzatuvlari bilan tekshirish zarur. Demak, masofadan zondlash, GAT va dala tekshiruvlarini uyg‘unlashtirish yer uchastkalarini monitoring qilishning ishonchliligini oshirish hamda yer resurslarini boshqarish bo‘yicha asoslangan qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, masofadan zondlash va sun’iy yo‘ldosh tasvirlaridan foydalanish yer uchastkalaridagi o‘zgarishlarni aniqlash, baholash va muntazam monitoring qilishning samarali usullaridan biri hisoblanadi. Sentinel-2 va Landsat tasvirlarini turli davrlar bo‘yicha taqqoslash orqali yer qoplami o‘zgarishlarini aniqlash hamda yer resurslaridan foydalanish holatini baholash imkoniyati yaratiladi. GAT texnologiyalarini masofadan zondlash ma’lumotlari bilan integratsiyalash monitoring natijalarini fazoviy tahlil qilish, o‘zgarishlar maydonini hisoblash va tematik xaritalar yaratishga yordam beradi. Olingan ma’lumotlarni davlat yer kadastri axborotlari bilan solishtirish kadastr ma’lumotlarining dolzarbligini ta’minlash va mavjud tafovutlarni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Monitoring natijalarining ishonchliligini oshirish uchun sun’iy yo‘ldosh tasvirlarini sifatli qayta ishlash, dala kuzatuvlarini tashkil etish va aniqlangan o‘zgarishlarni qo‘shimcha ma’lumotlar asosida tekshirish zarur. Kelgusida ushbu texnologiyalarni keng joriy etish yer resurslaridan oqilona foydalanish, kadastr tizimini takomillashtirish va hududiy boshqaruv samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-sentabrdagi PF-6061-son Farmoni. “Yer hisobi va davlat kadastrlarini yuritish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”. — Toshkent, 2020.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni. “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. — Toshkent, 2020.

3. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi. Qishloq xo‘jaligi bo‘yicha rasmiy statistik ma’lumotlar. — Toshkent, 2021–2026.

4. Chaves M. E. D., Picoli M. C. A., Sanches I. D. Recent Applications of Landsat 8/OLI and Sentinel-2/MSI for Land Use and Land Cover Mapping: A Systematic Review // Remote Sensing. — 2020. — Vol. 12, No. 18. — Article 3062.

5. Phiri D., Simwanda M., Salekin S., Nyirenda V. R., Murayama Y., Ranagalage M. Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review // Remote Sensing. — 2020. — Vol. 12, No. 14. — Article 2291.

6. A Review on Change Detection Method and Accuracy Assessment for Land Use Land Cover // Remote Sensing Applications: Society and Environment. — 2021. — Vol. 22. — Article 100482.

7. Hemati M., Hasanlou M., Mahdianpari M., Mohammadimanesh F. A Systematic Review of Landsat Data for Change Detection Applications: 50 Years of Monitoring the Earth // Remote Sensing. — 2021. — Vol. 13, No. 15. — Article 2869.

8. Zhu Z., Qiu S., Ye S. Remote Sensing of Land Change: A Multifaceted Perspective // Remote Sensing of Environment. — 2022. — Vol. 282. — Article 113266.

UCH O‘LCHAMLI (3D) KADASTR TIZIMINI YARATISH VA KO‘P QAVATLI BINOLARGA TATBIQ ETISH USULLARI

J.O Mirzayev[1], M.M Bazarov[2], J.S Toshpulatov[3].
[1]Qarshi davlat texnika universiteti jonibekmirzayev21@gmail.com
[2]Qarshi davlat texnika universiteti malikbazarov617@gmail.com
[3]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada uch o‘lchamli (3D) kadastr tizimini yaratish va uni ko‘p qavatli binolarga tatbiq etish usullari yoritilgan. Binolarning fazoviy modeli, mulk obyektlari chegaralari va qavatlar bo‘yicha huquqiy munosabatlarni raqamli ifodalash imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari kadastr ma’lumotlarining aniqligi, shaffofligi va samarali boshqarilishini ta’minlashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: 3D kadastr, ko‘p qavatli binolar, fazoviy modellashtirish, BIM, GAT, raqamli xaritalash, mulk huquqi, kadastr ma’lumotlari..

Аннотасия: В статье рассматриваются методы создания трехмерной (3D) кадастровой системы и ее применения к многоэтажным зданиям. Проанализированы возможности цифрового представления пространственной модели зданий, границ объектов недвижимости и правовых отношений по этажам. Результаты исследования направлены на обеспечение точности, прозрачности и эффективного управления кадастровыми данными**.**

Ключевие слова: 3D-кадастр, высотные здания, пространственное моделирование, BIM, GAT, цифровое картографирование, права собственности, кадастровая информация..

Abstract: The article discusses methods for creating a three-dimensional (3D) cadastral system and its application to multi-storey buildings. The possibilities of digital representation of the spatial model of buildings, boundaries of real estate objects and legal relations by floors are analyzed. The results of the study are aimed at ensuring the accuracy, transparency and effective management of cadastral data.

Keywords: 3D cadastre, high-rise buildings, spatial modeling, BIM, GAT, digital mapping, property rights, cadastral information.

Kirish. Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning rivojlanishi ko‘chmas mulk obyektlarini hisobga olish, ularning fazoviy joylashuvini aniqlash va kadastr ma’lumotlarini yuritish tizimini takomillashtirishni talab etmoqda. An’anaviy ikki o‘lchamli (2D) kadastr tizimlari ko‘p qavatli binolardagi xonadonlar, noturar joylar va umumiy foydalanish hududlarining uch o‘lchamli fazoviy holatini to‘liq ifodalashda ayrim cheklovlarga ega. Shu sababli uch o‘lchamli (3D) kadastr tizimini yaratish ko‘chmas mulk obyektlarining chegaralari, qavatlar bo‘yicha joylashuvi va mulkiy huquqlarini aniq tasvirlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur tizimni geografik axborot tizimlari (GAT), bino axborot modellashtirish (BIM) va zamonaviy geodezik o‘lchash texnologiyalari bilan integratsiyalash kadastr ma’lumotlarining aniqligi hamda ishonchliligini oshirish imkonini beradi. Ayniqsa, ko‘p qavatli turar joy va tijorat binolarida alohida mulk obyektlarini hisobga olish, ularning o‘zaro chegaralarini belgilash va huquqiy ma’lumotlarni fazoviy model bilan bog‘lash dolzarb masalalardan biridir. Ushbu tadqiqotning maqsadi 3D kadastr tizimini yaratishning samarali usullarini ishlab chiqish va ularni ko‘p qavatli binolarga tatbiq etish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat.

Metodlar. Tadqiqot jarayonida uch o‘lchamli (3D) kadastr tizimini yaratish va uni ko‘p qavatli binolarga tatbiq etish uchun tizimli tahlil, fazoviy modellashtirish va geodezik o‘lchash usullaridan foydalanildi. Dastlab, binolarning arxitektura chizmalari, kadastr hujjatlari hamda mavjud fazoviy ma’lumotlari o‘rganilib, obyektlarning geometrik va huquqiy xususiyatlari tahlil qilindi. Keyingi bosqichda GNSS, elektron taxeometr va lazerli skanerlash texnologiyalari yordamida bino elementlarining koordinatalari hamda o‘lchamlari aniqlanishi nazarda tutildi. Olingan ma’lumotlar geografik axborot tizimlari (GAT) va bino axborot modellashtirish (BIM) vositalari yordamida qayta ishlanib, binolarning uch o‘lchamli raqamli modellari shakllantirildi. Shuningdek, qavatlar, xonadonlar, umumiy foydalanish joylari va boshqa ko‘chmas mulk obyektlarining fazoviy chegaralarini belgilash hamda ularni tegishli huquqiy ma’lumotlar bilan bog‘lash usullari ko‘rib chiqildi. Yakuniy bosqichda yaratilgan 3D kadastr modelining geometrik aniqligi, ma’lumotlar yaxlitligi va amaliy foydalanish imkoniyatlarini baholash mezonlari belgilandi.

Natijalar. Tadqiqot natijasida uch o‘lchamli (3D) kadastr tizimini yaratish va uni ko‘p qavatli binolarga tatbiq etishning asosiy bosqichlari hamda metodologik yondashuvlari belgilandi. Binolarning geometrik o‘lchamlari, qavatlar tuzilishi, xonadonlar va umumiy foydalanish hududlarini yagona raqamli modelda ifodalash imkoniyatlari aniqlandi. GAT va BIM texnologiyalarini integratsiyalash orqali ko‘chmas mulk obyektlarining fazoviy chegaralarini hamda ularga tegishli kadastr ma’lumotlarini o‘zaro bog‘lash usullari ishlab chiqildi. Uch o‘lchamli modellashtirish alohida xonadonlar va noturar joylarning joylashuvini aniqlashtirish, mulkiy chegaralarni vizual aks ettirish hamda kadastr axborotlarini tizimli boshqarishga yordam beradi. Shuningdek, 3D kadastr modelini geodezik o‘lchash natijalari va mavjud kadastr hujjatlari bilan muvofiqlashtirish ma’lumotlarning aniqligi hamda ishonchliligini oshirishning muhim sharti sifatida belgilandi. Natijada ko‘p qavatli binolar uchun uch o‘lchamli kadastr ma’lumotlar bazasini shakllantirish va uni amaliyotga joriy etishga yo‘naltirilgan takliflar ishlab chiqildi.

Muhokama. Uch o‘lchamli (3D) kadastr tizimini yaratish ko‘p qavatli binolardagi ko‘chmas mulk obyektlarini fazoviy va huquqiy jihatdan aniq hisobga olish imkoniyatlarini kengaytiradi. An’anaviy ikki o‘lchamli kadastr tizimidan farqli ravishda, 3D modellashtirish xonadonlar, noturar joylar, umumiy foydalanish hududlari va muhandislik inshootlarining qavatlar bo‘yicha joylashuvini batafsil ifodalashga yordam beradi. GAT va BIM texnologiyalarini birgalikda qo‘llash geometrik ma’lumotlar bilan mulkiy huquqlarga oid axborotlarni o‘zaro bog‘lash hamda kadastr ma’lumotlarining yaxlitligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Biroq 3D kadastr tizimini amaliyotga joriy etishda ma’lumotlarning aniqligi, turli dasturiy platformalarning o‘zaro mosligi va huquqiy axborotlarni standartlashtirish bilan bog‘liq masalalarni hal etish zarur. Shuningdek, uch o‘lchamli modellarni yaratishda geodezik o‘lchash natijalari, bino loyihalari va mavjud kadastr hujjatlarini o‘zaro taqqoslash orqali ma’lumotlarning ishonchliligini tekshirish lozim. Demak, 3D kadastr tizimining samaradorligi zamonaviy geofazoviy texnologiyalar, yagona ma’lumotlar standartlari va ko‘chmas mulk huquqlarini aniq ifodalash mexanizmlarining uyg‘unligiga bog‘liq.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, uch o‘lchamli (3D) kadastr tizimini yaratish va uni ko‘p qavatli binolarga tatbiq etish ko‘chmas mulk obyektlarini hisobga olish hamda boshqarish jarayonlarini takomillashtirishning muhim yo‘nalishidir. Mazkur tizim yordamida binolarning qavatlari, xonadonlari, noturar joylari va umumiy foydalanish hududlarini fazoviy jihatdan aniq tasvirlash imkoniyati yaratiladi. GAT va BIM texnologiyalarini integratsiyalash kadastr ma’lumotlarini yagona raqamli muhitda birlashtirish, ularning aniqligi va ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, 3D modellashtirish mulkiy chegaralarni vizual ifodalash, ko‘chmas mulk obyektlari haqidagi axborotlarni tezkor izlash va boshqaruv qarorlarini qabul qilish samaradorligini oshiradi. Tizimni amaliyotga joriy etish uchun geodezik o‘lchash ma’lumotlarini takomillashtirish, axborot almashinuvi standartlarini ishlab chiqish va huquqiy ma’lumotlarni raqamli modellar bilan muvofiqlashtirish zarur. Kelgusida 3D kadastr texnologiyalarini keng qo‘llash ko‘chmas mulkni boshqarish tizimini raqamlashtirish va kadastr xizmatlari sifatini yaxshilash uchun mustahkam ilmiy-amaliy asos yaratadi.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-sentabrdagi PF-6061-son Farmoni. “Yer hisobi va davlat kadastrlarini yuritish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”. — Toshkent, 2020.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni. “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. — Toshkent, 2020.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Davlat kadastrlari to‘g‘risida”gi Qonuni. 2000-yil 15-dekabr, 171-II-son. Amaldagi tahriri.
4. Atazadeh B., Olfat H., Rajabifard A., Kalantari M., Shojaei D., Marjani A. M. Linking Land Administration Domain Model and BIM environment for 3D digital cadastre in multi-storey buildings // Land Use Policy. — 2021. — Vol. 104. — Article 105367.
5. Sürmeneli H. G., Alkan M. Towards standardisation of Turkish cadastral system using LADM with 3D cadastre // Survey Review. — 2021. — Vol. 53, No. 381. — P. 543–558.
6. Paasch J. M., Paulsson J. Trends in 3D cadastre – A literature survey // Land Use Policy. — 2023. — Vol. 131. — Article 106716.
7. 3D Cadastral Database Systems—A Systematic Literature Review // ISPRS International Journal of Geo-Information. — 2024. — Vol. 13, No. 1. — Article 30.
8. Registration of Objects for 3D Cadastre: An Integrated Approach // Land. — 2024. — Vol. 13, No. 12. — Article 2070.
9. Döner F. Analysis of literature on 3D cadastre // International Journal of Engineering and Geosciences. — 2021. — Vol. 6, No. 2.

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA KADASTR MA’LUMOTLARINI AVTOMATIK TAHLIL QILISH VA XATOLARNI ANIQLASH

J.O Mirzayev[1], M.M Bazarov[2], J.S Toshpulatov[3].
[1]Qarshi davlat texnika universiteti jonibekmirzayev21@gmail.com
[2]Qarshi davlat texnika universiteti malikbazarov617@gmail.com
[3]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun’iy intellekt asosida kadastr ma’lumotlarini avtomatik tahlil qilish va xatolarni aniqlash usullari yoritilgan. Mashinaviy o‘qitish algoritmlari yordamida ma’lumotlardagi nomuvofiqliklar, geometrik xatolar va takroriy yozuvlarni aniqlash imkoniyatlari o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari kadastr axborotlarining aniqligi, ishonchliligi va qayta ishlash samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, kadastr, avtomatik tahlil, mashinaviy o‘qitish, xatolarni aniqlash, geoma’lumotlar, GAT, raqamlashtirish.

Аннотасия: В статье рассматриваются методы автоматического анализа кадастровых данных и выявления ошибок на основе искусственного интеллекта. Исследованы возможности выявления несоответствий, геометрических ошибок и повторяющихся записей в данных с использованием алгоритмов машинного обучения. Результаты исследования направлены на повышение точности, надежности и эффективности обработки кадастровой информации.
Ключевие слова: искусственный интеллект, кадастр, автоматический анализ, машинное обучение, обнаружение ошибок, геоданные, ГИС, оцифровка.
Abstract: The article discusses methods of automatic analysis of cadastral data and error detection based on artificial intelligence. The possibilities of detecting inconsistencies, geometric errors, and duplicate entries in data using machine learning algorithms are investigated. The research results are aimed at improving the accuracy, reliability and efficiency of cadastral information processing.
Keywords: artificial intelligence, cadastre, automatic analysis, machine learning, error detection, geodata, GIS, digitization.

Kirish. Bugungi kunda raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektning jadal rivojlanishi davlat kadastri ma’lumotlarini shakllantirish, qayta ishlash va nazorat qilish jarayonlarini takomillashtirish uchun keng imkoniyatlar yaratmoqda. Kadastr ma’lumotlarida uchraydigan geometrik xatolar, takroriy yozuvlar, atributiv nomuvofiqliklar va eskirgan axborotlar yer resurslarini samarali boshqarishga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Sun’iy intellekt algoritmlaridan foydalanish katta hajmdagi geofazoviy ma’lumotlarni avtomatik tahlil qilish, mavjud xatolarni aniqlash va ma’lumotlar sifatini baholash imkonini beradi. Xususan, mashinaviy o‘qitish, kompyuter ko‘rishi va anomaliyalarni aniqlash usullari kadastr axborotlaridagi nomuvofiqliklarni tezkor aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday texnologiyalarni geografik axborot tizimlari (GAT) bilan integratsiyalash kadastr ma’lumotlarining aniqligi, ishonchliligi va dolzarbligini oshirishga xizmat qiladi. Mazkur tadqiqotning maqsadi sun’iy intellekt asosida kadastr ma’lumotlarini avtomatik tahlil qilish va ulardagi xatolarni aniqlashning samarali usullarini o‘rganish hamda takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Metodlar. Tadqiqot jarayonida sun’iy intellekt asosida kadastr ma’lumotlarini avtomatik tahlil qilish va xatolarni aniqlash uchun tizimli tahlil, statistik baholash hamda mashinaviy o‘qitish usullaridan foydalanish metodologiyasi ishlab chiqildi. Dastlab, yer uchastkalarining koordinatalari, maydoni, chegaralari va atributiv ma’lumotlari yig‘ilib, ularning to‘liqligi hamda o‘zaro muvofiqligi tekshiriladi. Keyingi bosqichda ma’lumotlardagi takroriy yozuvlar, geometrik nomuvofiqliklar va mantiqiy xatolarni aniqlash uchun anomaliyalarni aniqlash algoritmlarini qo‘llash nazarda tutiladi. Mashinaviy o‘qitish usullari yordamida mavjud kadastr ma’lumotlaridagi qonuniyatlar o‘rganilib, xatolik ehtimoli yuqori bo‘lgan yozuvlar avtomatik ravishda ajratiladi. GAT vositalari orqali aniqlangan xatolarning fazoviy joylashuvi tahlil qilinib, natijalar elektron xaritalarda aks ettiriladi. Yakuniy bosqichda algoritmlar samaradorligi aniqlik, to‘liqlik va noto‘g‘ri aniqlash ko‘rsatkichlari asosida baholanib, kadastr ma’lumotlarini avtomatik nazorat qilish bo‘yicha tavsiyalar shakllantiriladi.

Natijalar. Tadqiqot natijasida sun’iy intellekt asosida kadastr ma’lumotlarini avtomatik tahlil qilish va xatolarni aniqlashning asosiy metodologik yo‘nalishlari belgilandi. Kadastr ma’lumotlaridagi takroriy yozuvlar, geometrik nomuvofiqliklar, atributiv xatolar va mantiqiy tafovutlarni aniqlash uchun mashinaviy o‘qitish algoritmlaridan foydalanish imkoniyatlari asoslandi. GAT texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali aniqlangan xatolarning fazoviy joylashuvini ko‘rsatish va ularni elektron xaritalarda aks ettirish usullari taklif etildi. Ma’lumotlarni avtomatik tekshirish mexanizmlari kadastr axborotlarini qayta ishlash jarayonini tezlashtirish hamda inson omili bilan bog‘liq xatolarni kamaytirishga yordam beradi. Shuningdek, sun’iy intellekt algoritmlarining samaradorligini baholashda aniqlik, to‘liqlik va noto‘g‘ri tasniflash ko‘rsatkichlaridan foydalanish zarurligi belgilandi. Natijada kadastr ma’lumotlarining sifati va ishonchliligini oshirishga qaratilgan avtomatlashtirilgan tahlil hamda xatolarni aniqlash yondashuvi shakllantirildi.

Muhokama. Sun’iy intellekt asosida kadastr ma’lumotlarini avtomatik tahlil qilish yer resurslarini boshqarish tizimida axborotlarning aniqligi va ishonchliligini oshirishga xizmat qiluvchi istiqbolli yo‘nalishlardan biridir. Mashinaviy o‘qitish algoritmlari yordamida geometrik xatolar, takroriy yozuvlar va atributiv ma’lumotlardagi nomuvofiqliklarni qisqa vaqt ichida aniqlash imkoniyati kengayadi. Biroq algoritmlarning samaradorligi dastlabki ma’lumotlarning sifati, hajmi va to‘g‘ri belgilangan o‘quv namunalariga bevosita bog‘liq. GAT texnologiyalari bilan integratsiyalash xatolarning fazoviy joylashuvini aniqlash, ularni xaritada tasvirlash va tuzatish jarayonlarini samarali tashkil etish imkonini beradi. Shu bilan birga, sun’iy intellekt tomonidan aniqlangan barcha tafovutlarni avtomatik ravishda xato deb baholash to‘g‘ri emas, chunki ayrim farqlar qonuniy o‘zgarishlar yoki ma’lumotlarning yangilanishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shuning uchun avtomatik tahlil natijalarini mutaxassislar nazorati, kadastr hujjatlari va geodezik o‘lchash ma’lumotlari bilan tekshirish tizimning ishonchliligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellekt asosida kadastr ma’lumotlarini avtomatik tahlil qilish va xatolarni aniqlash kadastr tizimining aniqligi, ishonchliligi hamda samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Mashinaviy o‘qitish algoritmlari yordamida geometrik xatolar, takroriy yozuvlar va atributiv ma’lumotlardagi nomuvofiqliklarni tezkor aniqlash imkoniyati yaratiladi. GAT texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali aniqlangan xatolarni elektron xaritalarda aks ettirish va ularni bartaraf etish jarayonlarini takomillashtirish mumkin. Mazkur yondashuv kadastr ma’lumotlarini qayta ishlashga sarflanadigan vaqtni qisqartirish va inson omili bilan bog‘liq xatolarni kamaytirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, sun’iy intellekt algoritmlarining samaradorligi sifatli ma’lumotlar bazasi, muntazam yangilash va mutaxassislar nazoratiga bog‘liq. Kelgusida ushbu texnologiyalarni davlat kadastri axborot tizimlariga joriy etish yer resurslarini raqamli boshqarish va kadastr ma’lumotlari sifatini yanada yaxshilash uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-sentabrdagi PF-6061-son Farmoni. “Yer hisobi va davlat kadastrlarini yuritish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”.

2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 22-iyundagi 389-son qarori. “Davlat kadastrlarini yuritish sohasini tartibga soluvchi ayrim normativ-huquqiy hujjatlarni tasdiqlash to‘g‘risida”.

3. O‘zbekiston Respublikasi Qonuni. “Yer uchastkalarini ajratish va ulardan foydalanish, shuningdek yerlarni hisobga olish va davlat yer kadastrini yuritish tizimi takomillashtirilishi munosabati bilan O‘zbekiston Respublikasining ayrim qonun hujjatlariga o‘zgartish va qo‘shimchalar kiritish to‘g‘risida”. 2021-yil 16-avgust, O‘RQ-708-son.

4. Baxtiyorova G. N., Karimov F. Digital Transformation of Uzbekistan's Land Cadastre System: Legal Framework, Technological Advancements, and the Role of English Language. 2025.

5. Inamov A. N., Ergashev M. M., Nazirqulova N. A., Saydazimov N. T. The Role of Geo Information Technologies in Management and Design of the State Cadastre of Roads. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 2020, 10(11), 154–160.

6. Roić M., Križanović J., Pivac D. An Approach to Resolve Inconsistencies of Data in the Cadastre. Land, 2021, 10(1), 70.

7. Shahidinejad J., Kalantari M., Rajabifard A. 3D Cadastral Database Systems—A Systematic Literature Review. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2024, 13(1), 30.

GNSS VA RTK TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA YER UCHASTKALARI CHEGARALARINI ANIQLASH ANIQLIGINI OSHIRISH

J.O Mirzayev[1], M.M Bazarov[2], J.S Toshpulatov[3].
[1]Qarshi davlat texnika universiteti jonibekmirzayev21@gmail.com
[2]Qarshi davlat texnika universiteti malikbazarov617@gmail.com
[3]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada GNSS va RTK texnologiyalari yordamida yer uchastkalari chegaralarini aniqlash aniqligini oshirish masalalari yoritilgan. Sun'iy yo'ldosh navigatsiyasi, real vaqt rejimida kinematik o'lchash usullari hamda geodezik ma'lumotlarni qayta ishlash imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotda kadastr ishlarida o'lchash aniqligini oshirish, vaqtni tejash va yer uchastkalari chegaralarini ishonchli belgilash yo'llari ko'rib chiqilgan.
Kalit so'zlar: GNSS, RTK, geodeziya, kadastr, yer uchastkasi, chegara, koordinatalar, aniqlik

Аннотасия: В статье рассматриваются вопросы повышения точности определения границ земельных участков с использованием технологий GNSS и RTK. Проанализированы методы спутниковой навигации, кинематических измерений в реальном времени и возможности обработки геодезических данных. В исследовании рассматриваются способы повышения точности измерений, экономии времени и надежного определения границ земельных участков в кадастровых работах.
Ключевие слова: GNSS, RTK, геодезия, кадастр, земельный участок, граница, координаты, точность.

Abstract: The article discusses the issues of improving the accuracy of defining land boundaries using GNSS and RTK technologies. The methods of satellite navigation, real-time kinematic measurements, and geodetic data processing capabilities are analyzed. The study examines ways to improve the accuracy of measurements, save time and reliably determine the boundaries of land plots in cadastral work.
Keywords: GNSS, RTK, geodesy, cadastre, land plot, boundary, coordinates, accuracy.

Kirish. Bugungi kunda yer resurslaridan samarali foydalanish, ko'chmas mulk obyektlarini hisobga olish va davlat kadastrini yuritishda yer uchastkalari chegaralarini yuqori aniqlikda belgilash muhim ahamiyat kasb etadi. An'anaviy geodezik o'lchash usullarini zamonaviy texnologiyalar bilan takomillashtirish o'lchash ishlarining tezkorligi va ishonchliligini oshirish imkonini beradi. Xususan, GNSS (Global Navigation Satellite System) va RTK (Real Time Kinematic) texnologiyalari sun'iy yo'ldosh signallari asosida nuqtalarning koordinatalarini real vaqt rejimida yuqori aniqlikda aniqlashda keng qo'llaniladi. Ushbu texnologiyalardan foydalanish yer uchastkalari burilish nuqtalarini belgilash, kadastr xaritalarini yangilash va geodezik o'lchash ishlariga sarflanadigan vaqtni qisqartirishga xizmat qiladi. Biroq o'lchash aniqligiga sun'iy yo'ldoshlar geometriyasi, atmosfera ta'siri, signal to'siqlari va tuzatish ma'lumotlarining sifati kabi omillar ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli mazkur maqolaning maqsadi GNSS va RTK texnologiyalaridan foydalanish samaradorligini tahlil qilish hamda yer uchastkalari chegaralarini aniqlash aniqligini oshirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Metodlar. Ushbu tadqiqotda GNSS va RTK texnologiyalari yordamida yer uchastkalari chegaralarini aniqlash aniqligini oshirishga qaratilgan geodezik o'lchash, taqqoslash va statistik tahlil metodlaridan foydalaniladi. Dastlab, GNSS qabul qilgichlari yordamida yer uchastkalarining burilish nuqtalari koordinatalari aniqlanib, RTK rejimida real vaqt o'lchashlari amalga oshiriladi. Olingan koordinatalar belgilangan geodezik tayanch punktlari va mavjud kadastr ma'lumotlari bilan taqqoslanadi. O'lchash natijalariga sun'iy yo'ldoshlar soni, geometrik joylashuvi, signal sifati, atmosfera ta'siri va tuzatish ma'lumotlarining uzatilishi kabi omillarning ta'siri baholanadi. Shuningdek, takroriy o'lchashlar natijasida koordinatalar farqi, o'rtacha kvadratik xato va

o‘lchashlarning barqarorligi statistik usullar yordamida tahlil qilinadi. Yakunda olingan natijalar asosida yer uchastkalari chegaralarini belgilashda GNSS va RTK texnologiyalaridan samarali foydalanish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Natijalar. GNSS va RTK texnologiyalaridan foydalanish yer uchastkalari chegaralarini aniqlashda koordinatalarni tezkor va yuqori aniqlikda belgilash imkoniyatini yaratishi aniqlandi. RTK rejimida o‘lchashlarni amalga oshirish dala ishlariga sarflanadigan vaqtni qisqartirish va geodezik ma’lumotlarni real vaqt rejimida olishga yordam beradi. O‘lchash natijalarini takroriy kuzatuvlar hamda mavjud kadastr ma’lumotlari bilan taqqoslash orqali koordinatalardagi tafovutlarni aniqlash mumkin. Shuningdek, ochiq osmon sharoitida sun’iy yo‘ldosh signallarining barqarorligi va sifatli tuzatish ma’lumotlari o‘lchash aniqligini ta’minlashda muhim omil ekanligi belgilandi. Bino va daraxtlar kabi to‘siqlar, ko‘p yo‘lli signal tarqalishi hamda atmosfera ta’siri koordinatalarni aniqlash natijalarida xatoliklarni yuzaga keltirishi mumkin. Umuman olganda, GNSS va RTK texnologiyalarini kadastr ishlarida qo‘llash yer uchastkalari chegaralarini belgilash jarayonini takomillashtirishga xizmat qiladi, biroq aniqlik darajasi amaliy o‘lchashlar va statistik tahlil natijalari asosida baholanishi lozim.

Muhokama. GNSS va RTK texnologiyalaridan foydalanish yer uchastkalari chegaralarini aniqlashda an’anaviy geodezik o‘lchash usullariga nisbatan tezkorlik va koordinatalarni real vaqt rejimida olish imkoniyatlari bilan ajralib turadi. RTK usuli tayanch stansiya yoki tarmoq orqali uzatiladigan tuzatish ma’lumotlaridan foydalanib, o‘lchash aniqligini oshirishga yordam beradi. Biroq amaliy natijalarning ishonchliligi sun’iy yo‘ldoshlar soni va geometriyasi, aloqa sifati, atmosfera sharoiti hamda o‘lchash nuqtasining ochiqligiga bevosita bog‘liq. Ayniqsa, baland binolar, daraxtlar va boshqa to‘siqlar mavjud hududlarda signalning aks etishi koordinatalar xatoligini oshirishi mumkin. Shu sababli o‘lchashlarni bir necha marta takrorlash, nazorat nuqtalaridan foydalanish va olingan natijalarni mavjud kadastr ma’lumotlari bilan taqqoslash muhim hisoblanadi. Demak, GNSS va RTK texnologiyalarini to‘g‘ri tashkil etilgan geodezik nazorat bilan birgalikda qo‘llash yer uchastkalari chegaralarini aniqlash sifati va kadastr ma’lumotlarining ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, GNSS va RTK texnologiyalaridan foydalanish yer uchastkalari chegaralarini aniqlash aniqligini oshirish hamda geodezik o‘lchash ishlarini samarali tashkil etishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu texnologiyalar koordinatalarni real vaqt rejimida aniqlash, dala ishlariga sarflanadigan vaqtni qisqartirish va kadastr ma’lumotlarini tezkor yangilash imkonini beradi. O‘lchash natijalarining ishonchliligi sun’iy yo‘ldosh signallari sifati, atmosfera sharoiti, aloqa barqarorligi va geodezik uskunalarning texnik holatiga bog‘liq. Shu bois yuqori aniqlikka erishish uchun takroriy o‘lchashlar, nazorat nuqtalari va statistik tahlil usullaridan foydalanish tavsiya etiladi. GNSS va RTK texnologiyalarini geografik axborot tizimlari bilan integratsiyalash yer uchastkalari chegaralarini raqamli xaritalarda aniq aks ettirishga yordam beradi. Kelgusida mazkur texnologiyalarni davlat kadastri tizimiga keng joriy etish yer resurslarini boshqarish sifatini oshirish va kadastr ma’lumotlarining ishonchliligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Davlat kadastrlarini yuritish sohasini tartibga soluvchi ayrim normativ-huquqiy hujjatlarni tasdiqlash to‘g‘risida. 2021-yil 22-iyundagi 389-son qaror.

2. O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirligi huzuridagi Kadastr agentligi. “Milliy geografik axborot tizimini yaratish”. 2021-yil 4-oktabr. Doimiy ishlovchi GNSS stansiyalari va RTK xizmatlari haqidagi rasmiy ma’lumot.

3. O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirligi huzuridagi Kadastr agentligi. 2022-yilda yer, kadastr va geodeziya sohasida amalga oshirilgan ishlar. 2023-yil 1-fevral.

4. Lauterbach R., de Vries W. T. Beyond Accuracy: Evaluating Alternative Measurement Methods in Context of Flexible Land Tenure System in Namibia. Survey Review, 2022, 54(385), 281–289.

5. Dardanelli G., Maltese A. On the Accuracy of Cadastral Marks: Statistical Analyses to Assess the Congruence among GNSS-Based Positioning and Official Maps. Remote Sensing, 2022, 14(16), 4086.

6. Naciri N., Yi D., Bisnath S., de Blas F. J., Capua R. Validation of a European High Accuracy GNSS Service for Cadastral Surveying Applications. Proceedings of the 35th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2022), 2022, 381–396.

7. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. Guidelines for the Use of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in Cadastral Surveys and Standards for Positional Accuracy for Cadastral Surveys Conducted Using GNSS. Permanent Instruction Memorandum PIM 2020-004, 2020.

8. Accuracy Assessment of RTK-GNSS Equipped UAV Conducted As-Built Surveys for Construction Site Modelling. Survey Review, 2021, 53(381), 477–492.

9. Updating Cadastral Base Maps: An Innovative Approach. Land Use Policy, 2025. Kadastr xaritalarini yangilash va yer uchastkalari chegaralarini aniqlashning muqobil usullariga oid tadqiqot.

RAQAMLI KADASTR KARTALARINI YARATISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH (Qashqadaryo viloyati Chiroqchi tumani misolida)

Abdiraxmatov Nuriddin Abdiraxmatovich
Qarshi davlat texnika universiteti Geodeziya va geoinformatika kafedrasi katta o‘qituvchisi.
nabdiraxmatov@bk.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada Qashqadaryo viloyati Chiroqchi tumani misolida raqamli kadastr kartalarini yaratish metodikasini takomillashtirish masalalari tadqiq etilgan. Geografik axborot tizimlari (GAT), masofadan zondlash, GNSS texnologiyalari va zamonaviy kartografik dasturlardan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijasida yer uchastkalari chegaralarining geometrik aniqligini oshirish, topologik xatolarni aniqlash va fazoviy ma’lumotlarni yagona bazada shakllantirishga asoslangan takomillashtirilgan metodik yondashuv taklif etilgan.

Kalit so‘zlar. raqamli kadastr kartasi, Chiroqchi tumani, yer kadastri, GAT, GNSS, masofadan zondlash, geofazoviy ma’lumotlar, topologik nazorat.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы совершенствования методики создания цифровых кадастровых карт на примере Чиракчинского района Кашкадарьинской области. Проанализированы возможности применения географических информационных систем (ГИС), дистанционного зондирования, технологий GNSS и современных картографических программ. В результате исследования предложен усовершенствованный методический подход, направленный на повышение геометрической точности границ земельных участков, выявление топологических ошибок и формирование единой базы пространственных данных.

Ключевые слова. цифровая кадастровая карта, Чиракчинский район, земельный кадастр, ГИС, GNSS, дистанционное зондирование, геопространственные данные, топологический контроль.

Abstract. This article examines improvements to the methodology for creating digital cadastral maps using Chirakchi District of Kashkadarya Region as a case study. The application of Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, GNSS technologies, and modern mapping software is analyzed. The study proposes an improved methodological approach aimed at increasing the geometric accuracy of land parcel boundaries, identifying topological errors, and establishing an integrated spatial database.

Keywords. digital cadastral map, Chirakchi District, land cadastre, GIS, GNSS, remote sensing, geospatial data, topological validation.

Kirish. Bugungi kunda yer resurslaridan oqilona foydalanish, ko‘chmas mulk obyektlarini hisobga olish va hududlarni samarali boshqarishda raqamli kadastr kartalarining ahamiyati ortib bormoqda. Raqamli kadastr kartalari yer uchastkalarining geografik joylashuvi, chegaralari, maydoni va foydalanish turlariga oid ma’lumotlarni elektron shaklda aks ettirib, yer munosabatlarini tartibga solishning muhim axborot manbai hisoblanadi.

Qashqadaryo viloyatining Chiroqchi tumanida qishloq xo‘jaligi yerlari, aholi punktlari va boshqa yer toifalariga oid kadastr ma’lumotlarini tizimli yuritish raqamli kartografik texnologiyalarni qo‘llashni talab etadi. Ayniqsa, 2022-yilda Chiroqchi tumani chegaralarining o‘zgartirilishi va Ko‘kdala tumanining tashkil etilishi hududiy kadastr ma’lumotlarini amaldagi ma’muriy chegaralar asosida muvofiqlashtirish zaruratini yuzaga keltirgan [1].

An’anaviy kartografik materiallarni raqamlashtirish jarayonida koordinatalar nomuvofiqligi, yer uchastkalari chegaralarining noto‘g‘ri tutashishi va atribut ma’lumotlaridagi tafovutlar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli raqamli kadastr kartalarini yaratishda zamonaviy geodezik o‘lchash usullari hamda avtomatlashtirilgan nazorat mexanizmlaridan foydalanish dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi — Chiroqchi tumani misolida raqamli kadastr kartalarini yaratishning metodik asoslarini takomillashtirish, fazoviy ma’lumotlarning aniqligini oshirish va ularni yagona geoinformatsion muhitda boshqarishga qaratilgan takliflar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot materiallari va metodlari. Tadqiqot obyekti sifatida Qashqadaryo viloyati Chiroqchi tumanining amaldagi ma’muriy chegaralari doirasidagi yer uchastkalari va ularga tegishli kadastr kartografik ma’lumotlari tanlandi.

Tadqiqotda tizimli tahlil, qiyosiy baholash, geofazoviy modellashtirish va topologik nazorat usullaridan foydalanishga asoslangan metodika ishlab chiqildi. Taklif etilayotgan metodika quyidagi bosqichlarni qamrab oladi:

1. Mavjud kadastr planlari, yer uchastkalari reyestri, ortofotoplanlar va geodezik ma’lumotlarni yig‘ish.
2. Fazoviy ma’lumotlarni yagona koordinatalar tizimiga keltirish.
3. QGIS yoki ArcGIS dasturlarida yer uchastkalari chegaralarini raqamlashtirish va atribut ma’lumotlari bilan bog‘lash.
4. Poligonlarning o‘zaro kesishishi, takrorlanishi va noto‘g‘ri tutashuvlarini topologik tekshirish.
5. Aniqlangan tafovutlarni geodezik o‘lchovlar va huquqiy hujjatlar asosida tekshirish hamda tasdiqlangan ma’lumotlarni yangilash.

Fazoviy ma’lumotlarni standartlashtirishda ISO 19152-1:2024 Land Administration Domain Model (LADM) hamda OGC GeoPackage standartlaridan foydalanish metodik jihatdan maqsadga muvofiqdir [2, 3].

Tadqiqot natijalari. O‘tkazilgan ilmiy-metodik tahlil asosida Chiroqchi tumani uchun raqamli kadastr kartalarini yaratish jarayonini takomillashtirishning ustuvor yo‘nalishlari belgilandi.

Birinchidan, tumanning amaldagi ma’muriy chegaralariga moslashtirilgan yagona geofazoviy ma’lumotlar bazasini shakllantirish zarurligi aniqlandi. Bunda yer uchastkalarining kadastr raqami, maydoni, yer toifasi va boshqa atributlari tegishli geometrik obyektlar bilan bog‘lanishi lozim.

Ikkinchidan, GNSS o‘lchovlari va ortofotoplanlardan birgalikda foydalanish yer uchastkalarining mavjud kartografik tasvirlarini tekshirish hamda yangilash imkoniyatlarini kengaytirishi asoslandi.

Uchinchidan, avtomatlashtirilgan topologik nazoratdan foydalanish fazoviy ma’lumotlardagi ehtimoliy xatolarni aniqlash jarayonini tizimlashtirishi mumkinligi belgilandi.

1-jadval. Chiroqchi tumani raqamli kadastr kartalarini yaratish metodikasini takomillashtirish yo‘nalishlari

Mavjud metodik yondashuv	**Taklif etilayotgan takomillashtirish**
Kartalarni qo‘lda raqamlashtirish	GAT va geodezik ma’lumotlarni birgalikda qo‘llash
Chegaralarni vizual tekshirish	Avtomatlashtirilgan topologik nazorat

Fazoviy ma’lumotlarni alohida saqlash	Yagona identifikatorlarga asoslangan ma’lumotlar bazasi
Davriy yangilash	O‘zgarishlarni monitoring qilish va tasdiqlab kiritish

Taklif etilgan metodikaning asosiy natijasi raqamli kartalarni yaratish, tekshirish va yangilash jarayonlarini yagona texnologik ketma-ketlikda tashkil etish modelining ishlab chiqilganligidir.

Muhokama. Chiroqchi tumani sharoitida raqamli kadastr kartalarini takomillashtirishda yer uchastkalarining haqiqiy joylashuvi bilan kadastr hujjatlarida qayd etilgan chegaralarni o‘zaro solishtirish muhim hisoblanadi.

Masofadan zondlash materiallari yer qoplami va obyektlarning ko‘rinadigan chegaralarini aniqlash imkonini bersa-da, ular har doim ham yer uchastkalarining yuridik chegaralarini ifodalamaydi. Shuning uchun kadastr xaritalarini yangilashda huquqiy hujjatlar, geodezik o‘lchovlar va raqamli tasvirlardan kompleks foydalanish zarur.

Taklif etilayotgan metodikani dastlab tumanning tanlangan aholi punkti yoki qishloq xo‘jaligi hududida sinovdan o‘tkazish tavsiya etiladi. Bunda geometrik aniqlik, aniqlangan topologik xatolar soni va xaritani yangilashga sarflangan vaqt asosiy baholash ko‘rsatkichlari bo‘lishi mumkin.

Mazkur tadqiqot metodik-tahliliy xarakterga ega. Chiroqchi tumani bo‘yicha birlamchi geodezik o‘lchovlar bajarilmagani sababli aniqlikning oshishi yoki vaqt tejalishining miqdoriy natijalari keltirilmagan.

Xulosa. Chiroqchi tumani misolida raqamli kadastr kartalarini yaratish metodikasini takomillashtirish uchun geografik axborot tizimlari, GNSS texnologiyalari va masofadan zondlash materiallaridan kompleks foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Tadqiqot asosida ma’lumotlarni yagona koordinatalar tizimiga keltirish, topologik xatolarni avtomatlashtirilgan tarzda aniqlash, kadastr obyektlarini yagona identifikator orqali bog‘lash va ma’lumotlarni muntazam yangilashni nazarda tutuvchi metodik yondashuv taklif etildi.

Ushbu yondashuvni amaliyotga tatbiq etish Chiroqchi tumanida raqamli kadastr kartalarining aniqligi, ishonchliligi va dolzarbligini oshirish, yer resurslarini boshqarishning axborot ta’minotini yaxshilashga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi Senati. (2022). Qashqadaryo viloyati Chiroqchi tumanining chegaralarini o‘zgartirish va Ko‘kdala tumanini tashkil etish to‘g‘risida. SQ-503-IV-son qaror. Lex.uz.
2. International Organization for Standardization. (2024). ISO 19152-1:2024. Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM) — Part 1: Generic conceptual model. ISO.
3. Open Geospatial Consortium. (2024). OGC GeoPackage Encoding Standard. Version 1.4.0. OGC.
4. O‘zbekiston Respublikasi Kadastr agentligi. Kadastr va geodeziya sohasiga oid rasmiy axborotlar. Kadastr agentligi.

COLLOID-CHEMICAL EVALUATION OF SOLID FOAMING AGENT SAMPLES FOR LIQUID REMOVAL FROM WELLS OF THE ALAN GAS CONDENSATE FIELD

Oripova Sh.K.[1], Karshiyev M.T.[2]

[1,2]University of Economics and Pedagogy, Karshi 180100, Uzbekistan,

E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Abstract: In the final stage of operation of gas and gas condensate wells, falling reservoir pressure and flow rate lead to accumulation of liquid and mechanical impurities at the bottom of the well. One of the main ways of solving this problem is the use of solid surfactants. The article presents laboratory results on the colloid-chemical properties of solid surfactant samples that foam strongly in mineralized water and remain mechanically stable under well conditions. Of the samples tested, QSFM-56 showed the best foaming and the highest foam stability.

Keywords: solid surfactant (QSFM), foam, foam volume, foam decay time, gas and gas condensate fields.

Annotatsiya: Gaz va gazkondensat quduqlarini ishlatishning oxirgi bosqichida qatlam bosimi va debitining pasayishi natijasida quduq tubida suyuqlik va mexanik aralashmalar yig‘iladi. Bu muammoni hal qilishning asosiy usullaridan biri qattiq sirt faol moddalardan foydalanishdir. Maqolada minerallashgan suvda yuqori ko‘pik hosil qiladigan va quduq sharoitida mexanik barqaror bo‘lgan qattiq sirt faol modda namunalarining kolloid-kimyoviy xususiyatlari bo‘yicha laboratoriya natijalari keltirilgan. Sinalgan namunalar ichida QSFM-56 eng yaxshi ko‘piklanish va eng yuqori ko‘pik barqarorligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: qattiq sirt faol modda (QSFM), ko‘pik, ko‘piklanish miqdori, ko‘pikning yemirilish davri, gaz va gazkondensat konlari.

Аннотация: На завершающей стадии эксплуатации газовых и газоконденсатных скважин снижение пластового давления и дебита приводит к накоплению на забое жидкости и механических примесей. Одним из основных способов решения этой проблемы является применение твёрдых ПАВ. В статье приведены лабораторные результаты изучения коллоидно-химических свойств образцов твёрдых ПАВ, обладающих высокой пенообразующей способностью в минерализованной воде и механической устойчивостью в скважинных условиях. Среди испытанных образцов лучшие пенообразование и устойчивость пены показал QSFM-56.

Ключевые слова: твёрдое поверхностно-активное вещество (QSFM), пена, пенообразование, время разрушения пены, газовые и газоконденсатные месторождения.

Surfactants lower surface tension at the interface between phases and are widely used to improve technological processes [1]. In gas and gas condensate fields, water loading of wells is a natural and very common process. As liquid accumulates at the bottom of a well, the well flow declines, the productive life of the well shortens and the flow rate falls [2, 3].

Foaming surfactants help to solve this problem: the liquid is converted into foam and carried to the surface together with the gas stream. Solid surfactants are convenient for this purpose, and the aim of the present work was to evaluate the colloid-chemical properties of several solid surfactant samples (QSFM) in the formation water of a real field.

The research was carried out for the Alan gas condensate field of the Mubarek Oil and Gas Production Department. Taking into account that the wells are 2800–3200 m deep, an experimental setup was assembled to test the foaming properties of the solid surfactant at 70–90 °C, and test runs were carried out on it [4].

The task was to create a solid surfactant that foams strongly in mineralized water and is highly stable mechanically under well conditions. The composition was based on a synthetic surfactant together with a stabilizer, a plasticizer, a weighting agent, paraffin, synthetic glue, sodium carbonate and the sodium salt of higher fatty acids.

For the solid surfactant to bring liquid to the surface as foam together with the gas stream, the following were taken into account: foam volume, foam lifetime and strength, the amount of liquid carried out, and the time required. The amount of liquid removed and the time needed in the formation water of the Alan field were studied on the laboratory setup. Samples of different composition, from QSFM-1 to QSFM-60, were prepared and tested [5]. The colloid-chemical and mechanical properties of the most effective samples – QSFM-30, QSFM-42, QSFM-48, QSFM-56 and QSFM-58 – were then studied in more detail [6].

The dependence of foam volume on time was measured with an automatic foam formation and foam stability analyzer made by the German company KRÜSS. The Ross–Miles automatic foam analyzer corresponds to GOST 22567.1 and ASTM D1173 [7].

The measurements showed that foam formation continued to grow for another 3–4 seconds after the compressor was switched off, because the last air bubbles rose through the foam and increased its volume. The best result was obtained with sample QSFM-56 and the lowest with QSFM-

48. The longer the foam decay time, the more stable the foam is. The stability of the studied samples was found to increase in the order QSFM-48 < QSFM-30 < QSFM-58 < QSFM-42 < QSFM-56 (Table 1).

Table 1.

Comparison of the selected solid surfactant samples

Sample	Stability order (1 = lowest)	Remarks
QSFM-48	1	Lowest foaming result and lowest foam stability
QSFM-30	2	–
QSFM-58	3	–
QSFM-42	4	–
QSFM-56	5	Best foaming result and highest foam stability

Foam is a highly concentrated microheterogeneous system consisting of gas and liquid. The foaming process is significantly affected by the physicochemical properties of the components, by the velocity at which gas flows pass through the liquid layer, and by the design features of the grids of the foam generator [8, 9].

Conclusion. Solid surfactant samples were developed and tested for removing liquid from the wells of the Alan gas condensate field at 70–90 °C, in mineralized formation water. Of the samples QSFM-1 to QSFM-60, five showed the most effective results: QSFM-30, QSFM-42, QSFM-48, QSFM-56 and QSFM-58. Foam stability increases in the order QSFM-48 < QSFM-30 < QSFM-58 < QSFM-42 < QSFM-56; sample QSFM-56 gave the best foaming and the highest stability. Foaming depends on the physicochemical properties of the components, on the gas velocity and on the design of the foam generator, which must be considered when scaling up the results.

References

[1] Rosen M.J., Kunjappu J.T. Surfactants and Interfacial Phenomena. 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012. 616 p.

[2] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Burlington, MA: Gulf Professional Publishing, 2008. 400 p.

[3] Oripova Sh.K. Removal of liquid from gas wells // Journal of Integrated Education and Research. 2022. Vol. 1, No. 4. P. 283–288. URL: https://ojs.rmasav.com/index.php/ojs/article/view/244 (In Russian)

[4] Oripova Sh.K., Adizov B.Z. An experimental setup for studying gas–liquid flow // The role of youth in the scientific development of Uzbekistan. Republican scientific-practical conference. Karshi, 2023. P. 63–64. (In Uzbek)

[5] Oripova Sh.K., Adizov B.Z., Akramov B.Sh. Analysis of the foaming properties of foaming solid surfactants // International Conference Industrial Technologies and Engineering ICITE-2023, Shymkent, Kazakhstan, 2023. P. 68–72.

[6] Oripova S., Akramov B., Adizov B. Application of developed solid foaming agents to remove liquid from the bottom of gas and gas condensate wells // Innovatsion Texnologiyalar. 2024. 53(01). URL: https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/731

[7] ASTM D1173. Standard Test Method for Foaming Properties of Surface-Active Agents. West Conshohocken, PA: ASTM International.

[8] Schramm L.L. (ed.). Foams: Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry. Advances in Chemistry Series 242. Washington, DC: American Chemical Society, 1994.

[9] Pugh R.J. Foaming, foam films, antifoaming and defoaming // Advances in Colloid and Interface Science. 1996. Vol. 64. P. 67–142.

TEMPERATURE DEPENDENCE OF FOAM LAYER HEIGHT AND FOAM STABILITY OF SOLID SURFACTANTS FOR LIQUID REMOVAL FROM WATER-LOADED GAS WELLS

Oripova Sh.K.[1], Raxmonqulov M.T.[2]
[1,2]University of Economics and Pedagogy, Karshi 180100, Uzbekistan,
E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Abstract: Measures against water loading of wells and removal of liquid accumulated in the wellbore make it possible to increase well productivity. The article presents laboratory results on the colloid-chemical properties of solid surfactant samples that foam strongly in mineralized water and are mechanically stable under well conditions, with particular attention to the dependence of foam layer height on temperature. In all studied systems the foam layer height increased as the temperature rose from 20 to 90 °C, and sample QSFM-56 gave the highest foam layer at every temperature.

Keywords: surfactants, solid surfactant (QSFM), gas and gas condensate fields, foam, foam stability, foam volume.

Annotatsiya: Quduqlarning suvlanishiga qarshi kurashish va quduq tanasida yig‘ilgan suyuqlikni bartaraf etish quduq mahsuldorligini oshirish imkonini beradi. Maqolada minerallashgan suvda yuqori ko‘pik hosil qiladigan va quduq sharoitida mexanik barqaror bo‘lgan qattiq sirt faol modda namunalarining kolloid-kimyoviy xususiyatlari bo‘yicha laboratoriya natijalari, ayniqsa ko‘pikli qatlam balandligining haroratga bog‘liqligi keltirilgan. Barcha o‘rganilgan tizimlarda harorat 20 dan 90 °C gacha ortganda ko‘pikli qatlam balandligi ham ortdi, QSFM-56 namunasi esa har bir haroratda eng baland ko‘pik qatlamini berdi.

Kalit so‘zlar: sirt faol moddalar, qattiq sirt faol modda (QSFM), gaz va gazkondensat konlari, ko‘pik, ko‘pikning barqarorligi, ko‘piklanish miqdori.

Аннотация: Меры борьбы с обводнением скважин и удаление накопившейся в стволе жидкости позволяют повысить продуктивность скважин. В статье приведены лабораторные результаты изучения коллоидно-химических свойств образцов твёрдых ПАВ, которые хорошо пенятся в минерализованной воде и механически устойчивы в скважинных условиях, с акцентом на зависимость высоты пенного слоя от температуры. Во всех исследованных системах высота пенного слоя росла при повышении температуры от 20 до 90 °C, а образец QSFM-56 давал наибольший пенный слой при каждой температуре.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, твёрдое ПАВ (QSFM), газовые и газоконденсатные месторождения, пена, устойчивость пены, пенообразование.

Wells that are flooded in the final stage of operation, and self-killing wells, are brought back into stable operation by physicochemical methods aimed at removing the accumulated liquid. Many technological solutions exist for removing liquid from the bottom of a well [1]. Worldwide, the use of surfactants is a widely applied approach: when a surfactant is introduced into a flooded well it forms foam, and as the foam is carried to the surface by the gas stream, it brings the liquid from the bottom of the well with it [2].

A foaming surfactant must be mechanically stable in the liquid medium and keep its strength for a long time, for several days. It must produce a high foam volume in both low- and high-mineralized waters. The availability and low cost of the reagents must also be taken into account.

Surfactants are one of the main, and sometimes the only, ways of improving technological processes, increasing productivity and improving product quality. When a surfactant is chosen for removing liquid from a well, a number of studies are first carried out to assess the condition of the well, and it is advisable to study the colloid-chemical, physical and mechanical properties of the solid surfactants to be used.

Surfactants are divided mainly into two groups: ionic (anionic, cationic and amphoteric) and nonionic [3, 4]. Although all four classes can be used to remove liquid from a well, anionic and nonionic surfactants are used most often. Nonionic surfactants, which include polyoxyethylated compounds of alcohols and phenols, dissolve well in cold water, but their solubility decreases as temperature rises; for this reason they were not used in this study. Anionic surfactants were used instead.

Anionic surfactants contain one or more hydrophilic groups in the molecule and dissociate to give a hydrocarbon anion. The groups most often used for removing accumulated liquid are alkyl sulfates ($R–OSO_3M$, where M is a metal cation), alkyl(aryl)sulfonates ($R–SO_3M$), such as sulfonol and α-olefin sulfonates, laureth sulfonates and others.

A surfactant molecule has a water-soluble (hydrophilic) part and a hydrocarbon-soluble (hydrophobic, or oleophilic) part, so the molecules accumulate at the boundary between the aqueous and non-aqueous phases. When the surfactant concentration reaches a critical level, the interface becomes completely covered with surfactant molecules, and any additional surfactant passes into one of the liquid phases. To ensure the optimal concentration, the solubility of the surfactant and its ability to cover the surface of the dispersed bubbles must be taken into account. Ionic attraction forces between the surfactant molecules and the liquid also strengthen the film. A well-chosen surfactant and suitable conditions for its use are therefore important for effective dispersion of bubbles and emulsions [5].

To determine foam stability, the height of the liquid column (h_l) and the height of the foam (h_f) are recorded against time. During foaming, the foam height keeps increasing while the liquid height decreases, because the liquid passes into the foam; when foaming ends, the foam height is at its maximum and the liquid height at its minimum [6, 7].

After foaming ends, foam decay proceeds in three stages. In the first stage, water drains from the foam, so the liquid height rises and the foam height falls; the total height $h = h_l + h_f$ remains constant because the decrease of one column is compensated by the growth of the other. The end of this stage is marked by the first characteristic time (t_1) and coincides with the beginning of foam destruction. In the second stage the foam volume begins to decrease sharply while drainage continues, and the total height starts to fall; the end of this stage is marked by the second characteristic time (t_2), the final point of drainage. In the third stage no more water is released, and the foam height decreases because the thin foam films rupture; the total height now falls more slowly than in the second stage.

The curve of foam decay can be described by a mathematical equation that includes the parameters above. The two times t_1 and t_2 characterize foam stability: the larger the values, the more stable the foam. The foaming tendency of a substance is directly related to the maximum value of the total height h.

Laboratory studies of the developed foaming solid surfactant samples were carried out with the formation water of the Alan gas condensate field of the Mubarek Oil and Gas Production Department. The mineralization of formation water differs greatly from that of fresh water because of its salt content. The foaming properties of the various solid surfactants were studied in these experiments [8].

The structure of foam and the stability of foaming substances are important for improving existing products and developing new ones. In further tests the effect of temperature on the height of the foam layer was studied; the results are given in Table 1. Because it is close to the temperature of the formation water in the field, the range of 70–90 °C was used for most of the experiments [9].

Table 1.

Dependence of foam layer height (mm) on temperature

No.	Sample	20 °C	70 °C	80 °C	90 °C
1	QSFM-30	138	225	236	241
2	QSFM-42	153	239	248	253
3	QSFM-48	124	215	224	232

No.	Sample	20 °C	70 °C	80 °C	90 °C
4	QSFM-56	176	263	276	287
5	QSFM-58	141	223	234	243

In all studied systems the foam layer height increased with temperature. For every sample, most of the increase occurred between 20 and 70 °C (from 82 to 91 mm), whereas between 70 and 90 °C the height rose by a further 14–24 mm. Sample QSFM-56 gave the highest foam layer at all four temperatures (from 176 mm at 20 °C to 287 mm at 90 °C), and QSFM-48 the lowest (from 124 to 232 mm).

Conclusions:

1. Anionic surfactants were chosen for solid foaming agents because nonionic surfactants lose solubility as temperature rises.

2. Foam stability can be characterized by the characteristic times t_1 and t_2 of the foam decay curve, and the foaming tendency by the maximum total height of liquid and foam.

3. For all five solid surfactant samples (QSFM-30, QSFM-42, QSFM-48, QSFM-56 and QSFM-58) the foam layer height increased as temperature rose from 20 to 90 °C.

4. Sample QSFM-56 gave the highest foam layer at every temperature tested.

References

[1] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Burlington, MA: Gulf Professional Publishing, 2008. 400 p.

[2] Oripova Sh.K. Removal of liquid from gas wells // Journal of Integrated Education and Research. 2022. Vol. 1, No. 4. P. 283–288. URL: https://ojs.rmasav.com/index.php/ojs/article/view/244 (In Russian)

[3] Rosen M.J., Kunjappu J.T. Surfactants and Interfacial Phenomena. 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012. 616 p.

[4] Mansuraeva I.I., Yusupova S.A., Bulaev. Surface-active substances: properties and application // Vestnik magistratury. 2022. No. 2-1 (125). P. 30–33. (In Russian)

[5] Oripova S., Akramov B., Adizov B. Application of developed solid foaming agents to remove liquid from the bottom of gas and gas condensate wells // Innovatsion Texnologiyalar. 2024. 53(01). URL: https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/731

[6] Schramm L.L. (ed.). Foams: Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry. Advances in Chemistry Series 242. Washington, DC: American Chemical Society, 1994.

[7] Pugh R.J. Foaming, foam films, antifoaming and defoaming // Advances in Colloid and Interface Science. 1996. Vol. 64. P. 67–142.

[8] Oripova Sh.K., Adizov B.Z., Akramov B.Sh. Analysis of the foaming properties of foaming solid surfactants // International Conference Industrial Technologies and Engineering ICITE-2023, Shymkent, Kazakhstan, 2023. P. 68–72.

[9] Oripova Sh.K., Adizov B.Z. An experimental setup for studying gas–liquid flow // The role of youth in the scientific development of Uzbekistan. Republican scientific-practical conference. Karshi, 2023. P. 63–64. (In Uzbek)

CHEMICAL COMPOSITION AND TECHNICAL REQUIREMENTS OF A SOLID FOAMING SURFACTANT FOR LIQUID REMOVAL FROM GAS AND GAS CONDENSATE WELLS

Oripova Sh.K.[1], Xamrakulova G.O.[2]

[1,2]University of Economics and Pedagogy, Karshi 180100, Uzbekistan,

E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Abstract: Solid surfactants help to remove liquid accumulated at the bottom of a well by forming foam. The article analyzes the chemical properties of the components of a solid surfactant

that foams strongly in mineralized water and is highly stable mechanically under well conditions. It also gives the technical and technological indicators the surfactant must meet and lists the well parameters that must be determined before a surfactant is chosen.
Keywords: surfactant, solid surfactant (QSFM), gas and gas condensate fields, foam, gas–liquid interface.

Annotatsiya: Qattiq sirt faol moddalar quduq tubida yig‘ilgan suyuqlikni ko‘pik hosil qilib chiqarishga yordam beradi. Maqolada minerallashgan suvda yuqori ko‘pik hosil qiladigan va quduq sharoitida yuqori mexanik barqaror bo‘lgan qattiq sirt faol modda tarkibidagi komponentlarning kimyoviy xossalari tahlil qilingan, shuningdek moddaga qo‘yiladigan texnik-texnologik ko‘rsatkichlar va uni tanlashdan oldin aniqlanadigan quduq parametrlari keltirilgan.
Kalit so‘zlar: sirt faol modda (SFM), qattiq sirt faol modda (QSFM), gaz va gazkondensat konlari, ko‘pik, gaz-suyuqlik chegarasi.

Аннотация: Твёрдые поверхностно-активные вещества способствуют удалению жидкости, скопившейся на забое скважины, за счёт образования пены. В статье проанализированы химические свойства компонентов твёрдого ПАВ, обладающего высокой пенообразующей способностью в минерализованной воде и высокой механической устойчивостью в скважинных условиях; приведены технико-технологические показатели, которым должно отвечать вещество, и параметры скважины, определяемые перед выбором ПАВ.
Ключевые слова: поверхностно-активное вещество (ПАВ), твёрдое ПАВ (QSFM), газовые и газоконденсатные месторождения, пена, граница газ–жидкость.

Removing liquid from wells with the help of surfactants lowers the surface tension at the gas–liquid interface. When foam forms, the density of the gas–liquid mixture falls, and the energy of the produced gas lifts the foamed liquid out of the well [1, 2]. In highly mineralized water the foaming ability of surfactants drops noticeably, and the foaming process is affected first of all by calcium and magnesium salts [1].

A surfactant changes the properties of the liquid and gas phases. Chemically, a surfactant molecule has two parts, one hydrophobic and the other hydrophilic. When surfactant molecules collect at the surface, their hydrophobic parts are directed into the gas phase. This leads to a thin liquid layer covered by a monomolecular layer of surfactant, while the charged (hydrophilic) parts of the molecules are inside the liquid and form a break in this layer [3, 4].

To remove liquid from a well effectively with a surfactant, a stable foam must be created at the bottom of the well. Foam is a dispersed system formed by gas bubbles (cells), where the gas is the dispersed phase and the liquid is the continuous medium. The foam is based on a permanent film framework created by gas bubbles that are separated by liquid films. Concentrated foams can exist in a more or less stable state only as stable foams or foam concentrates [5].

Foam is thermodynamically unstable because of the excess free energy of its large interface, which drives it toward collapse. Its strength and durability are determined by the properties of the film shell, the amount and nature of the foaming agent in the system, its surface activity and its ability to form a viscous, amorphous, solid-like film [5–7]. Gas bubbles in foam are separated by thin films that form the foam framework. Such a film framework forms when the gas volume is 80–90 % of the total volume. The bubbles are tightly packed, and the only thing separating them is a thin film of foaming solution; when deformed, they take a polyhedral shape [5].

The solid surfactant developed for gas and gas condensate fields contains sodium α-olefin sulfonate, sodium lauryl ether sulfate, betaine, alkylbenzenesulfonic acid, sulfonol, paraffin, synthetic glue, sodium carbonate and the sodium salt of higher fatty acids [8]. The chemical properties of the components are summarized in Table 1.

Table 1.

Chemical properties of the components of the solid surfactant (QSFM)

Component	Chemical formula	n	Density	pH	Molecular weight, g/mol	Active component, %
Sodium α-olefin sulfonate	$RCH{=}CH(CH_2)_n{-}SO_3Na$	C_{14}–C_{16}	–	–	–	94
Sodium lauryl ether sulfate	$RO{-}(CH_2CH_2O)_n{-}SO_3Na$	C_{12}–C_{14}	1.03	>7.0	384	70
Betaine	$C_{19}H_{38}N_2O_3$	–	1.043	4.5–7.0	343	30
Alkylbenzenesulfonic acid	$RC_6H_4SO_3H$	C_{10}–C_{13}	–	–	–	–
Sulfonol	$C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_2ONa$	–	0.22	7.5–10.5	–	80
Sodium salt of higher fatty acids	–	–	–	–	–	72
Sodium carbonate	Na_2CO_3	–	2.54	11.5	105.9888	–
Hexametaphosphate	$Na_6P_6O_{18}$	–	2.484	7–8	611.77	–
Sodium silicate	Na_2SiO_3	–	2.4	–	–	–
Paraffin	C_nH_{2n+2}	C_{18}–C_{35}	0.880–0.915	–	–	–

To select a surfactant for removing water from a well, the condition of the well must be assessed by geophysical surveys. The following parameters are measured: well depth, sump, height of the perforation interval, diameters of the casing and tubing, the packer and its setting depth, bottom-hole temperature, salt content of the formation water, bottom-hole pressure, wellhead pressure and its drop, type of produced fluid (oil, gas or gas condensate) and the height of the water column in the tubing [2].

Conclusions:

1. A solid surfactant for liquid removal should foam strongly in mineralized water and remain mechanically stable under well conditions; calcium and magnesium salts reduce its foaming ability most.

2. The composition is based on anionic surfactants (sodium α-olefin sulfonate, sodium lauryl ether sulfate, sulfonol, alkylbenzenesulfonic acid) and betaine, with auxiliary components such as paraffin, sodium carbonate, sodium silicate and hexametaphosphate.

3. The surfactant must meet the technical requirements: pH 5.0–8.5, foam number not less than 145 mm, foam stability not less than 0.8 and mass fraction of chlorides not more than 6.0 %.

4. Before a surfactant is chosen, the main well parameters must be determined by geophysical surveys.

References

[1] Oripova Sh.K. Removal of liquid from gas wells // Journal of Integrated Education and Research. 2022. Vol. 1, No. 4. P. 283–288. URL: https://ojs.rmasav.com/index.php/ojs/article/view/244 (In Russian)

[2] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Burlington, MA: Gulf Professional Publishing, 2008. 400 p.

[3] Volkov V.A. Colloid Chemistry. Surface Phenomena and Disperse Systems: Textbook. 2nd ed., rev. St. Petersburg: Lan, 2015. 672 p. (In Russian)
[4] Rosen M.J., Kunjappu J.T. Surfactants and Interfacial Phenomena. 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012. 616 p.
[5] Vilkova N.G. Properties of Foams and Methods of Their Study: monograph. Penza: PGUAS, 2013. 120 p. (In Russian)
[6] Schramm L.L. (ed.). Foams: Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry. Advances in Chemistry Series 242. Washington, DC: American Chemical Society, 1994.
[7] Pugh R.J. Foaming, foam films, antifoaming and defoaming // Advances in Colloid and Interface Science. 1996. Vol. 64. P. 67–142.
[8] Oripova S.K., Akramov B.S., Adizov B.Z. Application of developed solid foaming agents to remove liquid from the bottom of gas and gas condensate wells // Innovatsion Texnologiyalar. 2024. Vol. 53, No. 1. P. 7–14. UDK 553.981.2. URL: https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/731

TECHNICAL AND PHYSICOCHEMICAL REQUIREMENTS FOR FOAMING SURFACTANTS USED IN GAS AND GAS CONDENSATE FIELDS

Oripova Shakhlo Karimovna
University of Economics and Pedagogy, Karshi 180100, Uzbekistan,
E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Abstract: The article describes surfactants used in gas and gas condensate fields, their main technical and technological indicators, and their physicochemical properties. It explains why a stable foam is needed to remove liquid from the bottom of a well, which factors govern foam strength and durability, and what requirements a foaming surfactant must meet.
Keywords: surfactant, gas and gas condensate field, dispersed phase, foam, foaming agent.

Annotatsiya: Maqolada gaz va gazkondensat konlarida qo‘llaniladigan sirt faol moddalar, ularning asosiy texnik-texnologik ko‘rsatkichlari va fizik-kimyoviy xususiyatlari bayon etilgan. Quduq tubidan suyuqlikni chiqarish uchun barqaror ko‘pik nima uchun kerakligi, ko‘pikning mustahkamligi va chidamliligini qanday omillar belgilashi hamda ko‘pik hosil qiluvchi sirt faol moddaga qanday talablar qo‘yilishi ko‘rsatilgan.
Kalit so‘zlar: sirt faol modda, gaz va gazkondensat koni, dispers faza, ko‘pik, ko‘pik hosil qiluvchi modda.

Аннотация: В статье рассматриваются поверхностно-активные вещества, применяемые на газовых и газоконденсатных месторождениях, их основные технико-технологические показатели и физико-химические свойства. Объясняется, почему для удаления жидкости с забоя скважины необходима устойчивая пена, какие факторы определяют её прочность и стойкость и каким требованиям должен отвечать ПАВ-пенообразователь.
Ключевые слова: поверхностно-активное вещество, газовое и газоконденсатное месторождение, дисперсная фаза, пена, пенообразователь.

Surfactants are compounds that lower surface tension by concentrating at the interface between phases. They are widely used in industry and are often one of the main, and sometimes the only, ways of improving technological processes, raising productivity and improving product quality [1, 2]. According to their application, surfactants are divided into wetting agents, solubilizers, emulsifiers, detergents, foaming agents and other groups [3].

One of the practical uses of foaming surfactants is the removal of liquid from the bottom of gas and gas condensate wells, where foam formation helps the gas stream to carry water and

condensate to the surface [3–5]. The aim of this article is to review the principles of foam formation and the technical requirements that a foaming surfactant should satisfy.

As a field is depleted, reservoir pressure and gas velocity fall, and at some point the gas can no longer lift the produced liquid. The minimum gas velocity needed to keep liquid droplets moving upward is called the critical velocity, and it decreases when the surface tension and the density of the liquid decrease [6, 7]. Foaming surfactants act on both factors: they reduce surface tension and turn the liquid into a lighter foam that the gas can lift at lower flow rates [7, 8].

To remove liquid effectively, a stable foam must be created at the bottom of the well. Foam is a dispersed system made up of gas bubbles (cells); the gas is the dispersed phase and the liquid is the continuous dispersion medium. The basis of foam is a permanent film framework formed by gas bubbles separated by thin liquid films [9, 10].

Foam is thermodynamically unstable: the large gas–liquid interface carries excess free energy, which drives the system toward film thinning and collapse of the foam [9, 10]. The strength and durability of foam are therefore determined by the properties of the film shell, by the amount and nature of the foaming agent in the system, by its surface activity, and by its ability to form a viscous, amorphous, solid-like film [9]. Laboratory comparison of foaming agents is usually based on the foam number and foam stability of their aqueous solutions [11].

A surfactant should also correspond to the required technical and technological indicators, to its own physicochemical properties and to its type. The main indicators are listed in Table 1.

Table 1.

Main technical and technological indicators of the surfactant

Indicator	**Specification**
Appearance	Homogeneous single-phase or multiphase liquid free of foreign inclusions
Colour	Characteristic colour of the given product
Odour	Characteristic odour of the given product
pH value	5.0 – 8.5
Foaming ability (foam number), mm, not less than	145
Foam stability, not less than	0.8
Mass fraction of chlorides, %, not more than	6.0

Conclusions. Effective removal of liquid from a gas or gas condensate well requires a stable foam in which gas is dispersed in the liquid and bubbles are separated by durable films. Foam strength and durability depend on the properties of the film shell, the amount and nature of the foaming agent, its surface activity and its ability to form a viscous film. A foaming surfactant should meet the specified requirements: pH 5.0–8.5, foam number not less than 145 mm, foam stability not less than 0.8, and mass fraction of chlorides not more than 6.0 %.

References

[1] Mansuraeva I.I., Yusupova S.A., Bulaev. Surface-active substances: properties and application // Vestnik magistratury. 2022. No. 2-1 (125). P. 30–33. (In Russian)

[2] Rosen M.J., Kunjappu J.T. Surfactants and Interfacial Phenomena. 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012. 616 p.

[3] Emello G.G., Bondarenko Zh.V., Harlan T.V. Foaming properties of aqueous solutions of ZETESOL surfactant preparations // Proceedings of BSTU. 2016. No. 4. P. 11–15. (In Russian)

[4] Oripova S., Akramov B., Adizov B. Application of developed solid foaming agents to remove liquid from the bottom of gas and gas condensate wells // Innovatsion Texnologiyalar. 2024. 53(01). URL: https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/731

[5] Oripova Sh.K., Adizov B.Z., Akramov B.Sh. Analysis of the foaming properties of foaming solid surfactants // International Conference Industrial Technologies and Engineering ICITE-2023, Shymkent, Kazakhstan, 2023. P. 68–72.

[6] Oripova Sh.K. Removal of liquid from gas wells // Journal of Integrated Education and Research. 2022. Vol. 1, No. 4. P. 283–288. URL: https://ojs.rmasav.com/index.php/ojs/article/view/244 (In Russian)

[7] Turner R.G., Hubbard M.G., Dukler A.E. Analysis and prediction of minimum flow rate for the continuous removal of liquids from gas wells // Journal of Petroleum Technology. 1969. Vol. 21, No. 11. P. 1475–1482.

[8] Campbell S., Ramachandran S., Bartrip K. Corrosion inhibition/foamer combination treatment to enhance gas production // SPE Paper 67325, SPE Production and Operations Symposium, Oklahoma City, OK, March 24–27, 2001.

[9] Lea J.F., Nickens H.V., Wells M.R. Gas Well Deliquification. 2nd ed. Burlington, MA: Gulf Professional Publishing, 2008. 400 p.

[10] Schramm L.L. (ed.). Foams: Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry. Advances in Chemistry Series 242. Washington, DC: American Chemical Society, 1994.

[11] Pugh R.J. Foaming, foam films, antifoaming and defoaming // Advances in Colloid and Interface Science. 1996. Vol. 64. P. 67–142.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ГАЗОДОБЫЧЕ

Орипова Шахло Каримовна
Университет экономики и педагогики, г. Карши, 180100, Республика Узбекистан.
E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Аннотация: В статье рассматривается классификация поверхностно-активных веществ (ПАВ) по строению молекул и их свойствам, а также области применения ПАВ: в методах химического анализа и в качестве пенообразователей для удаления жидкости из газовых скважин. Описаны анионные, катионные, амфолитные и неионогенные ПАВ, а также оптические и разделительные методы анализа, в которых используются ПАВ.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества (ПАВ), классификация коллоидных ПАВ, ионогенные ПАВ, мицеллярная экстракция, пенообразователи.

Annotatsiya: Maqolada sirt-faol moddalar (SFM) molekulalarining tuzilishi va xossalariga ko‘ra tasnifi, shuningdek SFMni qo‘llash sohalari: kimyoviy tahlil usullarida va gaz quduqlaridan suyuqlikni chiqarishda ko‘pik hosil qiluvchi sifatida ishlatilishi ko‘rib chiqilgan. Anion, kation, amfolit va noionogen SFM hamda SFM qo‘llaniladigan optik va ajratish tahlil usullari bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: sirt-faol moddalar (SFM), kolloid SFM tasnifi, ionogen SFM, mitsellyar ekstraksiya, ko‘pik hosil qiluvchi moddalar.

Abstract: The article considers the classification of surfactants by molecular structure and properties, as well as their applications in chemical analysis and as foaming agents for removing liquid from gas wells. Anionic, cationic, amphoteric and nonionic surfactants are described, together with the optical and separation methods of analysis in which surfactants are used.

Keywords: surfactants, classification of colloidal surfactants, ionic surfactants, micellar extraction, foaming agents.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – это химические соединения, которые снижают поверхностное натяжение за счёт концентрирования на границе раздела фаз. Они

применяются в самых разных отраслях и нередко оказываются одним из главных, а порой и единственным средством совершенствования технологических процессов, повышения производительности и улучшения качества продукции. По назначению ПАВ подразделяют на смачиватели, солюбилизаторы, эмульгаторы, моющие агенты, пенообразователи и другие группы [3].

Одним из важных практических направлений применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) является использование ПАВ-пенообразователей для удаления жидкости, накапливающейся на забоях газовых и газоконденсатных скважин. В процессе эксплуатации таких скважин на забое может происходить накопление пластовой воды и газового конденсата, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления, снижению скорости фильтрации газа и ухудшению условий эксплуатации скважин. Применение пенообразующих ПАВ способствует образованию устойчивой пены, снижению поверхностного натяжения на границе раздела фаз и повышению способности газового потока выносить скопившуюся жидкость на поверхность. Это позволяет улучшить условия работы скважин, повысить эффективность удаления жидкости и поддерживать их производительность [1–2].

Классификация коллоидных ПАВ определяется строением их молекул [4]. Главным признаком служит способность вещества диссоциировать в растворе: ионогенные ПАВ образуют поверхностно-активные ионы, чем и отличаются от неионогенных. Среди ионогенных ПАВ выделяют анионные, катионные и амфолитные.

Анионные ПАВ диссоциируют в растворе с образованием поверхностно-активного аниона, катионные – с образованием поверхностно-активного катиона. К катионным ПАВ относятся соли первичных, вторичных, третичных и четвертичных алифатических и ароматических аминов. Амфолитные ПАВ содержат одновременно кислотные и основные функциональные группы, поэтому в зависимости от среды проявляют свойства как кислотных, так и основных ПАВ; типичным примером являются аминокислоты [5]. Основные признаки каждой группы приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Классификация коллоидных ПАВ

Тип ПАВ	**Характеристика**	**Примеры**
Анионные	Диссоциируют в растворе с образованием поверхностно-активного аниона	соли карбоновых кислот (мыла), алкилсульфаты
Катионные	Диссоциируют в растворе с образованием поверхностно-активного катиона; к ним относятся соли первичных, вторичных, третичных и четвертичных алифатических и ароматических аминов	октадециламмонийхлорид $[C_{18}H_{37}NH_3]^+Cl^-$
Амфолитные	Содержат кислотные и основные функциональные группы; в зависимости от среды проявляют свойства кислотных или основных ПАВ	аминокислоты
Неионогенные	В отличие от ионогенных, не диссоциируют в растворе с образованием поверхностно-активных ионов	оксиэтилированные спирты и алкилфенолы

ПАВ широко используются в аналитической химии, причём их свойства задействованы как в оптических методах, так и в методах разделения и концентрирования [5-6]. К оптическим методам, в которых применяются ПАВ, относятся спектрофотометрия, люминесценция, атомно-абсорбционная спектроскопия и атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой.

Среди методов разделения и концентрирования следует назвать экстракцию (прежде всего мицеллярную экстракцию) и хроматографические методы: мицеллярную тонкослойную хроматографию, мицеллярную хроматографию, тонкослойную хроматографию, импрегнирование пластин ТСХ растворами ПАВ и ион-парную ТСХ. Обобщённые сведения представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Методы анализа с применением ПАВ

Группа методов	Конкретные методы
Оптические методы	Спектрофотометрия, люминесценция, атомно-абсорбционная спектроскопия, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой
Экстракционные методы	Мицеллярная экстракция
Хроматографические методы	Мицеллярная тонкослойная хроматография, мицеллярная хроматография, тонкослойная хроматография (ТСХ), импрегнирование пластин ТСХ растворами ПАВ, ион-парная ТСХ

Выводы. Свойства и назначение ПАВ определяются строением молекул; по способности к диссоциации в растворе их делят на ионогенные (анионные, катионные, амфолитные) и неионогенные. ПАВ находят применение в технологических процессах, в том числе как пенообразователи при удалении жидкости из газовых скважин. В аналитической химии ПАВ используются в оптических методах, а также в методах экстракции и хроматографии, что позволяет повысить эффективность разделения и концентрирования веществ.

Список литературы

[1] Oripova, S., Akramov, B., & Adizov, B. (2024). APPLICATION OF DEVELOPED SOLID FOAMING AGENTS TO REMOVE LIQUID FROM THE BOTTOM OF GAS AND GAS CONDENSATE WELLS. Innovatsion Texnologiyalar, 53(01). Retrieved from https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/731

[2] Орипова, Шахло Каримовна. «УДАЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН». Journal of Integrated Education and Research 1, no. 4 (September 28, 2022): 283–288. Accessed February 5, 2025. https://ojs.rmasav.com/index.php/ojs/article/view/244.

[3] Мансураева И.И., Юсупова С.А., Булаев. Поверхностно-активные вещества: свойства и применение // Вестник магистратуры. 2022. № 2-1 (125). С. 30–33.

[4] Эмелло Г.Г., Бондаренко Ж.В., Харлан Т.В. Пенообразующие свойства водных растворов препаратов поверхностно-активных веществ группы ZETESOL // Труды БГТУ. 2016. № 4. С. 11–15.

[5] Неудачина Л.К., Петрова Ю.С. Применение поверхностно-активных веществ в анализе: учеб. пособие; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 76 с.

[6] Oripova Sh.K., Adizov B.Z., Akramov B.Sh. Analysis of the foaming properties of foaming solid surfactants // International Conference Industrial Technologies and Engineering ICITE-2023, Shymkent, Kazakhstan, 2023. P. 68–72.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ УДАЛЕНИИ ЖИДКОСТИ ИЗ ОБВОДНЯЮЩИХСЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Орипова Ш.К.[1], Жураева Х.З.[2]
[1,2]Университет экономики и педагогики, г. Карши, 180100, Республика Узбекистан.
E-mail: oripovashahlo1991@umail.uz

Аннотация: В статье рассматривается влияние качества и реологических свойств пены на эффективность пенообразователей (поверхностно-активных веществ, ПАВ), применяемых

для удаления жидкости с забоев обводняющихся газовых скважин. Показано, как снижение поверхностного натяжения и эффективной плотности жидкости уменьшает критическую скорость газа, чем различается вспенивание воды и газового конденсата, а также какую роль играют качество пены, предел текучести и структурная вязкость.
Ключевые слова: поверхностно-активные вещества (ПАВ), газовые скважины, пенообразователь, качество пены, критическая скорость, предел текучести.

Annotatsiya: Maqolada suvlanib borayotgan gaz quduqlarining tubidan suyuqlikni chiqarishda qo‘llaniladigan ko‘pik hosil qiluvchi moddalar (sirt-faol moddalar, SFM) samaradorligiga ko‘pikning sifati va reologik xossalarining ta’siri ko‘rib chiqilgan. Suyuqlikning sirt tarangligi va samarali zichligining kamayishi gazning kritik tezligini qanday pasaytirishi, suv va gaz kondensatining ko‘piklanishi qanday farq qilishi hamda ko‘pik sifati, oquvchanlik chegarasi va strukturaviy qovushqoqlikning roli yoritilgan.
Kalit so‘zlar: sirt-faol moddalar (SFM), gaz quduqlari, ko‘pik hosil qiluvchi modda, ko‘pik sifati, kritik tezlik, oquvchanlik chegarasi.

Abstract: The article examines how foam quality and rheological properties affect the efficiency of foaming agents (surfactants) used to remove liquid from the bottom of water-loaded gas wells. It shows how a reduction in surface tension and in the effective density of the liquid lowers the critical gas velocity, how the foaming of water differs from that of gas condensate, and what role foam quality, yield stress and structural viscosity play.
Keywords: surfactants, gas wells, foaming agent, foam quality, critical velocity, yield stress.

На поздней стадии разработки газовых месторождений пластовое давление падает, а вместе с ним снижаются дебит скважин и скорость газа в стволе. Когда скорости становится недостаточно, поток уже не способен выносить на поверхность попутную воду и конденсат: жидкость скапливается на забое, создаёт противодавление на пласт и ещё сильнее уменьшает приток газа. Одним из наиболее доступных способов борьбы с этим явлением является подача в скважину пенообразователей на основе ПАВ. Вступая в контакт с жидкостью, они превращают её в пену, которая легче исходной жидкости и выносится газовым потоком даже при невысоких дебитах [1–2].

Эффективность такого метода зависит не только от самого реагента, но и от свойств образующейся пены. Цель настоящей работы – рассмотреть, как качество пены и её реологические характеристики связаны с условиями удаления жидкости из скважины.

Пена представляет собой газожидкостную систему особого типа, в которой пузырьки газа отделены друг от друга тонкими жидкими плёнками. Каждая плёнка состоит из двух адсорбционных слоёв ПАВ и заключённой между ними жидкости. Добавление ПАВ снижает поверхностное натяжение на границе раздела фаз, благодаря чему газ эффективнее диспергируется в жидкости.

Влияние пены на вынос жидкости удобно оценивать с помощью понятия критической скорости, т. е. минимальной скорости газа, при которой капли жидкости ещё удерживаются во взвешенном состоянии и выносятся потоком. Этот подход использовали Кэмпбелл и соавторы [3]; в промысловых единицах (v – фут/с, σ – дин/см, ρ – фунт/фут³) критическая скорость выражается зависимостью:

$$v_{\text{с}} = \frac{1{,}593 \cdot \sigma^{\frac{1}{4}} \cdot (\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{г}})^{\frac{1}{4}}}{\rho_{\text{г}}^{\frac{1}{2}}} \qquad (1)$$

где:

v_c – критическая скорость газа;

σ – поверхностное натяжение между жидкостью и газом;

$\rho_{\text{ж}}$ и $\rho_{\text{г}}$ – плотности жидкости и газа соответственно.

Из зависимости (1) следует, что критическая скорость уменьшается при снижении поверхностного натяжения и плотности жидкой фазы. Образование пены воздействует сразу

на оба параметра: ПАВ уменьшают σ, а вспененная жидкость имеет заметно меньшую эффективную плотность, чем исходная вода или конденсат. В результате скважина способна выносить жидкость при меньшей скорости газа. При этом следует учитывать, что поверхностное натяжение в реальном потоке необходимо оценивать в динамических условиях, а не только по результатам статических измерений [3].

Вода и жидкие углеводороды по-разному реагируют на присутствие ПАВ. Пластовая вода вспенивается сравнительно легко, тогда как вспенивание углеводородной жидкости, особенно газового конденсата и других лёгких фракций, остаётся сложной задачей. В конденсате пузырьки газа могут образовывать дисперсию, однако получаемая пена неустойчива и быстро разрушается. Чтобы поддерживать лёгкую углеводородную жидкость во вспененном состоянии, требуется её непрерывное перемешивание.

Практический вывод состоит в том, что подбор пенообразователя нужно проводить с учётом фактического состава скважинной продукции: для обводнённых скважин и для скважин с высоким содержанием конденсата необходимы разные составы и разные режимы подачи.

Качеством пены называют долю газа в пенистой смеси при рабочих давлении и температуре. Так, пена 80 %-го качества на 80 % состоит из газа. Поскольку объём газа зависит от давления и температуры, качество пены не остаётся постоянным по глубине скважины и изменяется по мере движения смеси к устью.

При качестве менее 50 % система представляет собой газожидкостную эмульсию (дисперсию газа в жидкости). Такая дисперсия неустойчива: под действием силы тяжести жидкая и газовая фазы разделяются. С ростом качества жидкие плёнки между пузырьками утончаются, структура становится более связной, и пена в состоянии покоя оказывается относительно устойчивой [4]. Эти закономерности сведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние качества пены на её устойчивость

Качество пены	**Тип системы**	**Поведение**
Менее 50 %	Дисперсия газа в жидкости (газожидкостная эмульсия)	Неустойчива: под действием силы тяжести жидкая и газовая фазы разделяются
Более 50 %	Пена с тонкими жидкими плёнками между пузырьками	Относительно устойчива в покое; для начала течения необходимо превысить предел текучести

Устойчивая пена в покое не течёт, поэтому для приведения её в движение необходимо приложить некоторое минимальное напряжение, достаточное для разрушения сцепления между пузырьковыми структурами. Эту минимальную нагрузку называют пределом текучести. После начала течения пена ведёт себя как неньютоновская жидкость: её структурная вязкость зависит от скорости сдвига в потоке. Следовательно, при оценке выноса жидкости пеной нужно учитывать не только плотность и поверхностное натяжение, но и реологические параметры, которые определяются качеством пены и условиями течения в стволе скважины.

Выводы. Применение ПАВ снижает поверхностное натяжение и эффективную плотность жидкости, что уменьшает критическую скорость газа и позволяет удалять жидкость из скважин с низким дебитом. Вода и лёгкие углеводородные жидкости вспениваются по-разному: пена газового конденсата неустойчива, поэтому реагент следует подбирать с учётом состава продукции скважины. Качество пены зависит от давления и температуры; при качестве менее 50 % система представляет собой неустойчивую дисперсию, а с ростом качества пена становится более устойчивой. Для движения пены необходимо преодолеть предел текучести, а её структурная вязкость зависит от скорости сдвига, что необходимо учитывать при анализе работы скважин.

Список литературы

[1] Oripova, S., Akramov, B., & Adizov, B. (2024). APPLICATION OF DEVELOPED SOLID FOAMING AGENTS TO REMOVE LIQUID FROM THE BOTTOM OF GAS AND GAS CONDENSATE WELLS. Innovatsion Texnologiyalar, 53(01). Retrieved from https://ojs.qmii.uz/index.php/it/article/view/731

[2] Орипова, Шахло Каримовна. «УДАЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН». Journal of Integrated Education and Research 1, no. 4 (September 28, 2022): 283–288. Accessed February 5, 2025. https://ojs.rmasav.com/index.php/ojs/article/view/244.

[3] Campbell, S., Ramachandran, S., and Bartrip, K., “Corrosion Inhibition/Foamer Combination Treatment to Enhance Gas Production”, SPE Paper 67325, presented at the SPE Production and Operations Symposium, Oklahoma City, OK, March 24-27, 2001. 236 p.

[4] Ли Джеймс, Никенс Генри, Уэллс Майкл. Технологические решения по удалению жидкости из скважин / Перевод с английского. – М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2008. – 384 с.

METALLARNI KORROZIYADAN HIMOYA QILUVCHI SAMARADORLIGI YUQORI BO‘LGAN ORGANIK XOM-ASHYOLAR ASOSIDA INGIBITORLAR ISHLAB CHIQARISH

dotsent., Ataqulova Dilbar Dusmurodovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti
E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annatatsiya: Ushbu maqolada neft-gaz sanoati metallar korroziyasida ingibitorlarni qo‘llash va undan ratsional ravishda foydalanish. Organik xom-ashyolar asosida korroziyadan himoya qiluvchi samaradorligi yuqori bo’lgan ingibitorlarni sinez qilish, ingibirlash xususiyatlarini o’rganish.

Kalit so‘z: antikorrozion qoplamalar, aminonitrilli ingibitor, kvant-kimyoviy usullar, geksan, etilendiamin, atsetonsiangidrin, IQ-, PMR- va UB-spetroskopik usullar, xloroform, atseton, benzol.

Аннотация: В данной статье рассматривается применение ингибиторов коррозии металлов в нефтегазовой промышленности и их рациональное использование. Синтез ингибиторов с высокой эффективностью защиты от коррозии на основе органического сырья, исследование ингибирующих свойств.

Ключевые слова: антикоррозионные покрытия, аминонитрильный ингибитор, квантово-химические методы, гексан, этилендиамин, ацетонцианогидрин, ИК-, ПМР- и УФ-спектроскопические методы, хлороформ, ацетон, бензол.

Abstract: This article discusses the application and rational use of inhibitors to combat metal corrosion in the oil and gas industry. It covers the synthesis of highly effective corrosion inhibitors based on organic raw materials and the study of their inhibitory properties.

Keywords: anti-corrosion coatings, aminonitrile inhibitor, quantum-chemical methods, hexane, ethylenediamine, acetone cyanohydrin, IR, PMR, and UV spectroscopic methods, chloroform, acetone, benzene.

Kirish. Dunyoda neft va gaz mahsulotlari sifatiga bo‘lgan talabning keskin oshishi sababli texnologik tizimlarning ishonchli ishlashi va ularning xizmat muddatini oshirishda korroziyaga qarshi ingibitorlar va antikorrozion qoplamalarni yaratishga bo‘lgan ehtiyojning ortib borishiga olib kelmoqda. Shuning uchun organik xom-ashyolar asosida metallarni korroziyadan himoya qiluvchi samaradorligi yuqori bo‘lgan ingibitorlarni ishlab chiqarish kimyo hamda neft-gaz sanoatida muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda jahon sanoati yuqori sur’atlarda rivojlanib borayotgan mamlakatlarning neft va gazni qayta ishlash sanoat qurulmalarida vujudga keladigan korrozion oqibatlarini kamaytirishda ingibitorlar sintezining yangi usullari, texnologiyalarini takomillashtirish, ekologik talablarga mosligini ta’minlash maqsadida turli tarkibli ingibitor va ularning kompozitsiyalarini olish bo‘yicha izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada mavjud xomashyo resuruslaridan foydalanib, metallar korroziyasiga qarshi yuqori texnik xususiyatlarga ega bo‘lgan ingibitorlar va antikorrozion qoplamalar yaratishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Respublikamizda metallar korroziyasiga qarshi ingibitor va antikorrozion qoplamalar ishlab chiqarish bo‘yicha muhim natijalarga erishilmoqda. Neft va gaz sanoatida ingibitorlar va antikorrozion qoplamalarni po‘lat korroziyasiga ta’sirini o‘rganish orqali ularni yangi tarkibga ega bo‘lgan yangi turlarini yaratish hamda amaliyotga joriy etish bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Texnologik ishchi muhitida bir vaqtning o'zida vodorod sulfid, vodorod xlorid, naften kislotalari va karbonat angidridning mavjudligi korrozion agressivlikni kuchaytirib, korroziya tezligini oshiradi. Korroziya ingibitorlari nafaqat korroziya tezligini keskin sekinlashtirishi, balki korroziya sababli ajralib chiqadigan vodorodning metall ichkarisiga tarqalishini kamaytirib, metallning mexanik xususiyatlarini saqlab qolishiga yordam beradi va bakteriyalarning hayotiy faoliyatini to‘xtatadigan, jumladan, anaerob sharoitda sulfat qaytaruvchi, ya’ni vodorod sulfidni hosil qiluvchi bakteriyalarga qarshi samarali bakteritsid xossalarni ham namoyon qiladi. Shuningdek, ularning integral toksikologik xususiyatlarini baholash ham maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Korrozion tajriba sinov usullarini sinflanishi. Korroziya jarayonlarini barcha tadqiqot usullari uch guruhga bo'linadi:

- laboratoriya tadqiqotlari (sinovlar metallar va qotishmalarning turli xil ish sharoitlari simulyatsiya qilingan laboratoriyalarda o‘tkaziladi);
- ekspluatatsion tadqiqotlar (mashinalar, agregatlar va turli xil jihozlar, ularni keyingi foydalanish sharoitida himoya vositalarini o‘rganish);
-laboratoriyadan tashqari tadqiqotlar (namunalar ekspluatatsion tabiiy sharoitlarda, masalan, dengizda, havoda va boshqalarda sinovlar).

Laboratoriya va laboratoriyadan tashqari sinovlarda tadqiqot ob'ekti sifatida metall namunasi ishlatiladi. Tadqiqot shartlari turlicha bo‘ladi.

Ekspluatatsion va dala sinovlarida korrozion muhit sharoitlari bir xil bo‘ladi, lekin birinchi holatda namuna emas, balki tayyor mahsulot, qoplama, agregat va boshqalar sinov ob'ekti sifatida ishlaydi.

Ko‘pincha, barcha uch turdagi testlar quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: laboratoriya, laboratoriyadan tashqari, ekspluatatsion. Yuqoridagi usullarning har biri o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega, ammo birgalikda ular bir-birini ma'lum darajada to‘ldiradi. [1-2-3-4]

Natijalar Tanlangan aminonitrilli ingibitorining himoya qilish samaradorligini baholashda gravimetrik korrozion sinov usuli ishlatildi. Murakkab korrozion agressiv komponentli uglevodorodli fazada korroziya ingibitorlarini himoyalash samaradorligini aniqlash uchun uglerodli po‘lat St.235, St.20 metall namunalaridan foydalanildi. Tanlangan namunalarning korroziya tezligi laboratoriya sharoitida ingibirlangan va ingibirlanmagan muhitda aniqlanadi. Laboratoriya sinovlari GOST 9.506-87 va GOST 9.502-82 va RD 39-3-611-81 bo'yicha qutblanishga qarshilik usuliga muvofiq U-simon shisha trubkali idishda gravimetrik usulda bajarildi.

Sintez qilingan birikmalarning tuzilishi IQ-, PMR- va UB-spetroskopik usullar bilan tasdiqlangan. Sintez qilingan moddalarning IK-spktrlari tabletka ko‘rinishida KBr bilan birga 2000 Perkin Elmer modelli Fure-spektrometrida, PMR-spektrlari esa JNM-4H-100 Varian Unity 400 (+) d CD3OD uskunasida ichki standart GMDS yordamida olindi. Reaksiyaning borishi va uning tozaligini

nazorat qilish yupqa qatlamli xromatografik usulda Silufol UV-254 plastinkasida turli sistemadagi erituvchilarda amalga oshirildi. Ochiltiruvchilar sifatida yod bug‘laridan va UB-nurdan foydalanildi.

Sintez qilingan moddalarni nazariy jihatdan tavsiflashda, rentgenologik tahlil, PMR (^{13}C, ^{1}H) analizlarining eksperimental ravishda o‘lchangan natijalariga qarama-qarshi tekshirish uchun nazariy tavsifnomalari o‘rganildi. PMR^{15}N kimyoviy siljishlar nazariy jihatdan hisoblab chiqilgan. Ushbu tadqiqot ishida zamonaviy DFT hisoblash dasturlaridan foydalanilgan. Tadqiqot natijalarini hisoblashdan oldin sintez qilingan birikmalarning molekulasi optimallashtirildi. Sintez qilingan birikmalarning nazariy xususiyatlarini hisoblash uchun 6-311+G (d, p) ishlatilgan. Ba’zi hisoblash natijalarini olishda biz katta 6-311 + G (2d, p) dan foydalandik, ayniqsa PMR ma’lumotlarini nazariy jihatdan hisoblash katta asoslarni talab qiladi. IQ-spektroskopik hisoblashda tebranish chastotalari 0,9587 ga tenglashtirildi. Sintez qilingan moddalarni PMR qiymatlarini hisoblashda tetrametilsilan erituvchisi yordamida optimallashtirildi. Ushbu nazariy hisoblashlarda biz Fronter molekulyar orbital va molekulyar elektrostatik potentsial xususiyatlarini 2,7-dimetil-2,7-ditsiano-3,6-diazaoktan molekulasi asosida hisoblab chiqdik. Ushbu hisoblashlarni olib borish vaqtida u 6-3 G (d, p) asosli to‘plamlardan foydalanildi. Kvant kimyosi organik birikmalarning reaksion faolligi bo‘yicha eksperimental ma’lumotlarni tushuntirishga va mumkin bo‘lgan reaksiyalarni bashorat qilishga imkonyat yaratadi. Zamonaviy kvant kimyosining asosi Shredideg tenglamasi bo‘lib, odatda statsionar holatlar uchun adibatik jarayonda yechiladi [5-6-7-8].

Shuningdek, kvant-kimyoviy usullarni qo‘llash orqali molekuladagi elektronlarning fazodagi holati, elektronlar zichligining taqsimlanishi, reaksiyadagi fazoviy to‘siqlarning o‘rni, reaksiyaga kirishuvchi atomlar yoki funktsional guruhlarning potentsial energiyalarini aniqlash mumkin bo‘ladi. Shu bilan birga turli xil spektroskopik tahlillarning hisoblari, qaysiki tebranma spektrlar, rentgen va elektron spektrlar, optik spektrlar, yadro va elektron magnit rezonans spektrlari va shunga o‘xshashlar haqida tez va oson nazariy hisoblashlarni va spektral chizmalarini olish imkoniyatini beradi.

Natijalar. Ushbu ishda yordamchi reagentlar sifatida quyidagi erituvchi va reaktivlardan foydalanildi: xloroform, atseton, benzol, geksan, etilendiamin, trimetilendiamin, tetrametilaendiamin, atsetonsiangidrin, siklogeksan, etanol. Sulfat kislota, KT (XЧ) GOST 4204-77 va boshqa qo‘shimcha kimyoviy reaktivlardan foydalanildi. Ishni bajarishda zarur bo‘lgan barcha kimyoviy reagentlar hamda erituvchilar KT (XЧ) va AUT (ЧДА) markali reagentlar bo‘lib, reaksiya davomida olib borilgan tajribalar va erituvchilar hamda reagentlarni tozalash va ularni quritish adabiyotlarda ma’lum bo‘lgan an’anaviy usullar yordamida amalga oshirildi.

Geksan: organik modda, formulasi C_6H_{14}, zichligi 661 kg/m³, qaynash harorati 68,7 °C, molekulyar massasi 86,18 g/mol, sinfi Alkanlar, bug‘ bosimi 124 ± 1 mm s.ust., LD50: 28710 mg/kg.

Etilendiamin: organik modda, formulasi $C_2H_8N_2$, zichligi 899 kg/m³, molekulyar massasi 60,1 g/mol, qaynash harorati 116 °C, bug‘ bosimi 1.3 kPa (da 20 °C), Dissotsiyalanish konstantasi, 9,98, Issiqlik sig‘imi 2,87 kj/(kg·K), ionlanish energiyasi 1,4 YE -18 Dj, nur sindirish ko‘rsatkichi 1,4565

Atsetonsiangidrin: organik modda, molekulyar massasi 85,105 g/mol; brutto formulasi C_4H_7NO, zichligi: 932 kg/m³, qaynash harorati: 95 °C, bug‘ bosimi 110 Pa, issiqlik sigimi 1,34 kj/(kg·K).

Molekulasi tarkibida bir nechta azot atomi tutgan 2,7-dimetil-2,7-ditsiano-3,6diazaoktan (MAD) va 2,8-dimetil-2,8ditsiano-3,7-diazanonan (MAD-20) va 2,9dimetil-2,9-ditsiano-3,10-diazadekan (MAD-21) molekulalarini korroziya ingibitori sifatida o‘rganish uchun ushbu birikmalarning sintezi amalga oshirildi. [9-10-11]

Xulosa. Yuqoridagi olib borilgan tajribalarni kimyoviy jihatdan izohlashda quyidagi korroziyalanish mexanizmlari kechishi mumkinligini ko‘rsatib o‘tish mumkin. Ma’lumki tabiiy gaz tarkibidagi vodorod sulfidi va karbonat angidridlari gaz tarkibidagi suvda erishi natijasida suvning pH-muhitini o‘zgartiradi va po‘lat jismlarning korroziyalanishiga sababchi bo‘ladi. Sintez qilingan moddalarni nazariy jihatdan tavsiflashda rentgenologik tahlil, IQ- va PMR-spektrlari, element analizlari natijalari kabi asoslovchi ma’lumotlari olingan PMR (^{13}C,^{1}H) analizlarining eksperimental ravishda o‘lchangan natijalariga mos ravishda nazariy taqqoslash tavsifnomalari haqida ma’lumot berilgan. PMR ^{15}H kimyoviy siljishlar nazariy jihatdan hisoblab chiqilgan. Ushbu tadqiqot ishida

zamonaviy DFT hisoblash dasturlaridan foydalanilgan. Tadqiqot natijalarini hisoblashdan oldin sintez qilingan birikmalarning molekulasi optimallashtirilgan. Shuningdek, moddalarning molekulyar-dinamik modellashtirish natijalari Hyper Chem7.0, Semi-empirikal metod-PM3, (AM1), Algorithm-Polak-Riebiere versiyalaridan foydalanib olingan. aminonitrilli ingibitor molekulasi elektron zichligining atomlar bo‘yicha taqsimlanishi va Fronter molekulyar orbital (FMO) tahlillari aniqlangan..

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров. Изучение ингибирующих свойств 2,7 диметил-2,7-дицианид-3,6- диазаоктана. Universum: технические науки 5-4 (86). Москва 2021. стр 16-19.

2. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.

3. Атакулова, Д. Д., Абдувалиев, С. А. Использование Ингибиторов Коррозии Металлов. *Экономика и социум*, (12 115)-1), 2023. 938-942 ст.

4. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе алифатических аминонитрилов для коррозии нефтегазоводяной среды // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

5. Ataqulova D.D., Qurbanov M.J. MAD-20 preperatining ingibitorlik xossasini gravimetrik usulda o‘rganish. QDU XABARNOMA. 2022 6/1(56). 55-58 bet.

6. Д.Атакулова, М.Муродов. Alifatik aminonitril hosilalarini metallarni korroziyadan himoyalashda qo’llash. uzTopical Issues of Technical Sciences, 2024 - techscience.uz Ижтимоий-гуманитар фанларнинг долзарб муаммолари Page 1 Tech Science Issn 3030-3702 Texnika Fanlarining Dolzarb Masalalari.

7. Атакулова Дилбар Дусмуродовна. Промышленное применение ингибиторов на основе аминонитрилов, определение их эффективности и технологических характеристик. Экономика и социум. ISSN 2225-1545. 9(124). 30.09.2024 г.

8. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Metallarni korroziyadan himoyalashda alifatik aminonitril hosilalarini qo‘llash. “Sanoatda raqamli texnologiyalar" ilmiytexnik jurnal**.** 2-dekabr 2024 yil

9. Dilbar Dusmurodovna Ataqulova., Neftgaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli ingibitorlarning samaradorligi. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. 2-dekabr 2024 yil.

10. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Metal konstruksiyalarning korroziyasiga qarshi MAD-20 ingibitorini xossasini o‘rganish. JIZPI XABARNOMASI Ilmiy texnik jurnal ISSN:3060-4966 2025 yil. №1-son.

11. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna, Rahmatov Erkin Abdihafizovich, Neft va gaz sanoatida yuzaga keladigan korroziya va uni oldini olish chora tadbirlari. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. ISSN: 30303958. 2025 yil 1-son.

ICHKI VA TASHQI KORROZIYA JARAYONLARINING KECHISHI VA ZARURIY HIMOYA USULLARINI QO‘LLASH

dotsent **Ataqulova Dilbar Dusmurodovna**
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti
E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annatatsiya: Maqolada neft va gaz sanoatida qo‘llaniladigan jihozlarning ish unumdorligi kamayishi va ishdan chiqishi asosan korroziya natijasida kuzatiladi. Ayniqsa quvurlar, jumraklar va po‘lat rezervuarlar, armaturalar shular jumlasidandir. Tizimda ishlaydigan jihozlarda bir vaqtning

o‘zida atrof-muhit ta’sirida tashqi sirtlari korroziyasi va xom-ashyo mahsulot tarkibi, uning xossalari va xususiyatlariga bog‘liq ravishda ichki sirtlari korroziyasi sodir bo‘ladi.

Kalit so‘z: organik, noorganik, korroziya, agressiv komponent, vodorod sulfid, elektrokimyoviy usullar, izolyatsion qoplamalar, quvur, rezervuar.

Аннотация: В статье показано, что снижение эффективности и отказы оборудования, используемого в нефтегазовой промышленности, в основном наблюдаются в результате коррозии. В частности, к ним относятся трубы, обсадные трубы и стальные резервуары, фитинги. В оборудовании, работающем в системе, коррозия наружных поверхностей происходит одновременно под воздействием окружающей среды и коррозия внутренних поверхностей в зависимости от состава сырья, его свойств и характеристик.

Ключевые слова: органические, неорганические, коррозия, агрессивный компонент, сероводород, электрохимические методы, изоляционные покрытия, труба, резервуар.

Abstract: The article notes that the decline in operational efficiency and the failure of equipment used in the oil and gas industry are primarily caused by corrosion. This particularly affects pipelines, valves, steel storage tanks, and fittings. Equipment operating within the system undergoes simultaneous external surface corrosion due to environmental factors and internal surface corrosion driven by the composition, properties, and characteristics of the raw materials being processed.

Keywords: organic, inorganic, corrosion, aggressive component, hydrogen sulfide, electrochemical methods, insulating coatings, pipeline, storage tank.

Kirish. Neft tarkibidagi turli tumanlik uni qazib olish, tozalash, saqlash, transport qilish va ishlov berishda qo‘llaniladigan jihozlarning korroziyalarga uchrashiga sabab bo‘ladi. Ayniqsa bu sohada ishlatiladigan kuvurlar va po‘lat rezervuarlar korroziyasi bir vaqtning o‘zida kimyoviy va elektrokimyoviy korroziyalarda uchraydi. Qazib olinayotgan neft odatda o‘zining tarkibida qatlam suvi (erkin va emulsiya bilan qoplangan holda), har xil mineral tuzlar - NaCl, CaCl, Mg Cl_2 va boshqalar, hamda mexanik qo‘shimchalardan iborat bo‘ladi. Shuningdek neft tarkibida har xil organik (CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12}) va noorganik (H_2S, CO_2) gazlar mavjuddir. Qazib olinayotgan tabiiy uglevodorod gaz CH_4, C_2H_6, C_3H_8 va h.k.parafin qatoridagi (C_n H_{2n}) uglevodorodlardan va boshqa og‘ir ulerodlardan tarkib topgan. Gazlar tarkibida H_2S, CO_2, organik birikmalar va suvlar bo‘ladi. Shuningdek, qazib olinayotgan mahsulot tarkibida minerallashgan suvlar, hamda agressiv komponentlarning bo‘lishi elektrolit muhitini yaratadi. Neft va gazni qazib olish va tayyor mahsulot ko‘rinishiga keltirgunga qadar har xil korroziya muhitlari va korroziya turlari vujudga keladi. Neft va gazni qazib olishda smola-parafinlar, emulsiyalar, H_2S, CO_2 larning bo‘lishi quvur, rezervuarlar va boshqa jihozlarda, kimyoviy va eletrokimyoviy, ichki va tashqi korroziya jarayonlarining kechishi zaruriy himoya usullarini qo‘llashini talab qiladi.

Jihozlarning ichki korroziyasi ishchi muhit bilan kontakt natijasida sodir bo‘lib, tashqi korroziyasi esa tashqi muhit -atmosfera sharoiti, tuproq tarkibi, adashgan toklar ta’siri kabilar bilan bog‘liqdir.

Tashqi korroziyaga qarshi elektrokimyoviy usullar, izolyatsion qoplamalar bilan qoplash kabi usullarda qo‘llaniladi.

Ichki korroziyaga qarshi himoya izolyatsion qoplamalar qoplash: ishchi muhitga kimyoviy reagentlar, ingibitorlar, bakteritsidlar, kiritish, shuningdek texnologik uslublar - agressiv muhitni normal muhitga aylantiruvchi emulsiya hosil qilish, jihozni sovutish, metall jihozning agressiv muhitda ishlash vaqtini kamaytirish kabi yo‘llar bilan erishiladi.

Korroziya jarayoni jihozlar va qurilmalarning ishlash davrida ish qobiliyatining pasayishi va shikastlanib ishdan chiqishiga olib keluvchi asosiy yemiruvchi omillardan biri hisoblanadi.

Neft va gaz sanoatida qo‘llaniladigan jihozlarning ish unumdorligi kamayishi va ishdan chiqishi asosan korroziya natijasida kuzatiladi. Ayniqsa quvurlar, jumraklar va po‘lat rezervuarlar, armaturalar shular jumlasidandir. Tizimda ishlaydigan jihozlarda bir vaqtning o‘zida atrof-muhit

ta’sirida tashqi sirtlari korroziyasi va xom-ashyo (mahsulot) tarkibi, uning xossalari va xususiyatlariga bog‘liq ravishda ichki sirtlari korroziyasi sodir bo‘ladi.

Metall va uning qotishmalari har xil haroratli sharoitlarda va turli muhitlarda turlicha korroziyabardoshlilikka ega bo‘ladi.

Neft va gaz tarkibidagi oltingugurtli birikmalar – vodorod sulfid, merkoptanlar, hamda elementer oltingugurt korrozion jarayonlarni tezlashtiradi. Neft tarkibidagi vodorod-sulfid, temir, qo‘rg‘oshin, mis, kumush kabi metallar bilan birikib sulfidlar (MeS), merkaptanlar (R-SH) ni hosil qiladi.

Neft va gaz xom-ashyosi tarkibida vodorod sulfid va qatlam suvlarining birgalikda bo‘lishi muhitning korrozion faolligini yanada oshiradi. Shuningdek, muhit haroratinging oshishi va uning tarkibida erigan kislorodning bo‘lishi korrozion jarayonlarni kuchaytiradi.

Qatlam mahsulotida H_2S hosil bo‘lishi ko‘proq sulfat tiklovchi bakteriyalarning faoliyati bilan bog‘liqdir, STB ning bo‘lishi.

$$4H_2+SO^{2-}_4 \rightarrow S^{2-} + 4H_2O \qquad (1)$$

Reaksiyaning sodir bo‘lishiga olib keladi va kon qatlamidagi va qazib olishda ishlatiladigan jihozlarning korroziyasini tezlashtiradi.

Qatlamga suv haydovchi quduqlar atrofida H_2S va sulfat tiklovchi bakteriyalarning qatlam suvida bo‘lishi korroziya jarayonining intensiv manbaiga aylanadi. Bunda quyidagi sxema bo‘yicha ionlar ajralishi sodir bo‘ladi:

$$H_2S \leftrightarrow H^+ + HS^- \leftrightarrow 2H^+ + S^{2-} \qquad (2)$$

Vodorod ionlarining hosil bo‘lishi po‘latlarda elektron reaksiya jarayonlarning-vodorodlanishi jarayoni (vodorodning metallga singishi), temir sulfidi hosil bo‘lishi kabilar elektrokimyoviy korroziya o‘sish sur’atini oshiradi.

Ion mahsulotlari tarkibida kislorodning bo‘lishi korroziya jarayonining sodir bo‘lishi sabablaridan biridir. Shuning uchun qatlamga haydaladigan suvlar tarkibida kislorodning bo‘lmasligi tizimni germetizatsiyalash orqali erishiladi.

Neftgaz konlari qatlam tarkibida CO_2 ning bo‘lishi ham kimyoviy korroziyaga sabab bo‘ladi. Shuning uchun neftgazlar tarkibidagi H_2S va CO_2 larning korrozion jarayonga ta’sirini yo‘qotish uchun muhitga kimyoviy reagentlar qo‘shiladi.

Hozirgi paytda sanoat tarmoqlari keng miqiyosda rivojlanmoqda, xususan neft va gaz sanoati tizimida yangi zamonaviy texnika va texnologiyalar, jihozlar va uskunalardan ishlab chiqarish sharoitida keng ko‘lamda foydalanilmoqda.

Neft va gaz sanoatida jihoz va uskunalardan foydalanish davrida ularning ish qobiliyatini saqlash, uzoq muddat davomida ishonchli ishlashini ta’minlash asosan ularning har xil muhitlar ta’siridagi korroziyadan himoya qilish bilan belgilanadi. Ayniqsa atmosferaning har xil korrozion-faol moddalar bilan umumiy ifloslanishi, hamda neft va gaz mahsulotlarini qazib olish, tashish, saqlash va qayta ishlashda mahsulotlar tarkibining o‘ziga xos xususiyatlari, shu sohada qo‘llaniladigan jihozlarning uzoq vaqt ishlashini ta’minlashda ularni tashkil etuvchi elementlarning korroziyaga bardoshliligini oshirishni talab qiladi.

Korroziya jarayonlari korrozion muhitlar ta’sirida sodir bo‘lib, har doim materiallarning sirtidan boshlanadi va chuqurlik bo‘yicha tarqalib boradi. Ko‘pgina metallar tajavvuzkor muhitlar ta’sirida termodinamik noturg‘un bo‘lganligi uchun sirt oksidlanishi holatiga o‘tadi va vaqt o‘tishi bilan yemiriladi. Metallarning korrozion jarayonlar ta’sirida massalari kamayadi, zaruriy xossalari: mexanik mustahkamligi, plastikligi, qattiqligi kabi xossalari o‘zgaradi, ya’ni kamayadi.

Metall (material)lar ularni qurshab turgan muhitlarning tajavvuzkorlik xususiyatlariga bog‘liq ravishda har xil tezlikda yemiriladi. Bu yemirilishning asosiy sababi metall sirtining tashqi muhit bilan kimyoviy yoki eletrokimyoviy o‘zaro ta’siri natijasida sodir bo‘ladi.

Korrozion jarayonlarni quyidagicha tasniflash mumkin:- metall sirtining tashqi muhit bilan o‘zaro ta’siridagi reaksiyalar mexanizmlariga ko‘ra: kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya;

-korrozion muhitning turiga ko‘ra: atmosferada, gazli, elektrolitlarda, elektrolitmaslarda, dengizda, tuproqda, adashgan toklar ta’sirida va biologik korroziyalar;

-mexanik kuchlanishlarning ta’siriga ko‘ra: cho‘zuvchi va o‘zgaruvchan kuchlanishlar ta’sirida, ishqalanishda, bosim ostida va shu kabilar;

-korrozion yemirilishning geometrik tavsifiga ko‘ra: metall sirtidagi va ichki qismidagi korroziya.

Kimyoviy korroziya metallning tajavvuzkor muhit bilan o‘zaro kimyoviy ta’sirida sodir bo‘ladigan jarayonlar orqali kechadi. Kimyoviy korroziyada metall sirti bilan suyuq yoki gazli muhitlarning kimyoviy geterogen reaksiyalari sodir bo‘lib, natijaviy elektr toki hosil bo‘lishi kuzatilmaydi. Korroziya metall sirtiga quruq gazlar va bug‘lar, suyuq eletrolitmaslar (neft va uning mahsulotlari, spirtlar, mineral yog‘lar, organik birikmalar) ta’sirida kuzatiladi. Kimyoviy korroziyada korroziya mahsuloti sifatida kimyoviy birikmalar hosil bo‘ladi. Reaksiyalar jarayonida hosil bo‘ladigan potensiallar farqi kichik qiymatlarda bo‘lganligi uchun elektr toki hosil bo‘lishiga olib kelmaydi va metall sirtidagi keyingi korroziya jarayonlariga ta’sir ko‘rsatmaydi.

Atmosfera muhitida metallar korroziyasini tezlashtiruvchi omillardan biri atmosfera namligi hisoblanadi. Quruq atmosfera (nisbiy namlik 60% gacha) da metall sirti oksidlanishi ro‘y beradi va sirtda korroziya jarayonlarini sekinlashtiruvchi oksid himoya qoplamalari hosil bo‘ladi. Atmosfera namligi 60%dan oshganda metall sirtida adsorbsion va namlikning fazaviy qatlamlari hosil bo‘lib, atmosferani ifloslantiruvchi qo‘shimchalar (SO_2, NH_3, NO_2) bu qatlamda eriydi va elektrolit hosil qilib korrozion jarayonlarni tezlashtiradi, jarayon kimyoviy turdan elektrokimyoviy turga o‘tadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

5. Arthur J. Kidnay William R. Parrish Fundamentals of Natural Gas Processing 2006.420 P.
6. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров Изучение Ингибирующих Свойств 2, 7-Диметил-2, 7-Дицианид-3, 6-Диазаоктана Universum: технические науки 5-4 (86). Москва 2021. стр 16-19.
7. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг Хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.
8. Атакулова, Д. Д., & Абдувалиев, С. А. (2023). Использование Ингибиторов Коррозии Металлов. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 938-942 ст.
9. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе Алифатических Аминонитрилов Для Коррозии Нефтегазоводяной Среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).
6. Ataqulova D.D., Qurbanov M.J. MAD-20 preperatining ingibitorlik xossasini gravimetrik usulda o‘rganish. QDU XABARNOMA. 2022 6/1(56). 55-58 bet.

NEFT-GAZ QUVURLARIDA ICHKI KORROZIYAGA, SIRTIDA QATLAM HOSIL QILUVCHI KORROZIYA INGIBITORLARINI QO’LLASH.

dotsent., Ataqulova Dilbar Dusmurodovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti
E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annatatsiya: Maqolada neft va gaz quvurlarini ish unumdorligini kamayishi va ishdan chiqishi asosan ichki korroziya natijasida kuzatiladi. Ayniqsa quvurlar, jumraklar va po‘lat rezervuarlar, armaturalar shular jumlasidandir. Tizimda ishlaydigan jihozlarda bir vaqtning o‘zida atrof-muhit ta’sirida tashqi sirtlari korroziyasi va xom-ashyo mahsulot tarkibi, uning xossalari va xususiyatlariga bog‘liq ravishda ichki sirtlari korroziyasi sodir bo‘ladi.

Kalit so‘z: sintez qilish, korroziya, agressiv komponent, vodorod sulfid, elektrokimyoviy usullar, izolyatsion qoplamalar, quvur, rezervuar, ingibitor.

Аннотация: В статье показано, что снижение эффективности и отказы нефтегазопроводов в основном наблюдаются в результате внутренней коррозии. В частности, к ним относятся трубы, обсадные трубы и стальные резервуары, фитинги. В оборудовании,

работающем в системе, коррозия наружных поверхностей происходит одновременно под воздействием окружающей среды и коррозия внутренних поверхностей в зависимости от состава сырья, его свойств и характеристик.

Ключевые слова: синтез, коррозия, агрессивный компонент, сероводород, электрохимические методы, изоляционные покрытия, труба, резервуар, ингибитор.

Abstract: The article notes that the decline in operational efficiency and the failure of oil and gas pipelines are primarily caused by internal corrosion. This particularly affects pipelines, valves, steel reservoirs, and fittings. Equipment operating within the system simultaneously undergoes external surface corrosion due to environmental factors and internal surface corrosion driven by the composition, properties, and characteristics of the transported products.

Keywords: synthesis, corrosion, aggressive component, hydrogen sulfide, electrochemical methods, insulating coatings, pipeline, reservoir, inhibitor.

Kirish. Neft va gaz sohasida qo'llaniladigan qurilma va jihozlarni korroziyadan himoyalash borasida nazariy va amaliy ishlar keng doirada yo'lga qo'yilgan va katta yutuqlarga erishilmoqda. Maqsadga yo'naltirilgan sintez asosida bitsiklik oltingugurtli organik birikmalar kimyosini o'rganish, ularning tuzilishi va tarkibini aniqlash, olingan birikmalarning molekuladagi atomlar guruhi tabiatining korroziya jarayoniga ta'sir darajasini o'rganish asosida ilmiy-amaliy yo'riqnomalar ishlab chiqish muhim vazifalardan biridir. Xorij va mamlakatimiz amaliyotida azot birikmali ingibitorlarning samaradorligi turli muhitda asoslab ko'rsatilgan ammo, olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, hozirgi kunda yurtimizdagi mavjud neft va gazni qayta ishlash zavodlaridagi yuqori haroratli agressiv muhitlarda xizmat qiluvchi texnologik tizmlarning korroziyasiga qarshi ingibitorlarni sintez qilish, ularning ta'sir mexanizmi yetarli darajada o'rganilmagan. Ushbu muammolarni yechishda yurtimizda mavjud resurslardan foydalanib samaradorli ingibitorlarni sintez qilish, ular asosida sanoat miqyosida ishlab chiqarish texnika va texnologiyalarini joriy etish, maqbul usullarni nazariy va amaliy asoslash muhim vazifa hisoblanadi. Bugungi kunda kuchli agressiv muhitda kam konsentratsiyada ham yuqori samara beruvchi ekologik toza, zaharsiz, biologik ingibitorlarni yaratishda o'zida azot saqlagan aminonitril tuzilishli sistemalardan foydalanish va ular asosida metallar korroziyasiga qarshi samarali ingibitorlarni sintezlash, korroziya jarayonidagi ushbu moddalarning ta'sir mexanizmini tahlil qilish natijalari asosida ishlab chiqarishga tavsiyalar berish va sanoat amaliyotida qo'llash Respublikamizning neft-gaz sanoati hamda kimyo sanoatini jadal rivojlantirishda juda katta ahamiyat kasb etadi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Gaz tarkibidagi smola-parafinsimon moddalar, uning suvli qatlamida erigan vodorod sulfidi, turli xil merkaptanlar, sulfidli va disulfidli birikmalar po'latdan yasalgan inshoat qurilmalari korroziyasini faollashtiradi. Ayniqsa quvurlarning kon qatlami qismida H_2S ning bo'lishi sulfat tiklovchi mikroorganizmlar ta'sirida korroziyaga olib keladi. Nasos elementlari sirtida smola-parafinlarning hosil bo'lishi, bu elementning sirtida korroziya tezligini oshiradi. Bu jarayon ayniqsa shtangali nasoslar shtangasida korrozion darz ketishlarga sabab bo'ladi. Korroziyaning bu ko'rinishlarini oldini olish uchun qatlamga haydalayotgan suvga smola-parafin hosil bo'lishiga qarshi ingibitorlar va sulfat tiklovchi bakteriyalarni yo'qotish uchun esa bakteridlar kiritilib mahsuldor qatlam hosil qilinadi. Quvurdan neft qazib olinayotgan quvur yuqorisida ham smola-parafinlar hosil bo'lishiga qarshi; suv-neft, neft-suv emulsiyalarini parchalash uchun demulgatorlar tuzlarini tarkiblardan ajratish uchun tuz ajratgich reagentlar, hamda korrozion faol muhitning po'lat sirtidagi ta'sirini kamaytirish uchun sirtida qatlam hosil qiluvchi korroziya ingibitorlari qo'llaniladi. Bu holda kiritilgan reagentlar quvurlar, kompressorlar stansiyalari detallariga ham ta'sir qiladi. Neft-gaz quvurlari po'latlardan tayyorlanib, gorizontal yoki qiya muhit ta'sirida ichki korroziyaga va tashqi muhit ta'sirida atmosfera holatlarida, yer ustida yoki yer ostida joylashgan bo'ladi. Quvurlar ichki (yer usti quvurlari) korroziyasiga yoki tuproqdagi adashgan toklar ta'sirida (yer osti quvurlari) elektrokimyoviy korroziyaga uchraydi. Atmosfera ta'siridagi korroziyasidan asosan lakbo'yoqli qoplama va plastmassa qoplamalardan foydalanib himoya qilinadi.

Tahlil va natijalar. Magnit aralashtirgich bilan jihozlangan 100 ml hajmli tubi yassi kolbaga (0,01 mol) yoki 0,6 g/mol etilendiamini (ρ=0,899 g/sm^3) 30 ml geksanda eritib olindi va kolbaga joylandi. So‘ngra ushbu eritma intensiv ravishda aralashtirib turildi. Aralashmaning ustiga 0,170 g/mol asetonsiangidrinni (ρ=0,932 g/sm^3) tomizgich voronkasi yordamida tomchilatib turgan holda xona haroratida 15 minut davomida qo‘shildi. Shundan so‘ng reaksion aralashma 2-2,5 soat davomida xona haroratida yana aralashtirildi. Hosil bo‘lgan mahsulotni identifikatsiya qilish uchun vakum ostida dastlab erituvchi haydab olindi. Shundan keyin reaksiya mahsuloti haydab olindi. Ushbu reaksiyadagi MAD ingibitorining unumi 89 % ni (6,6 g) tashkil etadi. Olingan modda kristall modda bo‘lib, organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Shuningdek, iliq suvda biroz yaxshi sovuq suvda esa dastlab emulsiya hosil qiladi va keyinchalik erib shaffof tiniq eritmani hosil qiladi. Reaksiyaning borishi va uning tozaligi yupqa qatlamli xromatografik usulda nazorat qilindi. Uning suyuqlanish harorati $T_{suyuq.}$ =53-55 °C, R_f = 0,5 (benzol (2): aseton (1), IQ - spektrlari: CN 2220 см$^{-1}$, NH 2988 sm^{-1}, ^{1}H PMR-spektri (8,m.u.)1.40 (s,6H, -(CH3)2),2.74 (m,4H,N-CH2CH2-N).

Quyidagi 1-jadvalda MAD turli ingibitorlarning fizik-kimyoviy tavsifnomasi keltirilgan.

1-Jadval

MAD turli ingibitorlarining fizik-kimyoviy konstantalari

Ingibitor nomi	Brutto formula	Suyuqlanish harorati, ^{0}C	Unum %	Element analizlari					
				Topilgan,%			Hisoblangan,%		
				C	H	N	C	H	N
МАД	$C_{10}H_{18}N_4$ M_r = 194 g	53-54	89	61,98	9,21	28,73	61,85	9,27	28,86
МАД-20	$C_{11}H_{20}N_4$ M_r = 208 g	57-59	91	63,53	9,58	26,86	63,46	9,61	26,92
МАД-21	$C_{12}H_{22}N_4$ M_r = 222 g	61-63	93	64,79	9,83	25,09	64,86	9,90	25,22

Natijalarga ko‘ra MAD turli ingibitor molekulasidagi yashil va qizil dog‘lar bilan ko‘rsatilgan joylar eng elektronga boy maydonlar hisoblanadi. Ayni shu joylar sianid guruhlariga tegishli azot (N≡C) atomlaridagi vakant elektronlar hisobiga to‘g‘ri kelib, ular kimyoviy nuqtai nazardan elektrofil zarrachalarning asosiy reaksion markazi hisoblansa, kislotali muhitda protonning birikishidan hosil bo‘lgan musbat o‘qlangan molekulaning korroziya jarayonida metallning sirtida hosil bo‘lgan kislota qoldiqlari va manfiy zaryadlangan markazlar bilan elektrostatik adsorbsiya hisobidan himoyalashda eng muhim omil bo‘lib hisoblanadi.

Xulosa. Hozirgi kunda metallarni korroziyadan saqlashning eng samarali usullaridan biri bu organik moddalar ishtirokida yaratilgan ingibitorlar bilan himoyalashdir. Metallarni korroziyadan himoyalashda ingibitorlarni tadbiq etish ko‘p yillik muhim ilg‘or investitsiyalardan hisoblanib, iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan katta ahamiyatga molik ishlardan biri bo‘lib hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati:

1. Атакулова Дилбар Дусмуродовна. Промышленное применение ингибиторов на основе аминонитрилов, определение их эффективности и технологических характеристик.”Экономика и социум” ISSN 2225-1545. 9(124).30.09.2024 г.

2. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Metallarni korroziyadan himoyalashda alifatik aminonitril hosilalarini qo‘llash. “Sanoatda raqamli texnologiyalar" ilmiy-texnik jurnal**.** 2-dekabr 2024 yil.

3. Dilbar Dusmurodovna Ataqulova., Neft-gaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli ingibitorlarning samaradorligi. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. 2-dekabr 2024 yil.

4. Dilbar Dusmurodovna Ataqulova., Korroziyaga qarshi MAD-20 ingibitorini xossasini o‘rganish. JizPU-ilmiy-xabarlar jurnali. 2-dekabr 2024 yil.

5. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Korroziya ingibitori ishlab chiqarish uchun reagentlar va ularning fizik-kimyoviy tavsifnomalari. “Neft-gaz sanoatining dolzarb muammolari va istiqbollari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. Buxoro 15-16-oktyabr, 2024 yil..

6. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna, Rahmatov Erkin Abdihafizovich, Neft va gaz sanoatida yuzaga keladigan korroziya va uni oldini olish chora tadbirlari. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. ISSN: 3030-3958. 2025 yil 1-son.

7. Ataqulova D.D. Neft-gaz sanoati metallar korroziyasida aminonitrillikorroziya ingibitorlarini qo‘llanilishi. ISSN: 3060-4966 JIZPI XABARNOMASI 2025 yil №3.

8. Атакулова Д.Д., Курбонов М.Ж. Определение физико-химических и технологических харктеристик ингибиторов коррозии на основе n,n/-α-циан(изопропил)этилендиамина. Экономика и социум за публикацию в международном научно-практическом журнале. 2025 г.

METALLAR KORROZIYASIGA QARSHI EKOLOGIK ZARARSIZ, ARZON VA IMPORT O’RNINI BOSA OLADIGAN INGIBITORLAR OLISH.

dotsent Ataqulova Dilbar Dusmurodovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti.
E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annatatsiya: Ushbu maqolada yirik soha hisoblangan neft-gaz sanoati va xalq xo‘jaligining boshqa sohalarida qo‘llanilayotgan metallkonstruksion materiallarni korroziyadan va tuzlanishdan saqlashda past konsentratsiyada ham yuqori samara beradigan arzon, zaharsiz va ekologik jihatdan toza bo‘lgan import o‘rnini bosuvchi korroziya ingibitorlarini yaratish muhim vazifalardan biri bo‘lib sanaladi.

Kalit so‘z: ekologik zararsiz, import, past konsentratsiya, azot atomi, reaksiya mahsuloti, metallkonstruksion, kristall modda , korroziya.

Аннотация: В данной статье одной из важных задач является создание недорогих, нетоксичных и экологически чистых импортозамещающих ингибиторов коррозии, высокоэффективных даже при низких концентрациях для защиты металлоконструкций, используемых в нефтегазовой промышленности и других секторах национальной экономики, от коррозии и засоления.

Ключевые слова: экологически чистый, импорт, низкая концентрация, атом азота, продукт реакции, металлоконструкция, кристаллическое вещество, коррозия.

Abstract: This article addresses the development of cost-effective, non-toxic, and environmentally friendly import-substituting corrosion inhibitors which are highly effective even at low concentrations for protecting metal structural materials used in the oil and gas industry (a major sector) and other branches of the national economy against corrosion and salt deposition.

Keywords: environmentally safe, import, low concentration, nitrogen atom, reaction product, metal structure, crystalline substance, corrosion.

Kirish. Hozirgi kunda ekologik zararsiz, arzon va import o’rnini bosa oladigan mahalliy xom-ashyoga asoslangan yuqori samarali metallar korroziyasiga qarshi ingibitorlar yaratish bo‘yicha ilmiy va amaliy ishlar muhum vazifa hisoblanadi. Korroziya ingibitorlarini qo‘llash korroziya jarayonining oldini oluvchi eng samarali usullardan biri bo‘lib hisoblanadi. Neft va gaz sanoatining asosini esa metallkonstruksion materiallardan yasalgan uskunalar tashkil etadi. Ayni shu uskunalarning korroziya oqibatida yemirilishi har qanday mamlakatning iqtisodiyotiga katta putur yetkazadi. Ushbu yirik soha hisoblangan neft-gaz sanoati va xalq xo‘jaligining boshqa sohalarida qo‘llanilayotgan metallkonstruksion materiallarni korroziyadan va tuzlanishdan saqlashda past konsentratsiyada ham yuqori samara beradigan arzon, zaharsiz va ekologik jihatdan toza bo‘lgan import o‘rnini bosuvchi korroziya ingibitorlarini yaratish muhim vazifalardan biri bo‘lib sanaladi. Metallar korroziyasi oldini

oluvchi ingibitorlar bo‘yicha tadqiqotlar olib borish uzoq muddatli muhim investitsiya hisoblanib, iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan strategik ahamiyatga ega.

Molekulasi tarkibida bir nechta azot atomi tutgan 2,7-dimetil-2,7-ditsiano-3,6-diazaoktan (MAD) va 2,8-dimetil-2,8-ditsiano-3,7-diazanonan (MAD-20) va 2,9-dimetil-2,9-ditsiano-3,10-diazadekan (MAD-21) molekulalarini korroziya ingibitori sifatida o‘rganish uchun ushbu birikmalarning sintezi amalga oshirildi.

Aminonitril guruhi saqlovchi ingibitorlarni sintezlashning umumiy usuli. Magnit aralashtirgich bilan jihozlangan 100 ml hajmli tubi yassi kolbaga (0,01 mol) yoki 0,6 g/mol etilendiamini (ρ=0,899 g/ 30 ml geksanda eritib olindi va kolbaga joylandi. So‘ngra ushbu eritma intensiv ravishda aralashtirib turildi. Aralashmaning ustiga 0,170 g/mol asetonsiangidrinni (ρ=0,932 g/sm^3) tomizgich voronkasi yordamida tomchilatib turgan holda xona haroratida 15 minut davomida qo‘shildi. Shundan so‘ng reaksion aralashma 2-2,5 soat davomida xona haroratida yana aralashtirildi. Hosil bo‘lgan mahsulotni identifikatsiya qilish uchun vakum ostida dastlab erituvchi haydab olindi. Shundan keyin reaksiya mahsuloti haydab olindi. Ushbu reaksiyadagi MAD ingibitorining unumi 89 % ni (6,6 g) tashkil etadi. Olingan modda kristall modda bo‘lib, organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Shuningdek, iliq suvda biroz yaxshi sovuq suvda esa dastlab emulsiya hosil qiladi va keyinchalik erib shaffof tiniq eritmani hosil qiladi. Reaksiyaning borishi va uning tozaligi yupqa qatlamli xromatografik usulda nazorat qilindi. Uning suyuqlanish harorati $T_{suyuq.}$ =53-55 °C, R_f = 0,5 (benzol (2): aseton (1), IQ - spektrlari: CN 2220 см$^{-1}$, NH 2988 sm^{-1}, ^{1}H PMR-spektri (8,m.u.)1.40 (s,6H, -(CH3)2),2.74 (m,4H,N-CH2CH2-N). Quyidagi 1-jadvalda MAD turli ingibitorlarning fizik-kimyoviy tavsifnomasi keltirilgan.

1-Jadval

MAD turli ingibitorlarining fizik-kimyoviy konstantalari

Ingibitor nomi	Brutto formula	Suyuqlanish harorati, ^{0}C	Unum %	Element analizlari					
				Topilgan,%			Hisoblangan,%		
				C	H	N	C	H	N
МАД	$C_{10}H_{18}N_4$ M_r = 194 g	53-54	89	61,98	9,21	28,73	61,85	9,27	28,86
МАД-20	$C_{11}H_{20}N_4$ M_r = 208 g	57-59	91	63,53	9,58	26,86	63,46	9,61	26,92
МАД-21	$C_{12}H_{22}N_4$ M_r = 222 g	61-63	93	64,79	9,83	25,09	64,86	9,90	25,22

Xuddi shu yuqoridagi usul (MAD turli ingibitorlarni sintezlashning umumiy usuli)ga muvofiq MAD-20 va MAD-21 turli ingibitorlarning ham sintezi amalga oshirildi. Buning uchun 0,01 mol yoki 0,72 g/mol trimetilendiamin va 0,170 g/mol atsetonsiangidrin olindi. MAD-20 turli ingibitorining unumi 91 %. Yuqoridagi kabi MAD-21 turli ingibitorining ham sintezi amalga oshirildi. Buning uchun 0,01 mol yoki 0,84 g/mol tetrametilendiamin va 0,170 g/mol atsetonsiangidrin olindi. Reaksiya unumi 93 % .

Hozirgi kunda xalq xo‘jaligining barcha tarmoqlari, jumladan, kimyo sanoati, neft va gaz sanoatlarini metalldan yasalgan qurilmalarsiz tasavvur qilib bo‘lmaydi. Neft va gaz resurslarining har bir davlatda mo‘l bo‘lishligi istalgan davlat uchun iqtisodiy va siyosiy masalalarni yechishda asosiy vositalardan biri bo‘lib hisoblanadi. Barchamizga ma’lumki neft va gaz sanoati tarmoqlarida ishlatiladigan asbob-uskunalar, jihozlar, texnologik qurulmalar, quvurlar va boshqa metallkonstruktsion materiallar asosan po‘lat materiallaridan tayyorlangan. Ushbu sanoat tarmoqlarida metallkonstruksion materiallardan foydalanilganda ularning tashqi muhit bilan doimo ta’sirlashuvi sodir bo‘ladi va bu ta’sirlashuvlar natijasida metall qurilmalarining birlamchi xossalari o‘zining dastlabki xususiyatlarini yo‘qotishi sodir bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров Изучение ингибирующих свойств 2,7-диметил-2, 7-дицианид-3, 6-диазаоктана Universum: технические науки 5-4 (86). 16-19.

1. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.
2. Атакулова, Д. Д., Абдувалиев, С. А., Использование Ингибиторов Коррозии Металлов. *Экономика и социум*, 12(115), 938-942. 2023 г
3. Атакулова Д.Д. Технология получения ингибиторов коррозии на основе алифатических аминонитрилов для коррозии нефтегазоводяной среды // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 12(117).
4. Д. Атакулова, М. Муродов. Alifatik aminonitril hosilalarini metallarni korroziyadan himoyalashda qo’llash. uz-Topical Issues of Technical Sciences, 2024 - techscience.uz Ижтимоий-гуманитар фанларнинг долзарб муаммолари Page 1 Tech Science Issn 3030-3702 Texnika Fanlarining Dolzarb Masalalari.
5. Атакулова Дилбар Дусмуродовна., Промышленное применение ингибиторов на основе аминонитрилов, определение их эффективности и технологических характеристик. *Экономика и социум*, № 9 (124), 30.09.2024 г.

YANGI AVLOD INGIBITORLARINI YARATISH VA ULARNING SAMARADORLIGINI ANIQLASH,

dotsent., Ataqulova Dilbar Dusmurodovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti
E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada 2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktanning tuzilishi zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida tahlil qilinadi va uning antikorozif xususiyatlari gravimetrik usullar yordamida o'rganiladi.

Kalit so'zlar: ingibitor, korroziya, xromatografiya, spektr, elektron, agressiv muhit, gravimetriya, adsorbent.

Аннотация: В статье проанализирован структура 2,7-диметил-2,7-дицианид-3,6-диазаоктана современными физико-химическими методами и изучено антикоррозионная свойства в гравиметрических методами исследования.

Ключевые слова: ингибитор, коррозия, хроматография, спектр, электрон, агрессивная среда, гравиметрия, адсорбент.

Abstrakt: The structure of 2,7-dimethyl-2,7-dicyanide-3,6-diazaoctane is analyzed in the article by modern physical and chemical methods and the anticorrosion properties are studied in gravimetric research methods.

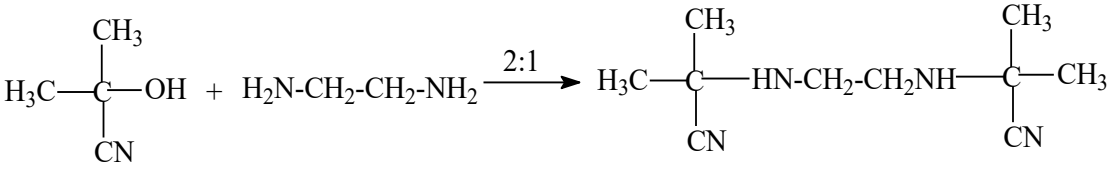
Key words: inhibitor, corrosion, chromatography, spectrum, electron, aggressive environment, gravimetry, adsorbent.

Kirish. Neft va gaz resurslarining har bir davlatda mo’l bo’lishligi istalgan davlat uchun iqtisodiy va siyosiy masalalarni yechishda asosiy vositalardan biri bo’lib hisoblanadi. Bugungi kunda O’zbekiston neft zaxiralari bo’yicha Markaziy Osiyoda ikkinchi o’rinni, gaz zaxiralari bo’yicha Mustaqqil Davlatlar Hamdo’stligi orasida to’rtinchi va jahonda yigirma birinchi o’rinni egallab kelmoqda. Mamlakatimiz gaz qazib chiqarish va uni qayta ishlash bo’yicha Mustaqil Davlatlar Hamdo’stligi davlatlari ichida ikkinchi o’rinni egallab kelmoqda. Barchamizga ma’lumki neft va gaz

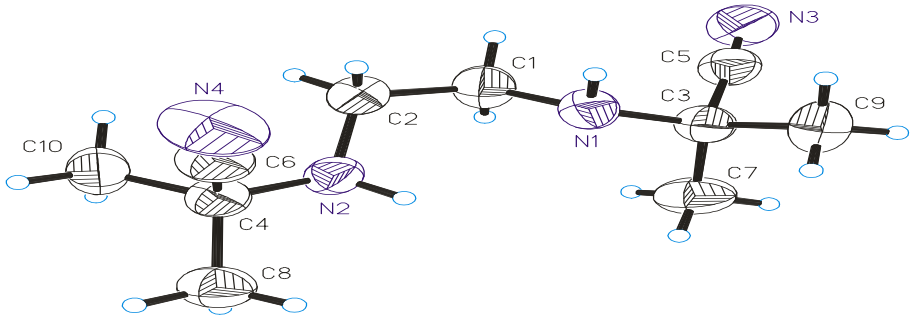
sanoati tarmoqlarida ishlatiladigan asbob-uskunalar, jihozlar, texnologik qurulmalar, quvurlar va boshqa metallokonstruktsion materiallar asosan po'lt materiallaridan tayyorlangan. Ushbu qurulmalar ishlash jarayonida ichki va tashqi yuzalari bilan doimiy ravishda turli xil korroziyalovchi faolligi yuqori bo'lgan muhitlar bilan o'zaro ta'sirlashadilar va doimiy ravishda korroziyaga uchraydilar.

Gaz sanoati uchun xarakterli bo'lgan muhit korroziyasi hozirgi kunga qadar o'rganilmagan jarayonlardan biri bo'lib qolmoqda. Vodorod sulfidi, karbonat angidridi va boshqa agressiv agentlar ishtirokidagi korroziyalanishning namoyon bo'lishi oqibatida metallning erishi va metall devorlarining yupqalanish jarayoni sodir bo'ladi. Bundan tashqari, korroziya mahalliy xarakterli, bir tekis bo'lmagan katta xavfga ega bo'lgan pittinglar va yaralar ko'rinishida namoyon bo'ladi. Ingibitorlar yordamida metallarni himoyalash korroziya jarayonining tezligini ahamiyatli darajada pasaytiradi.

Natijalar tahlili. Hozirgi vaqtda O'zbekiston Respublikasining ingibitorlarga bo'lgan ehtiyoji import hissasiga to'g'ri kelmoqda. Xuddi shu o'rinda yangi avlod ingibitorlarini yaratish va ularning samaradorligini aniqlash, ilmiy-texnik xulosalar asosida amaliyotga joriy etish muhim masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Ushbu ishda molekulasi tarkibida bir nechta azot atomi tutgan 2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktan (MAD) molekulasini korroziya ingibitori sifatida o'rganish ishlari amalga oshirildi. Metallarni korroziyadan himoya qilishda agressiv muhit hisoblangan sulfat kislotaning 10%-li eritmasi va yuqoridagi birikmaning turli kontsentratsiyali eritmalaridan foydalanildi. Quyida ushbu birikmaning tuzilish formulasi, uning tuzilishini tasdiqlovchi rentgenostruktur analiz natijalari va IQ-spektri tebranishlari va NMR kimyoviy siljishlari haqidagi ayrim ma'lumotlar keltirib o'tilmoqda.



Ushbu reaktsiyada kristall modda olindi va olingan birikmaning reaktsiya unumi 89%, moddaning suyuqlanish harorati 53-54 °C tashkil etadi. Reaktsiyaning borishi va uning tozaligi yupqa qatlamli xromatografik usulda nazorat qilindi va uning Rf qiymati benzol:atseton sistemasida 2:1 nisbatda aniqlandi (Rf = 0,500). Yuqorida keltirilgan 2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktan molekulasining rentgen tuzilish formulasi quyida keltirilgan (1-rasm).



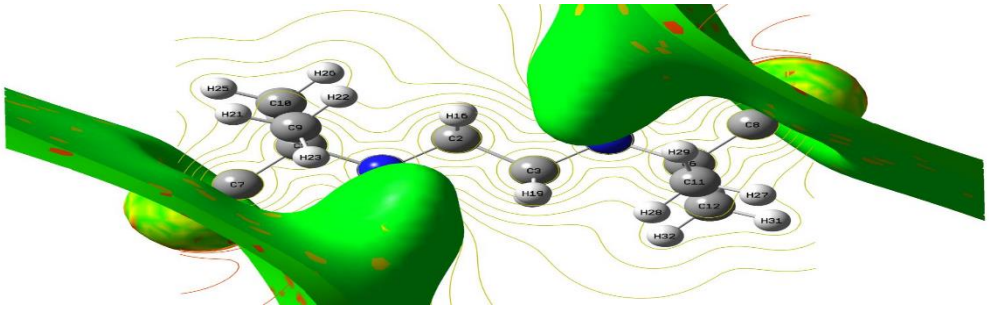
1-rasm

2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktan molekulasining rentgen tuzilish formulasi.

Ushbu moddaning IQ-spektri va YaMR-spektri haqidagi asosiy ma'lumotlar quyida keltirilmoqda: ν_s(CN) 2220 sm^{-1}, ν_s(NH) 2988 sm^{-1}, $\nu_{as}(CH_3)$ 2942 sm^{-1}, $\nu_{as}(CH_2)$ 2853 sm^{-1}, p(C-C) 1464-1627 sm^{-1}, γ(NH) 763,783 sm^{-1}, $\delta(CH_3)$ 1441 sm^{-1}, $\delta(CH_2)$ 1385 sm^{-1}; ^{1}H ЯMR-spektri (8, м.у.) 1.40 (s, 6H, -(CH3)2), 2.74 (m, 4H, N-CH2 CH2 -N).

Ushbu yuqoridagi ma'lumotlar 2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktan molekulasining

tuzilish formulasini to’liq tasdiqlaydi.



3- rasm

2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktanning MEP sirti.

Molekulyar elektrostatik potentsial tahliliga ko’ra 2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktan uchun -1.004 eV dan +1.004 eV gacha bo’lgan elektrostatik potentsialida moddaning molekuladagi elektron zichligining atomlar bo’yicha taqsimlanishi o’rganildi (2-rasm).

Natijalarga ko’ra 2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktan molekulasi-dagi yashil va qizil dog’lar bilan ko’rsatilgan joylar eng elektronga boy maydonlar hisoblanadi. Ayni shu joylar sianid guruhlariga tegishli azot (N≡C) atomlaridagi vakant elektronlar hisobiga to’g’ri kelib, ular kimyoviy nuqtai nazardan elektrofil zarrachalarning asosiy reaktsion markazi hisoblansa, kislotali muhitda boradigan korroziya jarayonida metallning sirtini elektrostatik adsorbtsiya hisobidan himoyalash uchun eng muhim omil bo’lib hisoblanadi (3-rasm). Bundan tashqari rasmdagi qora rang bilan keltirilgan maydonlar molekuladagi elektronlarga taqchil bo’lgan atomlarga tegishlidir. Molekuladagi azot atomlarining ko’pligi nafaqat elektrostatik adsorbtsiya hisobidan metallarni korroziyadan himoyalab qolmasdan, balki neytral va kuchsiz kislotali muhitlarda ayni shu azot atomlaridagi taqsimlanmagan elektron juftini temir atomidagi bo’sh d-elektron orbitaliga ko’chirishi orqali vujudga keladigan xemasorbtsion tipdagi adsorbtsiyalanish orqali ham pulatdan yasalgan materiallarni korroziyadan himoya qilishda juda yaxshi samarani beradi.

Tadqiqot uchun olingan moddaning ingibitorlik xossasi po’latdan yasalgan St.235 markali po’lat namunasida olib borildi. Gravimetrik tadqiqotni amalga oshirish uchun 20 ^{0}C harorat, ingibitorning 100, 250 va 500 mg/l kontsentratsiyali eritmasi va agressiv muhit hisoblangan 15% H_2SO_4 kislota eritmasidan foydalanildi. Laboratoriya tadqiqotlarining asosiy maqsadi 2,7-dimetil-2,7-ditsianid-3,6-diazaoktan molekulasining ingibitorlik xossalarini berilgan sharoitda har tomonlama o’rganish va ekspress-usullar yordamida ushbu moddaning korroziya jarayonidagi eng yaxshi samarali jihatlarini o’rganishga asoslangan.

Aminonitrilli shifri ostida belgilangan ingibitor agressiv muhit sifatida tanlangan 10%-li H_2SO_4 eritmasida 50 mg/l miqdorida yuqori ingibitorlik xossalarini (93-98%) namoyon qiladi. Ko’rinib turibdiki ushbu birikma metallar korroziyasiga qarshi yangi tipdagi samarali ingibitorlar olishga asos bo’la oladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga asoslangan holda shuni aytish mumkinki, aminonitrilli tipidagi birikmalar har qanday korroziya jarayonini sekinlatuvchi ingibitorlar tipiga mansub bo’lib, kuchli kislotali muhitda musbat zaryadlangan azot atomi hisobidan elektrostatik adsorbtsiya hisobiga, kuchsiz kislotali va neytral muhitlarda o’zida taqsimlanmagan elektron jufti tutgan azot atomlarining erkin juft elektronlarini temirning d-orbitaliga ko’chirishi orqali ximosorbtsion tipdagi adsorbtsiyalanish hisobidan ingibirlashi mumkinligi aniqlandi. Har qanday holatda metall sirtida himoya qobig’i hosil qilib protonlarning metall sirtiga hujumini va metalldan ion-atomning eritmaga o’tishini qiyinlashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. S. Ghareba, S. Omanovic, Interaction of 12-aminododecanoic acid with a carbon steel surface: towards the development of’green’ corrosion inhibitors, Corros. Sci. 52 (2010) 2104–2113.

2. D. Martinez, R. Gonzalez, K. Montemayor, A. Juarez-Hernandez, G. Fajardo, M.A.L. Hernandez-Rodriguez, Amine type inhibitor effect on corrosion–erosion wear in oil gas pipes, Wear 267 (2009) 255–258.

3. S.M. Wilhelm, Galvanic corrosion in oil and gas production: Part 1—laboratory studies, Corrosion 48 (1992) 691–703.

4. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров Изучение ингибирующих свойств 2,7-диметил-2,7-дицианид-3,6-диазаоктана.Universum: технические науки 5-4 (86). 2021.16-19.

5. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.

6. Атакулова, Д.Д., Абдувалиев, С.А. Использование ингибиторов коррозии металлов. Экономика и социум, (12 (115), 2023. 938-942.

7. Атакулова Д.Д. Технология получения ингибиторов коррозии на основе алифатических аминонитрилов для коррозии нефтегазоводяной среды // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

8. Д.Атакулова, М.Муродов. Alifatik aminonitril hosilalarini metallarni korroziyadan himoyalashda qo’llash. uz-Topical Issues of Technical Sciences, 2024 - techscience.uz Ижтимоий-гуманитар фанларнинг долзарб муаммолари Page 1.TECH SCIENCE ISSN 3030-3702.

9. Атакулова Дилбар Дусмуродовна., Промышленное применение ингибиторов на основе аминонитрилов, определение их эффективности и технологических характеристик. *Экономика и социум*, № 9(124), 30.09.2024 г.

YUQORI TEXNIK XUSUSIYATLARGA EGA BO‘LGAN INGIBITORLAR VA ANTIKORROZION QOPLAMALAR YARATISH

dotsent Ataqulova Dilbar Dusmurodovna
kata o’qituvchi Jurayeva Huriyat Zoirovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti
E-mail: dilbarataqulova362@gmail.com

Annatatsiya: Ushbu maqolada organik xom-ashyolar asosida korroziyadan himoya qiluvchi samaradorligi yuqori bo’lgan ingibitorlarni sinez qilish, ingibirlash xususiyatlarini o’rganish. Neft-gaz sanoati metallar korroziyasida ingibitorlarni qo‘llash va undan ratsional ravishda foydalanish.

Kalit so‘z: antikorrozion qoplamalar, aminonitrilli ingibitor, kvant-kimyoviy usullar, geksan, etilendiamin, atsetonsiangidrin, IQ-, PMR- va UB-spetroskopik usullar, xloroform, atseton, benzol.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы синтеза высокоэффективных ингибиторов коррозии на основе органического сырья, их ингибирующие свойства, а также применение и рациональное использование ингибиторов коррозии металлов в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: Антикоррозионные покрытия, ингибитор аминонитрила, квантово-химические методы, гексан, этилендиамин, ацетонциангидрин, методы ИК-, ПМР- и УФ-спектроскопии, хлороформ, ацетон, бензол.

Abstract: This article focuses on the synthesis of highly effective corrosion inhibitors based on organic raw materials and the study of their inhibiting properties. It also addresses the application and rational use of inhibitors to combat metal corrosion in the oil and gas industry.

Keywords: anti-corrosion coatings, aminonitrile inhibitor, quantum-chemical methods, hexane, ethylenediamine, acetone cyanohydrin, IR, PMR, and UV spectroscopic methods, chloroform, acetone, benzene.

Kirish. Neft va gaz mahsulotlari sifatiga bo‘lgan talabning keskin oshishi sababli texnologik tizimlarning ishonchli ishlashi va ularning xizmat muddatini oshirishda korroziyaga qarshi ingibitorlar va antikorrozion qoplamalarni yaratishga bo‘lgan ehtiyojning ortib borishiga olib kelmoqda. Shuning uchun organik xom-ashyolar asosida metallarni korroziyadan himoya qiluvchi samaradorligi yuqori bo‘lgan ingibitorlarni ishlab chiqarish kimyo hamda neft-gaz sanoatida muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda jahon sanoati yuqori sur’atlarda rivojlanib borayotgan mamlakatlarning neft va gazni qayta ishlash sanoat qurulmalarida vujudga keladigan korrozion oqibatlarini kamaytirishda ingibitorlar sintezining yangi usullari, texnologiyalarini takomillashtirish, ekologik talablarga mosligini ta’minlash maqsadida turli tarkibli ingibitor va ularning kompozitsiyalarini olish bo‘yicha izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada mavjud xomashyo resuruslaridan foydalanib, metallar korroziyasiga qarshi yuqori texnik xususiyatlarga ega bo‘lgan ingibitorlar va antikorrozion qoplamalar yaratishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Respublikamizda metallar korroziyasiga qarshi ingibitor va antikorrozion qoplamalar ishlab chiqarish bo‘yicha muhim natijalarga erishilmoqda. Neft va gaz sanoatida ingibitorlar va antikorrozion qoplamalarni po‘lat korroziyasiga ta’sirini o‘rganish orqali ularni yangi tarkibga ega bo‘lgan yangi turlarini yaratish hamda amaliyotga joriy etish bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Texnologik ishchi muhitida bir vaqtning o'zida vodorod sulfid, vodorod xlorid, naften kislotalari va karbonat angidridning mavjudligi korrozion agressivlikni kuchaytirib, korroziya tezligini oshiradi. Korroziya ingibitorlari nafaqat korroziya tezligini keskin sekinlashtirishi, balki korroziya sababli ajralib chiqadigan vodorodning metall ichkarisiga tarqalishini kamaytirib, metallning mexanik xususiyatlarini saqlab qolishiga yordam beradi va bakteriyalarning hayotiy faoliyatini to‘xtatadigan, jumladan, anaerob sharoitda sulfat qaytaruvchi, ya’ni vodorod sulfidni hosil qiluvchi bakteriyalarga qarshi samarali bakteritsid xossalarni ham namoyon qiladi. Shuningdek, ularning integral toksikologik xususiyatlarini baholash ham maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Korrozion tajriba sinov usullarini sinflanishi. Korroziya jarayonlarini barcha tadqiqot usullari uch guruhga bo'linadi:

- laboratoriya tadqiqotlari (sinovlar metallar va qotishmalarning turli xil ish sharoitlari simulyatsiya qilingan laboratoriyalarda o‘tkaziladi);
- ekspluatatsion tadqiqotlar (mashinalar, agregatlar va turli xil jihozlar, ularni keyingi foydalanish sharoitida himoya vositalarini o‘rganish);
-laboratoriyadan tashqari tadqiqotlar (namunalar ekspluatatsion tabiiy sharoitlarda, masalan, dengizda, havoda va boshqalarda sinovlar).

Laboratoriya va laboratoriyadan tashqari sinovlarda tadqiqot ob'ekti sifatida metall namunasi ishlatiladi. Tadqiqot shartlari turlicha bo‘ladi.

Ekspluatatsion va dala sinovlarida korrozion muhit sharoitlari bir xil bo‘ladi, lekin birinchi holatda namuna emas, balki tayyor mahsulot, qoplama, agregat va boshqalar sinov ob'ekti sifatida ishlaydi.

Ko‘pincha, barcha uch turdagi testlar quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: laboratoriya, laboratoriyadan tashqari, ekspluatatsion. Yuqoridagi usullarning har biri o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega, ammo birgalikda ular bir-birini ma'lum darajada to‘ldiradi. [1-2-3-4]

Natijalar Tanlangan aminonitrilli ingibitorining himoya qilish samaradorligini baholashda gravimetrik korrozion sinov usuli ishlatildi. Murakkab korrozion agressiv komponentli uglevodorodli fazada korroziya ingibitorlarini himoyalash samaradorligini aniqlash uchun uglerodli po‘lat St.235, St.20 metall namunalaridan foydalanildi. Tanlangan namunalarning korroziya tezligi laboratoriya sharoitida ingibirlangan va ingibirlanmagan muhitda aniqlanadi. Laboratoriya sinovlari GOST 9.506-87 va GOST 9.502-82 va RD 39-3-611-81 bo'yicha qutblanishga qarshilik usuliga muvofiq U-simon shisha trubkali idishda gravimetrik usulda bajarildi.

Sintez qilingan birikmalarning tuzilishi IQ-, PMR- va UB-spetroskopik usullar bilan tasdiqlangan. Sintez qilingan moddalarning IK-spktrlari tabletka ko‘rinishida KBr bilan birga 2000 Perkin Elmer modelli Fure-spektrometrida, PMR-spektrlari esa JNM-4H-100 Varian Unity 400 (+) d CD3OD uskunasida ichki standart GMDS yordamida olindi. Reaksiyaning borishi va uning tozaligini

nazorat qilish yupqa qatlamli xromatografik usulda Silufol UV-254 plastinkasida turli sistemadagi erituvchilarda amalga oshirildi. Ochiltiruvchilar sifatida yod bug‘laridan va UB-nurdan foydalanildi.

Sintez qilingan moddalarni nazariy jihatdan tavsiflashda, rentgenologik tahlil, PMR (^{13}C, ^{1}H) analizlarining eksperimental ravishda o‘lchangan natijalariga qarama-qarshi tekshirish uchun nazariy tavsifnomalari o‘rganildi. PMR^{15}N kimyoviy siljishlar nazariy jihatdan hisoblab chiqilgan. Ushbu tadqiqot ishida zamonaviy DFT hisoblash dasturlaridan foydalanilgan. Tadqiqot natijalarini hisoblashdan oldin sintez qilingan birikmalarning molekulasi optimallashtirildi. Sintez qilingan birikmalarning nazariy xususiyatlarini hisoblash uchun 6-311+G (d, p) ishlatilgan. Ba’zi hisoblash natijalarini olishda biz katta 6-311 + G (2d, p) dan foydalandik, ayniqsa PMR ma’lumotlarini nazariy jihatdan hisoblash katta asoslarni talab qiladi. IQ-spektroskopik hisoblashda tebranish chastotalari 0,9587 ga tenglashtirildi. Sintez qilingan moddalarni PMR qiymatlarini hisoblashda tetrametilsilan erituvchisi yordamida optimallashtirildi. Ushbu nazariy hisoblashlarda biz Fronter molekulyar orbital va molekulyar elektrostatik potentsial xususiyatlarini 2,7-dimetil-2,7-ditsiano-3,6-diazaoktan molekulasi asosida hisoblab chiqdik. Ushbu hisoblashlarni olib borish vaqtida u 6-3 G (d, p) asosli to‘plamlardan foydalanildi. Kvant kimyosi organik birikmalarning reaksion faolligi bo‘yicha eksperimental ma’lumotlarni tushuntirishga va mumkin bo‘lgan reaksiyalarni bashorat qilishga imkonyat yaratadi. Zamonaviy kvant kimyosining asosi Shredideg tenglamasi bo‘lib, odatda statsionar holatlar uchun adibatik jarayonda yechiladi [5-6-7-8].

Shuningdek, kvant-kimyoviy usullarni qo‘llash orqali molekuladagi elektronlarning fazodagi holati, elektronlar zichligining taqsimlanishi, reaksiyadagi fazoviy to‘siqlarning o‘rni, reaksiyaga kirishuvchi atomlar yoki funktsional guruhlarning potentsial energiyalarini aniqlash mumkin bo‘ladi. Shu bilan birga turli xil spektroskopik tahlillarning hisoblari, qaysiki tebranma spektrlar, rentgen va elektron spektrlar, optik spektrlar, yadro va elektron magnit rezonans spektrlari va shunga o‘xshashlar haqida tez va oson nazariy hisoblashlarni va spektral chizmalarini olish imkoniyatini beradi.

Natijalar. Ushbu ishda yordamchi reagentlar sifatida quyidagi erituvchi va reaktivlardan foydalanildi: xloroform, atseton, benzol, geksan, etilendiamin, trimetilendiamin, tetrametilaendiamin, atsetonsiangidrin, siklogeksan, etanol. Sulfat kislota, KT (ХЧ) GOST 4204-77 va boshqa qo‘shimcha kimyoviy reaktivlardan foydalanildi. Ishni bajarishda zarur bo‘lgan barcha kimyoviy reagentlar hamda erituvchilar KT (ХЧ) va AUT (ЧДА) markali reagentlar bo‘lib, reaksiya davomida olib borilgan tajribalar va erituvchilar hamda reagentlarni tozalash va ularni quritish adabiyotlarda ma’lum bo‘lgan an’anaviy usullar yordamida amalga oshirildi.

Geksan: organik modda, formulasi C_6H_{14}, zichligi 661 kg/m³, qaynash harorati 68,7 °C, molekulyar massasi 86,18 g/mol, sinfi Alkanlar, bug‘ bosimi 124 ± 1 mm s.ust., LD50: 28710 mg/kg.

Etilendiamin: organik modda, formulasi $C_2H_8N_2$, zichligi 899 kg/m³, molekulyar massasi 60,1 g/mol, qaynash harorati 116 °C, bug‘ bosimi 1.3 kPa (da 20 °C), Dissotsiyalanish konstantasi, 9,98, Issiqlik sig‘imi 2,87 kj/(kg·K), ionlanish energiyasi 1,4 YE -18 Dj, nur sindirish ko‘rsatkichi 1,4565

Atsetonsiangidrin: organik modda, molekulyar massasi 85,105 g/mol; brutto formulasi C_4H_7NO, zichligi: 932 kg/m³, qaynash harorati: 95 °C, bug‘ bosimi 110 Pa, issiqlik sigimi 1,34 kj/(kg·K).

Molekulasi tarkibida bir nechta azot atomi tutgan 2,7-dimetil-2,7-ditsiano-3,6diazaoktan (MAD) va 2,8-dimetil-2,8ditsiano-3,7-diazanonan (MAD-20) va 2,9dimetil-2,9-ditsiano-3,10-diazadekan (MAD-21) molekulalarini korroziya ingibitori sifatida o‘rganish uchun ushbu birikmalarning sintezi amalga oshirildi. [9-10-11]

Xulosa. Yuqoridagi olib borilgan tajribalarni kimyoviy jihatdan izohlashda quyidagi korroziyalanish mexanizmlari kechishi mumkinligini ko‘rsatib o‘tish mumkin. Ma’lumki tabiiy gaz tarkibidagi vodorod sulfidi va karbonat angidridlari gaz tarkibidagi suvda erishi natijasida suvning pH-muhitini o‘zgartiradi va po‘lat jismlarning korroziyalanishiga sababchi bo‘ladi. Sintez qilingan moddalarni nazariy jihatdan tavsiflashda rentgenologik tahlil, IQ- va PMR-spektrlari, element analizlari natijalari kabi asoslovchi ma’lumotlari olingan PMR (^{13}C,^{1}H) analizlarining eksperimental ravishda o‘lchangan natijalariga mos ravishda nazariy taqqoslash tavsifnomalari haqida ma’lumot berilgan. PMR ^{15}H kimyoviy siljishlar nazariy jihatdan hisoblab chiqilgan. Ushbu tadqiqot ishida

zamonaviy DFT hisoblash dasturlaridan foydalanilgan. Tadqiqot natijalarini hisoblashdan oldin sintez qilingan birikmalarning molekulasi optimallashtirilgan. Shuningdek, moddalarning molekulyar-dinamik modellashtirish natijalari Hyper Chem7.0, Semi-empirikal metod-PM3, (AM1), Algorithm-Polak-Riebiere versiyalaridan foydalanib olingan. aminonitrilli ingibitor molekulasi elektron zichligining atomlar bo‘yicha taqsimlanishi va Fronter molekulyar orbital (FMO) tahlillari aniqlangan.

.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Дилбар Дустмуродовна Атакулова, Мингикул Жумагулович Курбанов, Абдуахад Абдурахимович Кодиров. Изучение ингибирующих свойств 2,7 диметил-2,7-дицианид-3,6- диазаоктана. Universum: технические науки 5-4 (86). Москва 2021. стр 16-19.

2. Атақулова Д.Д., Қурбанов М.Ж., Норматов Б.Р. Аминонитрилларнинг хлорид ва сульфат кислота муҳитида пўлат коррозиясига қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий-техникавий журнал № 4, Бухоро 2022. 90-95 бет.

3. Атакулова, Д. Д., Абдувалиев, С. А. Использование Ингибиторов Коррозии Металлов. Экономика и социум, (12 115)-1), 2023. 938-942 ст.

4. Атакулова Д.Д. Технология Получения Ингибиторов Коррозии На Основе алифатических аминонитрилов для коррозии нефтегазоводяной среды // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 12(117).

5. Ataqulova D.D., Qurbanov M.J. MAD-20 preperatining ingibitorlik xossasini gravimetrik usulda o‘rganish. QDU XABARNOMA. 2022 6/1(56). 55-58 bet.

6. Д.Атакулова, М.Муродов. Alifatik aminonitril hosilalarini metallarni korroziyadan himoyalashda qo’llash. uzTopical Issues of Technical Sciences, 2024 - techscience.uz Ижтимоий-гуманитар фанларнинг долзарб муаммолари Page 1 Tech Science Issn 3030-3702 Texnika Fanlarining Dolzarb Masalalari.

7. Атакулова Дилбар Дусмуродовна. Промышленное применение ингибиторов на основе аминонитрилов, определение их эффективности и технологических характеристик. Экономика и социум. ISSN 2225-1545. 9(124). 30.09.2024 г.

8. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Metallarni korroziyadan himoyalashda alifatik aminonitril hosilalarini qo‘llash. “Sanoatda raqamli texnologiyalar" ilmiytexnik jurnal. 2-dekabr 2024 yil

9. Dilbar Dusmurodovna Ataqulova., Neftgaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli ingibitorlarning samaradorligi. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. 2-dekabr 2024 yil.

10. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna. Metal konstruksiyalarning korroziyasiga qarshi MAD-20 ingibitorini xossasini o‘rganish. JIZPI XABARNOMASI Ilmiy texnik jurnal ISSN:3060-4966 2025 yil. №1-son.

11. Ataqulova Dilbar Dusmurodovna, Rahmatov Erkin Abdihafizovich, Neft va gaz sanoatida yuzaga keladigan korroziya va uni oldini olish chora tadbirlari. Qo’qon DPI-ilmiy-xabarlar jurnali. ISSN: 30303958. 2025 yil 1-son.

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ДИСКРЕТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ И ПОЛЫХ СВЕТОВОДОВ

Meyliyev Sunatullo Nuriddin o‘g‘li

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы состояния и развития оптоэлектронных дискретных преобразователей перемещений на основе волоконных и полых световодов. Приведена классификация по принципу действия, конструктивному признаку и функциональному назначению.

Ключевое слово: преобразователь, оптоэлектронных дискретных преобразователь, световод, электромагнитные, тепловые, емкостные, ультразвуковые, электромеханические, радиоактивные.

Abstract. The article examines the current state and development of discrete optoelectronic displacement transducers based on fiber-optic and hollow waveguides. A classification is presented based on operating principle, design features, and functional purpose.

Key word: converter, optoelectronic discrete converter, light conductor, electromagnetic, thermal, capacitive, ultrasonic, electromechanical, radioactive.

Annotatsiya. Maqolada optik tolali va kovak to‘lqin uzatgichlar asosidagi diskret optoelektron siljish o‘zgartirgichlarining hozirgi holati va rivojlanishi ko‘rib chiqiladi. Ishlash prinsipi, konstruktiv xususiyatlar va funksional vazifasiga ko‘ra tasnif keltirilgan.

Kalit so‘zlar: o‘zgartirgich, diskret optoelektron o‘zgartirgich, optik tola, elektromagnit, issiqlik, sig‘imli, ultratovushli, elektromexanik, radioaktiv.

Развитие систем контроля и управления в различных областях промышленности и сельского хозяйства приводит к росту потребности в дискретных датчиках и преобразователях для измерения давления, перемещения, уровня, расхода жидкостей и контроля и учета штучных изделий и товаров на конвейерных линиях и многих других технологических величин.

На рис. 1 приведена схема оптоэлектронного дискретного преобразователя, в общем случае состоящего из источника излучения (ИИ), оптического канала (ОК), приемника излучения (ПИ) и измерительной схемы (ИС).

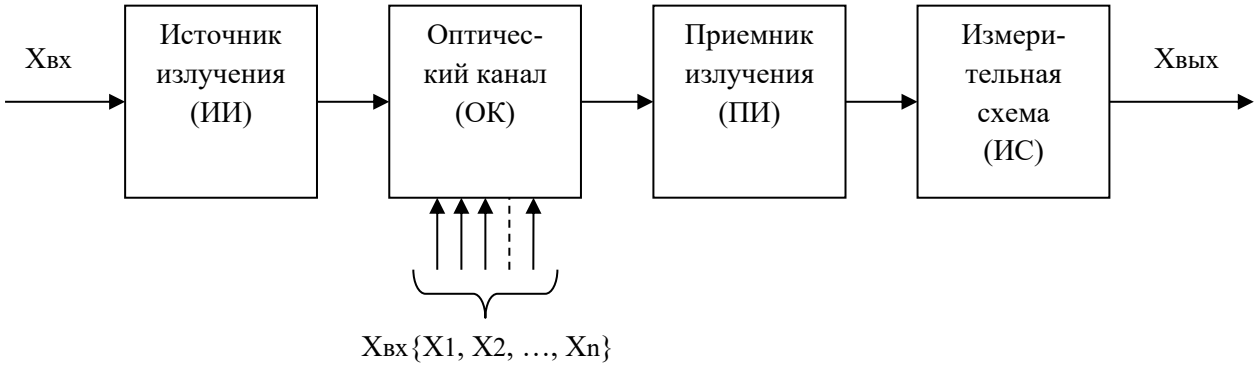


Рис. 1. Схема оптоэлектронного дискретного преобразователя

Интенсивно развиваются дискретные оптоэлектронные преобразователи, в которых выходной сигнал $X_{вых}$ формируется в результате воздействия входного дискретного воздействия на излучение, которое распространяется в световоде (оптическом канале) от источника ИИ к приемнику ПИ (рис. 1). По существу световой поток от ИИ к ПИ подвергается дискретному воздействию (модуляции) со стороны контролируемой величины или параметра.

Дискретные оптоэлектронные преобразователи основаны на известных оптических явлениях: отражения, поглощения, преломления, полном внутреннем отражении и другие.

Бесконтактность измерения, быстродействие, высокая точность и надежность, а также экономичность выгодно отличают ОДПВ от других дискретных преобразователей.

На рис.2 показан ряд устройств на основе ОДПВ, выходные сигналы которых в дискретной форме (в виде импульсов тока $I_{вых}$ или напряжения $U_{вых}$) связаны со скоростью вращения ω, угла наклона φ и уровня жидкостей Н.

На рис. 2, а. изображен ОДПВ скорости вращения [1], содержащий полый световод *1*, сосредоточенный источник излучения *2*, кольцевой приемник излучения *3*, диск *4* со светлыми *5* и темными *6* полосами, ось вращения диска *7*.

На рис. 2, б изображен преобразователь угла наклона [2] на основе ОДПВ, содержащий полый световод *1*, источник излучения *2*, тепловой экран *3*, фокусирующую линзу *4*, защитное

стекло *5*, полудисковый оптический экран *6*, свободно подвещанный на оси *8* круглого основания *7*, в котором на нижнем полукруге установлены в четверть круговых секторах по дугам входные торцы двух групп отводящих волоконных световодов *9* и *10*, выходные торцы которых уложены вдоль двух дугообразных шкал делениями в градусах $-\boldsymbol{\varphi}$ и $+\boldsymbol{\varphi}$ на полудисковом экране для визуального отображения угла наклона объекта: в левую сторону $-\boldsymbol{\varphi}$, а в правую сторону $+\boldsymbol{\varphi}$. Предварительно ОДПВ устанавливается на контролирующий объект.

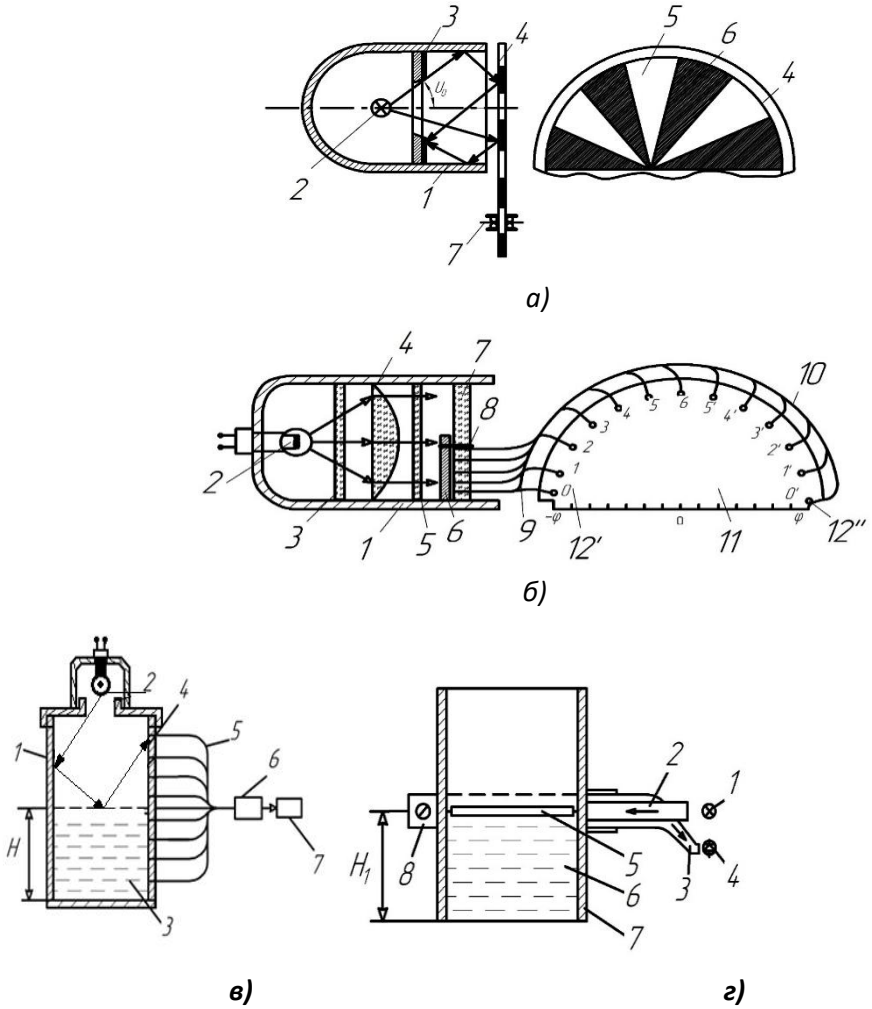


Рис.2. Физические модели ОДПВ.

а) ОДПВ скорости вращения; б) ОДПВ угла наклона; в, г) ОДПВ уровня жидкостей

В ОДПВ уровня жидкости (рис.2, в) в верхнем торце полого световода *1* расположен неподвижный источник излучения *2*, а роль подвижного внешнего модулирующего тела (ВМТ) выполняет светоотражающая поверхность уровня жидкости, при перемещении которой изменяется распределения светового потока $\Phi_{\mathbf{0}}$, вдоль полого световода *1*. Данный полый световод имеет продольную оптическую щель *4*, вдоль которой размещены входные торцы отводящих световой поток волоконных световодов *5*, выходные торцы которых оптически соединены с матрицей приемников излучение *6* и далее со схемой обработки сигналов *7*.

ОДПВ уровня жидкостей изображенный на рис.2, *г* содержит: источник излучения *1*, подводящий волоконный световод *2*, отводящий световой поток волоконный световод *3*, приемник излучения *4*, цилиндрический поплавок *5*, жидкость *6* с уровнем $\boldsymbol{H}$, уровнемерную трубку *7*, хомут для крепление ОДПВ с винтом *8*.

Формально-логическое описание функции ОДПВ используя положения системного анализа можно описать их структуры и функции кортежем, состоящим из пяти компонент:

$$f=(D,P,H,S,U) \qquad (1)$$

где: *D* – принцип построения преобразователя;

P – объект, который контролируется;
H – начальное и конечное значения контролируемого параметра объекта;
S – метод выполнения действия преобразователя;
U – условия окружающей среды преобразователя.

Для формально – логического описания структур ОДПВ следует выделить следующие конструктивные элементы: ИИ – источники излучения; ПИ – приемники излучения; СВ – световоды; ПМЭ – подвижные модулирующие элементы; ИС – измерительные схемы.

В общем случае можно представить множество элементов ОДПВ в виде

$$\{МЭ\} = \{ИИ, ПИ, СВ, ПМЭ, ИС\} \quad (2)$$

можно также показать, что каждый элемент характеризуется множеством:

$$\{ИИ\} = \{ЛН, СД, ЛЛ, ЛАЗ, ЛД, ГР\}, \quad (3)$$

где: ЛН – лампочка накаливания; СД – световодиод; ЛЛ – люминесцентная лампа;ЛАЗ – лазер; ЛД – лазерный диод; ГР – газоразрядный источник.

$$\{ПИ\} = \{ФД, ФР, ФТ, ФС, МФ\}, \quad (4)$$

где: ФД – фотодиоды; ФР – фоторезисторы; ФТ – фототранзисторы; ФС – фотоселикторы;МФ – матричные фотопреобразователи.

$$\{СВ\} = \{ПС, ПВС, ОВС, ВСК\}, \quad (5)$$

где: ПС – полый световод; ПВС – подводящий волоконный световод; ОВС – отводящий волоконный световод; ВСК – волоконный световод в виде кабеля (жгута).

$$\{ПМЭ\} = \{ПОЭ, ПИИ, ППИ, ППС, ПВС, ПСШ\}, \quad (6)$$

где: ПОЭ – подвижный оптический экран; ППИ – подвижный источник излучения; ППС – подвижный полый световод; ПВС – подвижный волоконный световод; ПСШ – подвижный светоотражающий шар.

$$\{ИС\} = \{ДС, МС, ДСОУ, МСОУ, СМП\}, \quad (7)$$

где: ДС – делительная схема; МС – мостовая схема; ДСОУ – делительная схема с операционным усилителем; ДФС – дифференциальная схема; СМП – измерительная схема с микропроцессором.

К указанным элементам следует добавить оптические элементы {ОЭ}, которые существенно расширяют функциональном возможности:

$$\{ОЭ\} = \{ЛЗ, РФ, ДМ, ОО, ОС, ОК\}, \quad (8)$$

где: ЛЗ – линза; РФ – рефлектор; ДМ – диафрагма; ОО – оптические ответвители; ОС – оптические соединители; ОК – оптический клин.

Множество вариантов конструкции ОДПВ определяется взаимодействием указанных основных элементов. Различные сочетания множеств {ИИ},{ЛИ},{СВ},{ПМЭ} и {ИС} дает тот или иной принцип создания ОДПВ, что позволяет разработать весьма большое число новых конструкций ОДПВ. Проанализируем их принципы построения.

3) Общими характерными признаками для рассматриваемых ОДПВ являются наличие подвижных (в продольном или поперечном направлениях) ВМТ, в качестве которых наиболее часто в конструкциях ОДПВ используются плоское тело, шарообразная и цилиндрическая форма тела, а также поверхности уровня жидкости в ОДПВ для контроля уровня жидкости.

4) Для ОДПВ, основанных на явлении прерывания светового потока, характерным является наличие распределенного на торце полых или волоконных световодов светового потока и поперечно перемещающихся ВМТ, в качестве которых используются плоские, шарообразные и цилиндрические тела, а также линейка, лента и диски с отверстиями.

Литература

1. Азимов Р.К., Шипулин Ю.Г. «Оптоэлектронные преобразователи больших перемещений на основе полых световодов». М.: Энергоатомиздат, 1987. -105 с.
2. Азимов Р.К., Шипулин Ш.Ю., Холматов У.С., Абдуллаев Т.А., Исмоилов Х.А. «Морфологический метод структурного проектирования оптоэлектронных преобразователей на основе полых и волоконных световодов (ОЭПВС)». // «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». III Международная научно-практическая конференция, 3-секция.- Андижан.- 2016.- С.15-19.

SUN’IY INTELLEKTNING FIZIKA FANINI O‘RGANISHDAGI ROLI

Sultonov Odiljon Ziyomiddinovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya. Ushbu tezisda sun’iy intellekt texnologiyalarining fizika fanini o‘rganish va o‘qitish jarayonidagi o‘rni hamda imkoniyatlari yoritilgan. Fizika fanining murakkab nazariy tushunchalar, matematik formulalar, fizik modellar va tajribaviy jarayonlarga asoslanganligi ta’lim oluvchilardan yuqori darajadagi mantiqiy va analitik fikrlashni talab qiladi. Sun’iy intellektdan foydalanish fizik hodisalarni tushuntirish, masalalarni bosqichma-bosqich yechish, fizik jarayonlarni modellashtirish, virtual laboratoriyalar tashkil etish va individual ta’limni yo‘lga qo‘yish imkonini beradi. Shuningdek, sun’iy intellektdan foydalanishda tayyor javoblarga ortiqcha tayanish va noto‘g‘ri ma’lumotlardan foydalanish kabi muammolarning oldini olish zarurligi ta’kidlangan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, fizika, raqamli ta’lim, fizik modellashtirish, virtual laboratoriya, individual ta’lim, fizik masalalar, raqamli kompetensiya.

Аннотация. В тезисе рассматриваются роль и возможности технологий искусственного интеллекта в изучении и преподавании физики. Сложность теоретических понятий, математических формул, физических моделей и экспериментальных процессов требует от обучающихся развитого логического и аналитического мышления. Использование искусственного интеллекта позволяет объяснять физические явления, пошагово решать задачи, моделировать физические процессы, организовывать виртуальные лабораторные работы и осуществлять индивидуализированное обучение. Также подчеркивается необходимость предотвращения чрезмерной зависимости обучающихся от готовых ответов и недостоверной информации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, физика, цифровое образование, физическое моделирование, виртуальная лаборатория, индивидуальное обучение, физические задачи, цифровая компетентность.

Abstract. This thesis examines the role and potential of artificial intelligence technologies in learning and teaching physics. The complexity of theoretical concepts, mathematical formulas, physical models, and experimental processes requires learners to develop strong logical and analytical thinking skills. Artificial intelligence can be used to explain physical phenomena, solve problems step by step, model physical processes, organize virtual laboratory activities, and support personalized learning. The thesis also emphasizes the importance of preventing excessive reliance on ready-made answers and inaccurate information when using artificial intelligence in physics education.

Keywords: artificial intelligence, physics, digital education, physical modeling, virtual laboratory, personalized learning, physics problems, digital competence.

Kirish. Bugungi kunda sun’iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi ta’lim jarayonini tashkil etishning yangi imkoniyatlarini yaratmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlar, jumladan, fizika fanini o‘qitish va o‘rganishda sun’iy intellektdan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [2; 3].

Fizika tabiat hodisalarining qonuniyatlarini o‘rganuvchi fan bo‘lib, uni o‘zlashtirishda nazariy bilim bilan bir qatorda matematik hisoblash, modellashtirish, tajriba o‘tkazish va natijalarni tahlil qilish ko‘nikmalari ham muhim ahamiyatga ega.

Sun’iy intellektning fizika ta’limidagi eng muhim imkoniyatlaridan biri murakkab fizik tushunchalarni turli usullarda tushuntirish imkoniyatidir [3]. Masalan, elektromagnit induksiya, elektr maydoni, magnit maydoni, to‘lqin hodisalari yoki kvant fizikasi kabi mavzularni talabaning bilim darajasiga mos ravishda sodda yoki chuqurroq shaklda tushuntirish mumkin [4; 5].

Fizik masalalarni yechishda ham sun’iy intellekt samarali yordamchi vosita bo‘la oladi [1; 3]. Masalani yechish jarayonida berilgan kattaliklarni aniqlash, tegishli fizik qonunni tanlash, formulani

yozish, matematik hisoblashlarni bajarish va olingan natijaning fizik mazmunini izohlash bosqichlari ko‘rsatilishi mumkin. Bunda asosiy maqsad talaba uchun tayyor javobni taqdim etish emas, balki uni masalani mustaqil yechishga yo‘naltirishdan iborat bo‘lishi kerak.
Sun’iy intellekt fizik jarayonlarni modellashtirishda ham muhim ahamiyatga ega [1; 3]. Erkin tushish, mexanik tebranish, jismlarning harakati, elektr zanjirlaridagi tok va kuchlanish, issiqlik jarayonlari hamda elektromagnit hodisalarni turli parametrlar asosida modellashtirish orqali talaba fizik qonuniyatlarning amaliy namoyon bo‘lishini yaxshiroq tushunishi mumkin [4; 5].
Fizika fanini o‘rganishda virtual laboratoriyalardan foydalanish ham muhim istiqbolga ega [3]. Masalan, Ohm qonunini o‘rganishda kuchlanish, qarshilik va tok kuchi orasidagi bog‘lanishni virtual muhitda kuzatish, tajriba natijalarini jadval va grafik yordamida tahlil qilish mumkin. Bu real laboratoriya jihozlari yetarli bo‘lmagan sharoitlarda ham tajribaviy ko‘nikmalarni rivojlantirishga yordam beradi [4; 5].
Sun’iy intellekt individual ta’limni tashkil etishda ham katta imkoniyatlarga ega [2; 3]. Talabalarning bilim darajasi va yo‘l qo‘ygan xatolarini tahlil qilish asosida ularga turli murakkablikdagi topshiriqlar tavsiya etilishi mumkin. Natijada kuchli talabalar uchun murakkab masalalar, mavzuni o‘zlashtirishda qiynalayotgan talabalar uchun esa qo‘shimcha va sodda topshiriqlar berish imkoniyati paydo bo‘ladi.
Shu bilan birga, sun’iy intellektdan foydalanishda ayrim muammolarga ham e’tibor qaratish zarur. Sun’iy intellekt tomonidan berilgan ma’lumotlar har doim ham to‘liq yoki xatosiz bo‘lmasligi mumkin. Bundan tashqari, talabaning tayyor javoblarga haddan tashqari tayanishi uning mustaqil fikrlash va masala yechish ko‘nikmalariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin [2; 3]. Shu sababli o‘qituvchi sun’iy intellektdan foydalanish jarayonini nazorat qilishi va talabani mustaqil fikrlashga undashi lozim.
Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellekt fizika fanini o‘rganish va o‘qitish jarayonini takomillashtirish uchun katta imkoniyatlarga ega. Undan fizik tushunchalarni tushuntirish, masalalarni tahlil qilish, fizik jarayonlarni modellashtirish, virtual laboratoriyalarni tashkil etish va individual ta’limni rivojlantirishda samarali foydalanish mumkin.
Sun’iy intellektning ta’limdagi samaradorligi undan qanday foydalanishga bog‘liq. Uni tayyor javob beruvchi vosita sifatida emas, balki talabaning mustaqil fikrlashi, ilmiy izlanishi va fizik tafakkurini rivojlantiruvchi yordamchi texnologiya sifatida qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Zamonaviy fizika ta’limida o‘qituvchi, talaba, sun’iy intellekt va tajriba uyg‘unligi ta’lim sifatini oshirishning muhim omillaridan biri bo‘lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1]. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson.
[2]. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. UNESCO, 2023.
[3]. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
[4]. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. Wiley.
[5]. Serway R. A., Jewett J. W. Physics for Scientists and Engineers. Cengage Learning.

NASOS AGREGATLARI REJIMINI O‘ZGARTIRISHDA ENERGIYA-RESURS TEJAMKORLIGINI NOSTATSIONAR GIDRAVLIK HISOB ASOSIDA BAHOLASH

Dustov Aziz Yusufovich
Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dotsent
Abu Rayxon Beruniy universiteti NTM Qashqadaryo manzili, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada mashinali suv ko‘tarish kaskadlarida nasos agregatlari ish rejimlarini o‘zgartirish (ishga tushirish va to‘xtatish) jarayonlarini nostatsionar gidravlik hisoblar asosida kompleks baholash hamda shu asosda energiya-resurs tejamkorligini aniqlash masalasi ko‘rib chiqilgan [cite: 1]. Tadqiqot obyekti sifatida diametri 4,2 m va uzunligi 90,7 m bo‘lgan magistral bosimli quvur liniyasi parametrlari tanlab olingan [cite: 1]. Gidrodinamik o‘tish jarayonlarini

matematik modellashtirish chiziqli bo‘lmagan differensial tenglamalar tizimini xarakteristikalar usuli (Method of Characteristics) yordamida chekli ayirmalar sxemasiga keltirish orqali amalga oshirildi [cite: 1]. Nostatsionar hisob natijalariga ko‘ra, boshqaruv diskli zatvorlarining yopilish vaqtini amaldagi 3,2–4,0 s dan optimal 9–10 s gacha uzaytirish bosim to‘lqinlarining ikkilik amplitudasini ishchi naporga nisbatan 40–50 % dan 17,7–20 % gacha kamaytiradi [cite: 1]. Shu bilan birga, jarayonlarni dasturiy-boshqaruv chorasi orqali optimallashtirish kaskad bo‘yicha o‘rtacha 2 % energiya tejamkorligini ta’minlaydi, bu esa yiliga 20 mln kVt·soat elektr energiyasini tejash imkonini beradi [cite: 1].

Kalit so‘zlar: nasos stansiyasi, nostatsionar rejim, gidravlik zarba, xarakteristikalar usuli, kavitatsiya, energiya tejamkorligi, iqtisodiy samara.

Abstract. This scientific article examines the comprehensive assessment of pump unit operational mode transitions (start-up and shutdown) in mechanical water-lifting cascades based on unsteady hydraulic calculations, as well as the determination of energy and resource savings resulting from these assessments [cite: 1]. A main pressure pipeline with a diameter of 4.2 m and a length of 90.7 m was selected as the object of study [cite: 1]. Mathematical modeling of hydrodynamic transient processes was performed by converting a system of nonlinear differential equations into a finite-difference scheme using the Method of Characteristics [cite: 1]. Results from the unsteady-state calculations indicate that extending the closure time of control butterfly valves from the current 3.2–4.0 s to an optimal 9–10 s reduces the pressure wave amplitude (peak-to-peak) from 40–50% to 17.7–20% of the operating head [cite: 1]. Furthermore, optimizing these processes through programmed control measures yields an average energy saving of 2% across the cascade, enabling an annual saving of 20 million kWh of electricity [cite: 1].

Keywords: pumping station, unsteady regime, water hammer, method of characteristics, cavitation, energy efficiency, economic benefit.

Аннотация. В данной научной статье рассматривается комплексная оценка переходных режимов работы насосных агрегатов (пуск и остановка) в механических каскадах водоподъема на основе расчетов неустановившихся гидравлических процессов, а также определяется экономия энергетических и материальных ресурсов, достигаемая в результате такой оценки [cite: 1]. Объектом исследования был выбран магистральный напорный трубопровод диаметром 4,2 м и длиной 90,7 м [cite: 1]. Математическое моделирование гидродинамических переходных процессов осуществлялось путем преобразования системы нелинейных дифференциальных уравнений в конечно-разностную схему с использованием метода характеристик [cite: 1]. Результаты расчетов неустановившихся режимов показывают, что увеличение времени закрытия дисковых затворов с текущих 3,2–4,0 с до оптимальных 9–10 с позволяет снизить амплитуду волны давления (размах колебаний) с 40–50% до 17,7–20% от рабочего напора [cite: 1]. Кроме того, оптимизация данных процессов посредством программного управления обеспечивает среднюю экономию энергии в каскаде на уровне 2%, что позволяет экономить 20 млн кВт·ч электроэнергии в год [cite: 1].

Ключевые слова: насосная станция, неустановившийся режим, гидравлический удар, метод характеристик, кавитация, энергоэффективность, экономическая выгода.

Muammoning qo‘yilishi. Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligi majmuasida faoliyat ko‘rsatayotgan yirik va o‘rta meliorativ nasos stansiyalari infratuzilmasi mamlakat iqtisodiyotining eng ko‘p energiya sarflaydigan tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda respublika bo‘yicha 1 700 ta irrigatsiya nasos stansiyasi uzluksiz ishlatilib kelinmoqda [cite: 1]. Ushbu inshootlar yiliga qariyb 7,2 mlrd kVt·soat elektr energiyasini iste’mol qiladi, bu esa mamlakatimiz umumiy elektr iste’molining naqsh 16 foizini tashkil etadi [cite: 1]. Bunday ulkan energiya sarfi miqyosida ish rejimini to‘g‘ri tanlashdagi har bir foiz iqtisod juda katta milliy va strategik ko‘rsatkichga aylanadi.

Ekspluatatsiya koʻrsatkichlarining ilmiy tahlili shuni koʻrsatdiki, amaldagi koʻplab inshootlarda nominal loyihaviy rejimlardan chetga chiqish holatlari mavjud. Muallifning ilmiy ishidagi ma’lumotlarga koʻra, oʻrganilgan obyektdagi stansiya agregatlarining foydali ish koeffitsiyenti (FIK) optimal qiymatdan (86 %) oʻrtacha 11,4 foizga past ekanligi va buning natijasida kaskad boʻyicha yiliga 23,6–35,4 mln kVt·soat elektr energiyasi ortiqcha sarflanishi aniqlangan [cite: 1]. Ayni paytda agregat rejimini oʻzgartirish jarayonining oʻzi, ya’ni rejaviy yoki avariyaviy ishga tushirish va toʻxtatish bosqichlari, hozirgi kunda dispetcherlik xizmatlari tomonidan oldindan tahliliy va dasturiy hisoblanmaydi [cite: 1]. Natijada dispetcher oʻta yuqori xavfsizlik zaxirasi bilan ishlashga majbur boʻladi: rejim haddan tashqari sekin va ehtiyotkorlik bilan oʻzgartiriladi, bu esa oʻtish davrlarida qoʻshimcha elektr energiyasi sarfiga va rejim oʻzgarishi paytida foydasiz suv tashlashga (suv isrofiga) olib keladi [cite: 1]. Shu bilan birga, bosim pulsatsiyasining ikkilik amplitudasi ishchi naporning 40–50 foiziga yetadi, ya’ni subyektiv ehtiyotkorlik ham gidravlik xavfni toʻliq bartaraf etmaydi [cite: 1].

Tadqiqot usuli. Bosimli quvurlarda nasos agregatlarining toʻxtashi natijasida yuzaga keladigan nostatsionar gidravlik jarayonlarni oʻrganish uchun chiziqli boʻlmagan gidrodinamika tenglamalari tizimidan foydalanildi [cite: 1]. Suyuqlikning barqaror boʻlmagan harakati xarakteristikalar usuli (Method of Characteristics) yordamida chekli ayirmalar sxemasi boʻyicha sonli hisoblandi [cite: 1]. Obyekt parametrlari va bazaviy geometrik koʻrsatkichlari tegishli texnik hujjatlardan olindi: diametri D = 4,2 m, bosimli quvur uzunligi L = 90,7 m, nominal suv sarfi Q_0 = 35 m^3/s hamda nominal napor H_m = 26,277 m [cite: 1]. Quvur devorlarining elastikligi va suyuqlik toʻlqinlarining xususiyatlarini hisobga olgan holda, zarba toʻlqinining tarqalish tezligi a = 828,6 m/s deb aniqlandi [cite: 1].

Zarba toʻlqinining quvur boʻylab borib-qaytish fazasi davri (tau) quyidagi ifoda orqali hisoblandi: tau = 2L / a = 2 * 90,7 / 828,6 = 0,219 s [cite: 1]. Tadqiqot doirasida quvur oxiridagi diskli boshqaruv zatvorining yopilish vaqti (Ty) ning napor rejimiga va dinamik bosim pulsatsiyalariga ta’siri turli ssenariylar asosida chuqur modellashtirildi [cite: 1].

Natijalar va ularning tahlili. Matematik modellashtirish dasturidan olingan hisob natijalari obyektdagi natura oʻlchovlari koʻrsatkichlari bilan batafsil qiyoslandi [cite: 1]. Aniqlanishicha, bosim tebranishining amaldagi 40–50 % gacha boʻlgan yuqori amplitudasi zatvorning Ty = 3,2…4,0 s yopish vaqtiga toʻgʻri keladi [cite: 1]. Zatvorning turli yopilish vaqtlarida quvur liniyasida vujudga keladigan minimal napor qiymatlari va dinamik yuklanishlar baholandi va 1-jadvalga kiritildi.

1-jadval

Yopish vaqtining napor rejimiga va dinamik barqarorlikka ta’siri [cite: 1]

Yopish vaqti Ty, s	H_min, m	2A/H_m, %	Tizim holatini baholash
1,0	−15,01	186,6	Suv ustunining uzilish xavfi yuqori, kavitatsiya
2,0	6,01	77,1	Dinamik yuklanish me’yordan yuqori
3,2…4,0	12,5…14,8	50…40	Hozirgi ekspluatatsion holat
5,0	17,81	32,2	Qoniqarli holat
9…10	**21,6…22,1**	**20…17,7**	**Tavsiya etiladi (optimal rejim)**

1-jadvaldan koʻrinadiki, hozirgi ekspluatatsion holat (Ty = 3,2…4,0 s) me’yoriy chegaraga yaqin, biroq tizimning dinamik zaxirasi juda kichik: yopish vaqtining mexanik nosozliklar sababli tasodifiy qisqarishi (masalan, Ty = 2,0 s yoki 1,0 s ga tushishi) amplitudani keskin oshiradi [cite: 1]. Ayniqsa,

Ty = 1,0 s da napor −15,01 m gacha pasayib, quvur ichida manfiy vakuum zonalarini vujudga keltirishi va suv ustunining uzilish xavfini yuzaga keltirishi mumkin [cite: 1]. Zatvorni yopish vaqtini 9–10 s gacha uzaytirish esa gidravlik zarba amplitudasini ikki barobardan ko‘proq kamaytiradi (17,7–20 % gacha) va agregat hamda quvur armaturasining xizmat resursini sezilarli darajada uzaytiradi [cite: 1].

Energiya bo‘yicha yillik samara E = W * k * C ifodasi bilan aniqlandi, bunda W – kaskadning yillik elektr energiya sarfi, k – optimallashtirish hisobiga erishiladigan tejamkorlik ulushi, C – amaldagi elektr tarifi [cite: 1]. Hisob-kitoblar W = 1,0 mlrd kVt·soat/yil shartli qiymati uchun keltirilgan. Taqqoslash uchun olinsa: Jahon banki ko‘magidagi 223,2 mln AQSh dollarilik yirik xalqaro investitsiya loyihasi butun mamlakat bo‘yicha texnik rekonstruksiya hisobiga yiliga 165 mln kVt·soat energiya va 540 mln m³ suv tejashni ko‘zlaydi [cite: 1]. Taklif etilayotgan yechim esa dasturiy-boshqaruv chorasi bo‘lib, hech qanday yirik kapital sarmoyani talab qilmaydi, biroq kaskad rejimini to‘g‘rilash orqali yiliga 2 % (20 mln kVt·soat) gacha aniq energiya tejamkorligini shakllantira oladi [cite: 1].

Amaliy tavsiyalar. Olingan tahliliy va dasturiy natijalar asosida quyidagi amaliy tadbirlar majmuasini joriy etish tavsiya etiladi:

1. Nasos stansiyasidagi magistral quvurlar boshqaruv zatvori va yo‘naltiruvchi apparatining mexanik yopish vaqtini qayta sozlab, qat’iy ravishda 9–10 s qiymatiga keltirish [cite: 1].
2. Texnologik rejimni o‘zgartirishdan oldin avtomatlashtirilgan tizimda nostatsionar gidravlik hisobni bajarib, minimal napor qiymatini suv bug‘ bosimi (kavitatsiya) chegarasidan yuqori ekanligiga dasturiy ishonch hosil qilish [cite: 1].
3. Ilmiy ishlarda asoslangan gidrodinamik himoya vositalarini, ya’ni yo‘naltiruvchi apparat chiqish zonasiga bosimli havo berish tizimini va dvigatelni elektrodinamik tormozlashni, hisob natijalari bilan muvofiqlashtirilgan holda sinxron qo‘llash [cite: 1].

Ushbu tadbirlar birgalikda, bir tomondan, agregatlarning nomaqbul oraliq rejimlarda ishlash vaqtini qisqartirish hisobiga energiya sarfini kamaytiradi, ikkinchi tomondan, gidravlik zarba atufayli yuzaga keladigan kutilmagan avariyalarning oldini olish orqali ta’mirlash xarajatlarini kamaytiradi [cite: 1]. Shu tariqa iqtisodiy samara uchta manbadan shakllanadi: to‘g‘ridan-to‘g‘ri energiya tejamkorligi, foydasiz suv tashlashning kamayishi va oldi olingan avariya zarari [cite: 1].

Xulosa. Agregat rejimini o‘zgartirish jarayonini nostatsionar gidravlik hisob asosida oldindan baholash, birinchidan, bosim tebranishi amplitudasini me’yoriy xavfsiz chegarada (20 % dan past) ushlab turish, ikkinchidan, ortiqcha subyektiv xavfsizlik zaxirasidan voz kechish hisobiga energiya sarfini kamaytirish imkonini beradi [cite: 1]. Yopish vaqtini 9–10 s gacha uzaytirish bo‘yicha tavsiya amaliyotga joriy etish uchun to‘liq tayyor. Keyingi bosqichda mazkur hisob natijalari kaskad rejimlarini optimallashtirish masalasiga raqamli kirish ma’lumoti (Raqamli egzaklar tizimi) sifatida kiritilishi ko‘zda tutilgan [cite: 1].

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupova N.E. Yirik meliorativ nasos stansiyasini rekonstruksiya qilishning gidravlik-texnik ko‘rsatkichlarini asoslash // “Education and Research in the Era of Digital Transformation”: xalqaro ilmiy konferensiya materiallari. 2026-yil 13-sentyabr. B. 367-371.
2. Yusupova N.E. Yirik sug‘orish nasos stansiyalari uchun nasos agregatlarini tanlash va ularning ishchi rejimini nazariy asoslash usullari // “Fan va ta’lim yangiliklari” ilmiy-metodik jurnali. 2026. 9(1)-son. B. 253-261.
3. Yusupova N.E. Yirik nasos stansiyalarida agregatlarni ishga tushirish-to‘xtatish jarayonlarini tahlil qilish va foydalanish samaradorligini oshirish yo‘llari // “Modern education and development” international interdisciplinary research journal. ISSN 3060-4567. 2026. №57, 1-qism. B. 505-512.
4. Wylie E.B., Streeter V.L. Fluid Transients in Systems. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. 463 p.
5. Chaudhry M.H. Applied Hydraulic Transients. 3rd ed. New York: Springer, 2014. 583 p.
6. Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции гидротехнических систем с осевыми и диагональными насосами. М.: Энергия, 1980. 288 с.

7. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Энергоэффективные технологии при эксплуатации насосных станций. Монография. Т.: ТГТУ, 2012. 115 с.
8. Виссарионов В.И., Уришев Б.У., Беляев С.Г., Пименов В.И. Снижение гидродинамических нагрузок в насосных станциях методом впуска воздуха // Мелиорация и водное хозяйство. 1988. №2. С. 25-27.
9. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations // Journal of Computational Physics. 2019. Vol. 378. P. 686-707.
10. Physics-informed neural networks for hydraulic transient analysis in pipeline systems // Water Research. 2022. Vol. 221. 118828.
11. Uzbekistan to Modernize its Irrigation Infrastructure with World Bank Support: Press Release. Washington: World Bank, 21 May 2025.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-iyundagi PF-5742-son “Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni.

PAST MOLEKULYAR OG‘IRLIKDAGI POLIMERLAR VA ORGANOFOSFONATLAR ASOSIDAGI KOMPOZITSION INHIBITORLARNING METALL SIRTDAGI ADSORBSIYA VA SINERGIK HIMOYALASH MEXANIZMLARI

Dustov Aziz Yusufovich
Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dotsent
Abu Rayxon Beruniy universiteti NTM Qashqadaryo manzili, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu tezisda sanoat aylanma suv tizimlarida po‘lat quvurlarni elektrokimyoviy korroziya va tuz cho‘kishidan himoya qilish uchun mahalliy xomashyolar asosida olingan kompozitsion inhibitorlarning samaradorligi tadqiq etilgan. Tadqiqot obyekti sifatida past molekulyar og‘irlikdagi polimerlar va organofosfonatlar (OEDP, NTF) aralashmasidan iborat yangi ingibitorli kompozitsiya tanlangan. Tajribalar gravimetrik va potensiodinamik polyarizatsiya usullari yordamida, agressiv model muhitlarida olib borildi. Eksperimental natijalarga ko‘ra, polimer va fosfonat qismlarining o‘zaro 3:1 optimal nisbatda qo‘llanilishi metall sirtida zich, barqaror va passivlovchi ximoya plyonkasi hosil bo‘lishini ta’minlaydi va korroziyadan himoyalash darajasini 96,4 % gacha oshiradi. Bu komponentlarning o‘zaro kuchli sinergik effektini tasdiqlaydi. Reagentning optimal dozirovkasi 30–35 ppm oralig‘ida ekanligi asoslangan.
Kalit so‘zlar: aylanma suv tizimi, kompozitsion inhibitor, organofosfonatlar, sinergizm, adsorbsiya kinetikasi, elektrokimyoviy korroziya, himoya samaradorligi.

Abstract. This paper investigates the effectiveness of composite inhibitors derived from local raw materials for protecting steel pipes in industrial recirculating water systems against electrochemical corrosion and scale formation. A novel inhibitor composition consisting of a mixture of low-molecular-weight polymers and organophosphonates (OEDP, NTF) was selected as the subject of the study. Experiments were conducted in aggressive model environments using gravimetric and potentiodynamic polarization methods. The experimental results demonstrate that employing the polymer and phosphonate components at an optimal 3:1 ratio ensures the formation of a dense, stable, and passivating protective film on the metal surface, increasing the corrosion protection efficiency to 96.4%. This confirms a strong synergistic effect between the components. The optimal dosage of the reagent was determined to be in the range of 30–35 ppm.
Keywords: circulating water system, composite inhibitor, organophosphonates, synergism, adsorption kinetics, electrochemical corrosion, protective efficiency.

Аннотация. В работе исследуется эффективность композиционных ингибиторов, полученных из местного сырья, для защиты стальных трубопроводов в промышленных системах оборотного водоснабжения от электрохимической коррозии и образования накипи.

Объектом исследования была выбрана новая композиция ингибитора, представляющая собой смесь низкомолекулярных полимеров и фосфорорганических соединений (ОЭДФ, НТФ). Эксперименты проводились в агрессивных модельных средах с использованием гравиметрического метода и метода потенциодинамической поляризации. Результаты экспериментов показали, что использование полимерных и фосфонатных компонентов в оптимальном соотношении 3:1 обеспечивает формирование на поверхности металла плотной, стабильной пассивирующей защитной пленки, повышая эффективность защиты от коррозии до 96,4%. Это подтверждает наличие выраженного синергетического эффекта между компонентами. Установлено, что оптимальная дозировка реагента находится в диапазоне 30–35 мг/л (ppm).

Ключевые слова: система оборотного водоснабжения, композиционный ингибитор, фосфорорганические соединения, синергизм, кинетика адсорбции, электрохимическая коррозия, защитная эффективность.

Muammoning qo‘yilishi. Zamonaviy kimyo va neft-gaz sanoati korxonalarida, xususan, Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish majmuasida, aylanma sovitish suv tizimlarining uzluksiz va xavfsiz ishlashini ta’minlash eng dolzarb texnologik vazifalardan biri hisoblanadi. Aylanma suv tizimlarida (AST) issiqlik almashinuv jihozlari va magistral quvurlar doimiy ravishda agressiv gidrokimyoviy muhit (yuqori minerallashuv, xlorid va sulfat ionlarining ko‘pligi, erigan kislorod va karbonat angidrid gazlari) ta’sirida bo‘ladi. Ushbu omillar metallarning jadal elektrokimyoviy korroziyaga uchrashiga, quvurlar ichki yuzasida karbonatli tuz cho‘kindilari (asosan CaCO3 va MgCO3) hosil bo‘lishiga olib keladi. Korroziya va tuz qatlamlarining bir vaqtda shakllanishi issiqlik almashinuv koeffitsiyentini keskin pasaytiradi, gidravlik qarshilikni oshiradi va elektr energiyasi hamda suv resurslarining ortiqcha sarflanishiga (isrof bo‘lishiga) sabab bo‘ladi. Ushbu muammoni hal qilishning eng samarali va tejamkor usuli — suv muhitiga maxsus kimyoviy reagentlar, ya’ni inhibitorlar kiritishdir. Biroq amaliyotda qo‘llaniladigan an’anaviy individual inhibitorlar (faqat fosfonatlar yoki faqat polimerlar) korroziya va tuz cho‘kishiga qarshi bir vaqtda yuqori samaradorlik ko‘rsata olmaydi. Bundan tashqari, import reagentlarning qimmatligi ishlab chiqarish tannarxini oshiradi. Shu sababli, mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilari asosida past molekulyar og‘irlikdagi polimerlar va organofosfonatlarni integratsiyalash orqali ko‘p funksiyali kompozitsion inhibitorlar yaratish hamda ularning sinergik himoya qilish mexanizmlarini ilmiy asoslash muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot usuli. Yangi kompozitsion inhibitor sifatida akril kislotasi va malein angidridining mahalliy xomashyo asosida sintez qilingan past molekulyar og‘irlikdagi oligomeri (polimer qismi) hamda oksietilidendifosfon kislotasi (OEDP) va nitrilotrimetilenfosfon kislotasi (NTF) aralashmasi (organofosfonat qismi) olindi. Kompozitsiyaning himoya samaradorligi Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi aylanma suvining gidrokimyoviy tarkibiga mos keladigan model eritmalarida (pH = 7,8–8,4; umumiy qattiqlik 7,5–9,0 mg-ekv/l) sinovdan o‘tkazildi. Korroziya tezligini aniqlash va adsorbsiya jarayonlarini o‘rganish uchun quyidagi zamonaviy usullardan foydalanildi: (1) Gravimetrik usul: St-3 markali po‘lat namunalari (plastinalar) 48 soat davomida inhibitorli va inhibitorsiz muhitda saqlanib, ularning massasidagi o‘zgarishlar mikrotarozilarda o‘lchandi. (2) Elektrokimyoviy polyarizatsiya usuli: Potensiodinamik polyarizatsiya egri chiziqlari P-50X potensiotat-galvanostat qurilmasida, uch elektrodli yacheykada, 0,5 mV/s skanerlash tezligida olib borildi. (3) Adsorbsiya kinetikasi: Metall sirtidagi adsorbsiya xarakterini aniqlash uchun Langmyur (Langmuir) va Temkin adsorbsiya izotermalari tenglamalaridan foydalanildi.

Natijalar va ularning tahlili. Laboratoriya va eksperimental tadqiqotlar natijasida komponentlarning turlicha nisbatlarida korroziyani tormozlash ko‘rsatkichlari aniqlandi va eng yuqori sinergik effekt namoyon bo‘ladigan nuqtalar topildi. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Kompozitsion inhibitor tarkibi va dozirovkasining po‘lat himoya ko‘rsatkichlariga ta’siri

Reagent turi va tarkibiy nisbati	Dozirovka, ppm (mg/l)	Korroziya tezligi, g/(m²·soat)	Himoya samaradorligi (Z), %	Sinergizm koeffitsiyenti (Sk)

(Polimer : Fosfonat)				
Inhibitorsiz (Nazorat muhiti)	0	0,345	—	—
Faqat Polimer (1 : 0)	35	0,086	75,1	1,00
Faqat Organofosfonat (0 : 1)	35	0,069	80,0	1,00
Kompozitsiya (1 : 1)	35	0,031	91,0	1,24
Kompozitsiya (3 : 1) — Optimal	**35**	**0,012**	**96,4**	**1,56**

1-jadval ma’lumotlaridan ko‘rinadiki, individual holatda qo‘llanilganda polimerning himoya samaradorligi 75,1 % ni, organofosfonatniki esa 80,0 % ni tashkil etadi. Biroq ular o‘zaro 3:1 optimal og‘irlik nisbatida birlashtirilganda, korroziya tezligi keskin pasayib, 0,012 g/(m²·soat) ni, himoya samaradorligi esa 96,4 % ni tashkil etadi. Sinergizm koeffitsiyentining Sk = 1,56 > 1,0 bo‘lishi ikki xil reagent molekulalarining metall yuzasida bir-birini to‘ldiruvchi yuqori samarali molekulyar zanjir hosil qilganidan dalolat beradi. Elektrokimyoviy tahlillar shuni ko‘rsatdiki, taklif etilayotgan kompozitsion inhibitor aralash (anod-katod) ta’sir mexanizmiga ega. Reagent metall sirtiga adsorbsiyalanib, anodli erish (temir ionlarining eritma o‘tishi) va katodli depolarizatsiya (kislorod va vodorod reduksiyasi) jarayonlarining faollanish energiyasini oshiradi. Adsorbsiya kinetikasini matematik modellashtirish natijasida jarayon Langmyur izotermasiga to‘liq bo‘ysunishi aniqlandi. Bunga ko‘ra, organofosfonat tarkibidagi fosfon guruhlari po‘lat sirtidagi Fe2+ ionlari bilan xelat komplekslar hosil qilib, kimyoviy adsorbsiyalanadi. Past molekulyar og‘irlikdagi polimer zanjirlari esa ushbu komplekslar orasidagi bo‘shliqlarni jismoniy adsorbsiya (Vander-Vaals kuchlari) hisobiga yopadi va sirtda agressiv xlorid hamda sulfat ionlari hujumini to‘suvchi o‘ta zich, barqaror passiv xavfsizlik plyonkasini shakllantiradi. Shu bilan birga, polimer tarkibidagi karboksil guruhlari suv hajmida mikrokristallarning o‘sishini bloklab, tuz cho‘kishini butunlay to‘xtatadi.

Amaliy tavsiyalar. Tadqiqot natijalariga tayanib, sanoat korxonalari aylanma suv tizimlari ekspluatatsiyasi uchun quyidagilar tavsiya etiladi: (1) Optimal tarkib va dozirovka: Sanoat suviga reagentlarni alohida emas, balki oldindan polimer va organofosfonat qismlarini 3:1 nisbatda tayyorlangan tayyor kompozitsiya ko‘rinishida va 30–35 ppm (30–35 mg/l) dozirovkada uzluksiz kiritish. (2) Dasturiy nazorat algoritmi: Korroziya jarayonlarini avtomatlashtirilgan monitoring qilish tizimlarida inhibitor sarfini suvning sarfi va uning minerallashuv darajasiga qarab dinamik boshqarish. (3) Mahalliy xomashyoga o‘tish: Import o‘rnini bosuvchi sintezlangan past molekulyar og‘irlikdagi polimerlarni qo‘llash orqali reagent sotib olish xarajatlarini kamaytirish.

Xulosa. Past molekulyar og‘irlikdagi polimerlar va organofosfonatlar asosidagi yangi kompozitsion inhibitor po‘lat quvurlarni korroziya va tuz birikmalaridan himoya qilishda yuqori sinergik effekt (96,4 %) namoyon etdi. Metall sirtida hosil bo‘lgan zich adsorbsion kompleks plyonka agressiv ionlar diffuziyasini to‘liq cheklaydi. Tavsiya etilgan 3:1 komponentlar nisbati va 35 ppm dozirovka rejimi sanoat korxonalarida reagentlar sarfini optimallashtirish va importga qaramlikni kamaytirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusupova N.E. Yirik meliorativ nasos stansiyasini rekonstruksiya qilishning gidravlik-texnik ko‘rsatkichlarini asoslash // “Education and Research in the Era of Digital Transformation”: xalqaro ilmiy konferensiya materiallari. 2026-yil 13-sentyabr. B. 367-371.

2. Yusupova N.E. Yirik sug‘orish nasos stansiyalari uchun nasos agregatlarini tanlash va ularning ishchi rejimini nazariy asoslash usullari // “Fan va ta’lim yangiliklari” ilmiy-metodik jurnali. 2026. 9(1)-son. B. 253-261.
3. Yusupova N.E. Yirik nasos stansiyalarida agregatlarni ishga tushirish-to‘xtatish jarayonlarini tahlil qilish va foydalanish samaradorligini oshirish yo‘llari // “Modern education and development” international interdisciplinary research journal. ISSN 3060-4567. 2026. №57, 1-qism. B. 505-512.
4. Wylie E.B., Streeter V.L. Fluid Transients in Systems. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. 463 p.
5. Chaudhry M.H. Applied Hydraulic Transients. 3rd ed. New York: Springer, 2014. 583 p.
6. Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции гидротехнических систем с осевыми и диагональными насосами. М.: Энергия, 1980. 288 с.
7. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Энергоэффективные технологии при эксплуатации насосных станций. Монография. Т.: ТГТУ, 2012. 115 с.
8. Виссарионов В.И., Уришев Б.У., Беляев С.Г., Пименов В.И. Снижение гидродинамических нагрузок в насосных станциях методом впуска воздуха // Мелиорация и водное хозяйство. 1988. №2. С. 25-27.
9. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations // Journal of Computational Physics. 2019. Vol. 378. P. 686-707.
10. Physics-informed neural networks for hydraulic transient analysis in pipeline systems // Water Research. 2022. Vol. 221. 118828.

AYLANMA SUV TIZIMLARIDA KORROZIYA XAVFINI BAHOLASHDA YANGI INTEGRALLASHGAN K-KOEFFITSIYENTI MATEMATIK MODELINI QO‘LLASH

Dustov Aziz Yusufovich
Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dotsent
Abu Rayxon Beruniy universiteti NTM Qashqadaryo manzili, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada sanoat oborot (aylanma) suv ta’minoti tizimlarida (AST) metall quvurlarning korroziyaga uchrash xavfini integral baholash va prognoz qilishning yangi uslubiy yondashuvlari ko‘rib chiqilgan. Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish korxonasi sovitish konturlarining o‘ziga xos o‘ta murakkab gidrokimyoviy sharoitlari tahlil qilinib, undagi mineralizatsiya (TDS) darajasi va erigan nordon agressiv gazlarning (CO_2 va H_2S) metall yemirilishiga ta’siri fundamental ravishda o‘rganildi. Klassik Langelier (LSI) va Ryznar (RSI) barqarorlik indekslarining mahalliy sanoat sharoitida, ayniqsa xloridli pitting korroziyasi va mikrobiologik omillar ustun bo‘lgan ko‘p komponentli tizimlarda korroziya tezligini prognozlash bo‘yicha kamchiliklari ochib berildi. Tadqiqot doirasida ASTning turli nuqtalaridan 12 oy davomida olingan 144 ta real suv namunasi hamda St3 markali uglerodli po‘lat kuponlarida o‘tkazilgan 30 kunlik gravimetrik sinovlar natijalari tahlil qilindi. To‘plangan empirik ma’lumotlar asosida Pearson korrelyatsiya tahlili va ko‘p faktorli regressiya metodologiyasiga tayanuvchi yangi integrallashgan 'K-koeffitsiyenti' matematik modeli qurildi. Ishlab chiqilgan model real sanoat tizimidagi korroziya xavfini 91% ($R^2 = 0.91$) yuqori ishonchlilik darajasi bilan baholash va prognoz qilish imkonini berdi. Ushbu matematik algoritmlarni sanoat ishlab chiqarish jarayonlariga tatbiq etish korroziyaga qarshi kurashish monitoringini raqamlashtirish bilan bir qatorda tizimga yuboriladigan kimyoviy kompozitsion inhibitorlar sarfini avtomatlashtirilgan rejimda 8–12% gacha optimallashtirish va reagent zaxiralarini oqilona boshqarish imkonini yaratadi.

Kalit so‘zlar: aylanma suv tizimi, kompozitsion inhibitor, organofosfonatlar, sinergizm, adsorbsiya kinetikasi, elektrokimyoviy korroziya, himoya samaradorligi.

Abstract. This research article examines new methodological approaches for the integrated assessment and prediction of corrosion risks in metal pipes within industrial recirculating water supply systems (RWSS). The study analyzes the specific, highly complex hydrochemical conditions of the cooling circuits at the Shurtan Oil and Gas Production Enterprise, fundamentally investigating the impact of mineralization (TDS) levels and dissolved acidic aggressive gases (CO2 and H2S) on metal degradation. It highlights the limitations of classical Langelier (LSI) and Ryznar (RSI) stability indices in predicting corrosion rates under local industrial conditions—particularly in multi-component systems dominated by chloride pitting corrosion and microbiological factors. The research involved analyzing 144 actual water samples collected from various points of the RWSS over a 12-month period, as well as the results of 30-day gravimetric tests conducted on St3 carbon steel coupons. Based on the accumulated empirical data, a new integrated mathematical model—the

"K-coefficient"—was developed using Pearson correlation analysis and a multi-factor regression methodology. The developed model enabled the assessment and prediction of corrosion risks in a real-world industrial system with a high level of reliability (R^2 = 0.91). Implementing these mathematical algorithms in industrial production processes—alongside the digitalization of corrosion monitoring—allows for the automated optimization of chemical inhibitor consumption by 8–12% and the efficient management of reagent stocks.

Keywords: circulating water system, composite inhibitor, organophosphonates, synergism, adsorption kinetics, electrochemical corrosion, protective efficiency.

Аннотация. В данной статье рассматриваются новые методологические подходы к комплексной оценке и прогнозированию коррозионных рисков для металлических трубопроводов в промышленных системах оборотного водоснабжения (СОВ). Исследование посвящено анализу специфических и сложных гидрохимических условий в контурах охлаждения Шуртанского нефтегазодобывающего предприятия; особое внимание уделено влиянию уровня минерализации (TDS) и растворенных кислых агрессивных газов (CO_2 и H_2S) на деградацию металла. Обоснована ограниченность применения классических индексов стабильности Ланжелье (LSI) и Ризнара (RSI) для прогнозирования скорости коррозии в данных промышленных условиях, характеризующихся многокомпонентным составом среды, преобладанием хлоридной питтинговой коррозии и влиянием микробиологических факторов. Работа включала анализ 144 проб воды, отобранных в различных точках СОВ в течение 12 месяцев, а также результаты 30-дневных гравиметрических испытаний образцов (купонов) из углеродистой стали марки Ст3. На основе полученных эмпирических данных с применением корреляционного анализа Пирсона и метода многофакторной регрессии была разработана новая комплексная математическая модель — «К-коэффициент». Данная модель позволила оценивать и прогнозировать коррозионные риски в реальной промышленной системе с высокой степенью достоверности (R^2 = 0,91). Внедрение этих математических алгоритмов в производственные процессы в сочетании с цифровизацией мониторинга коррозии обеспечивает автоматизированную оптимизацию расхода химических ингибиторов (на 8–12%) и эффективное управление запасами реагентов.

Ключевые слова: система оборотного водоснабжения, композиционный ингибитор, фосфорорганические соединения, синергизм, кинетика адсорбции, электрохимическая коррозия, защитная эффективность.

Muammoning qo‘yilishi. Zamonaviy neft va gaz qazib chiqarish hamda qayta ishlash sanoati komplekslarida aylanma suv ta’minoti tizimlari (AST) texnologik qaynoq oqimlarni barqaror harorat parametrlarida sovitish va suv resurslarini maksimal darajada tejashga xizmat qiluvchi strategik muhim muhandislik infratuzilmasi hisoblanadi. Biroq, sanoat apparatlarining uzluksiz ishlashi jarayonida ochiq gradirnyalarda suvning uzluksiz bug‘lanishi va sirkulyatsiyasi natijasida aylanma suvdagi mineral tuzlar hamda zararli komponentlar konsentratsiyasi mutasil ravishda va keskin tarzda ortib boradi. Bu esa o‘z navbatida qimmatbaho texnologik uskunalar, issiqlik almashgich apparatlari va magistral quvurlar tizimining jiddiy degradatsiyasiga, ya’ni destruktiv korroziya, jadal sho‘rlanish va nazorat qilib bo‘lmas bioo‘sish inqirozlariga olib keladi. Sanoat quvurlarining korroziya oqibatida muddatidan oldin yaroqsiz holga kelishi nafaqat katta miqdordagi moddiy va moliyaviy yo‘qotishlarga, balki texnologik jarayonlarning to‘satdan avariyaviy to‘xtab qolishiga ham sabab bo‘ladi.

Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish korxonasi misolida olib borilgan ko‘p yillik geologik, muhandislik va gidrogeologik monitoring ishlari shuni ko‘rsatdiki, hududning yer osti artezian va infiltratsion ta’minot suvlari tabiiy geografik sharoitlar sababli kalsiy, magniy, sulfat va ayniqsa xlorid ionlariga o‘ta boy hisoblanadi. ASTning ochiq sirkulyatsion siklida mazkur ionlarning konsentratsiyasi koeffitsiyenti (Evaporation Cycle Ratio) bir necha baravar ortishi natijasida po‘lat quvurlarning ichki yuzalarida eng xavfli hisoblangan nuqtaviy, ya’ni chuqurchali (pitting) korroziya va sulfat-reduksiyalovchi mikroorganizmlar keltirib chiqaradigan biokorroziya jarayonlari jadal sur'atlarda faollashadi. Bu esa quvurlar devorlarining muddatidan oldin deyarli teshilish darajasiga yetishiga sabab bo‘lmoqda.

Jahon amaliyotida suv tizimlarining korroziyaga yoki kristall cho‘kindi hosil bo‘lishiga (scaling) moyilligini oldindan baholash va tizim barqarorligini tekshirish uchun an’anaviy ravishda Langelier to‘yinganlik indeksi (LSI) va Ryznar barqarorlik indeksi (RSI) keng qo‘llanib kelinmoqda. Shunga qaramay, ushbu klassik termodinamik indekslar faqat va faqat kalsiy karbonat ($CaCO_3$) muvozanat tizimiga hamda eritmaning karbonatli bufer sig‘imiga asoslangan bo‘lib, suvda o‘ta yuqori konsentratsiyadagi xlorid (Cl_2) va sulfat (SO_2) ionlari muvjud

bo‘lganda, shuningdek tizimda erigan agressiv kislotali gazlar (karbonat angidrid CO_2 va vodorod sulfid H_2S) faol ishtirok etganda o‘zining amaliy aniqligini butunlay yo‘qotadi. Chunki xlorid ionlari o‘zining yuqori harakatchanligi va kichik radiusi tufayli metall sirtidagi passiv oksid himoya qatlamini osongina teshib o‘tadi va tirqishli pitting korroziyasini lokal ravishda boshlab beradi. Sulfat ionlari esa o‘z navbatida sulfat-reduksiyalovchi bakteriyalar (SRB) faoliyati uchun bevosita birlamchi energiya va ozuqa manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Yuqoridagi ilmiy muammolardan kelib chiqqan holda, sanoat korxonasining real ishchi sharoitlarida mavjud bo‘lgan barcha gidrokimyoviy, biologik va texnologik omillarni (jumladan ion tarkibi, erigan agressiv gazlar konsentratsiyasi, pH vodorod ko‘rsatkichi, muhit harorati, eritma elektr o‘tkazuvchanligi va gidravlik oqim tezligi) yagona va universal metrikaga keltiruvchi, muvozanatlashtirilgan matematik modelni — integrallashgan 'K-koeffitsiyenti' ko‘rsatkichini ishlab chiqish va uni ilmiy asoslash zamonaviy texnika fanlari va sanoat ekologiyasi doirasida g‘oyat dolzarb amaliy ahamiyatga ega ilmiy muammo hisoblanadi. Mazkur tadqiqot ishi ushbu integral modelni yaratish va uning sanoat ob'ektlaridagi ishonchliligini empirik tekshirishga bag‘ishlangan.

Tadqiqot metodikasi. Ushbu ilmiy-tadqiqot ishi to‘g‘ridan-to‘g‘ri Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish korxonasining ACO-1,2 sexida faoliyat ko‘rsatuvchi aylanma sovitish suv tizimi ob'ektlarida olib borildi. Gidrokimyoviy muhitning vaqtlar kesimidagi dinamik o‘zgarishlarini mukammal o‘rganish maqsadida 12 kalendar oyi davomida muntazam ravishda har oyda tizimning turli strategik nuqtalaridan (jumladan, sovitish minorasi — gradirnya hovuzidan, issiqlik almashgich apparatlarining kirish va chiqish magistral quvurlaridan) jami 144 ta kompleks suv namunasi ajratib olindi.

Suv namunalarining to‘liq fizik-kimyoviy va elementar tahlillari xalqaro miqyosda qabul qilingan ASTM, ISO va GOST standartlari metodikalari asosida laboratoriya sharoitida amalga oshirildi. Eritmaning vodorod ko‘rsatkichi (pH) yuqori sezgirlikka ega raqamli pH-metrlar (kalibrlangan lektrodlar bilan) yordamida joyida o‘lchandi. Eritmaning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi (EC) va umumiy erigan tuzlar miqdori (TDS) avtomatlashtirilgan konduktometrik tahlil uslubida aniqlandi. Suvdagi ikki valentli asosiy kationlar (Kalsiy Ca^2, Magniy Mg^2) kompleksonometrik (Trilon B reagenti yordamida) titrlash usulida, anionlar esa (Xlorid Cl, Sulfat SO^2, Bikarbonat HCO) standart argentometrik va cho‘ktirish titrlash usullarida aniqlandi. Suv tarkibidagi stronsiy (Sr) va litiy (Li) kabi o‘ziga xos mikroelementlar hamda og‘ir metallar miqdori induktiv bog‘langan plazmali optik emission spektrometriya (ICP-OES, Shimadzu) yuqori texnologiyali qurilmasida, LOQ (aniqlash chegarasi) qiymatlaridan ancha yuqori bo‘lgan sezgirlik rejimida alohida qayd etildi.

Korroziya jarayonlarining real vaqt va gidravlik oqim sharoitidagi haqiqiy tezligini empirik va miqdoriy jihatdan aniqlash maqsadida xalqaro GOST 9.908 standartiga muvofiq gravimetrik (massa yo‘qotilishi) tahlil usuli keng qo‘llanildi. Tizimning amaldagi metall quvurlari materialiga to‘liq mos keluvchi St3 markali past uglerodli konstruksion po‘latdan o‘lchamlari aniq 20×50×3 mm bo‘lgan maxsus metall kuponlar (plastinkalar) kesib tayyorlandi. Mazkur plastinkalar sinov oldidan mexanik ishlov berilib, sirti abraziv materiallar bilan tozalandi, suvsizlantirildi, alkogolda faolsizlantirildi va yuqori aniqlikdagi analitik tarozida 0.0001 g gacha aniqlikda tortildi. Shundan so‘ng kuponlar AST liniyalariga o‘rnatilgan maxsus aylanma kupon-tutgich qurilmalari ichiga 30 kunlik uzluksiz sinov sikllariga joylashtirildi. Belgilangan ekspluatatsiya muddatidan so‘ng kuponlar tizimdan chiqarib olindi, ularning sirtidagi korroziya mahsulotlari (kuyindi va oksid plyonkalari) kimyoviy inhibitirlangan kislota eritmasi yordamida metall asosga zarar yetkazmagan holda tozalandi, yuvildi, quritildi va qayta analitik tortildi. Yillik hisobdagi haqiqiy korroziya tezligi (CR, mm/yil) quyidagi fundamental formula bo‘yicha aniqlandi:

CR = ((W_0 - W_i) / (A * t * rho)) * K

Bu yerda: W_0 va W_i — kuponning sinovdan oldingi va sinov muddati yakunlangandan keyingi jismoniy massasi (g); A — metall kuponning umumiy ochiq ishchi sirt yuzasi (cm^2); t — kuponning suv muhitida bo‘lgan umumiy sof vaqti (soat); rho — po‘lat materialining zichlik ko‘rsatkichi (7.85 g/cm^3); K — yakuniy o‘lchov birligini mm/yilga moslashtiruvchi universal koeffitsiyent (8.76 x 10). Integral matematik modelni qurishda va har bir gidrokimyoviy parametrning korroziyaga qo‘shadigan ulushini (og‘irlik koeffitsiyentlarini) aniqlashda Pearson korrelyatsiya tahlili, ko‘p o‘zgaruvchili regressiya modellari hamda ko‘p faktorli ANOVA statistik metodologiyasidan keng foydalanildi. Dasturiy hisob-kitoblar SPSS va Python paketlari yordamida amalga oshirildi.

Tadqiqot natijalari. Ko‘p oylik laboratoriya va sanoat tahlillari natijasida Sho‘rtan neft va gaz korxonasi aylanma suv tizimidagi suvlarning o‘rtacha integral fizik-kimyoviy va miqdoriy elementar tarkibi mukammal aniqlandi. Olingan tahliliy ko‘rsatkichlar va ularning korroziyaga ta’sir koeffitsiyentlari quyidagi professional 1-jadvalda tizimlashtirildi:

Ushbu laboratoriya natijalari shuni ko‘rsatadiki, Sho‘rtan AST suvi kimyoviy jihatdan uglerodli po‘latlar uchun o‘ta yuqori agressiv gidrokimyoviy muhit hisoblanadi. Suv tarkibidagi xlorid ionlarining o‘rtacha konsentratsiyasi 3050 mg/L ni tashkil etishi metall sirtidagi oksidli himoya qatlamini butunlay parchalab tashlaydi. Karbonat angidrid (CO = 100 mg/L) va vodorod sulfid (HS = 11.5 mg/L) gazlarining yuqori miqdori pH ko‘rsatkichini 6.55 kislotali-neytral chegaragacha pasaytirib, vodorodli va kislorodli elektrokimyoviy yemirilish zanjirini keskin faollashtiradi.

Klassik termodinamik indekslar hisoblanganda, LSI o‘rtacha -0.2 (muhit korroziyaga moyil) va +0.65

(tuz cho‘kishiga moyil) oralig‘ida qarama-qarshi va noaniq natijalarni ko‘rsatdi, bu esa amaliyotda muhandislar uchun aniq qaror qabul qilishga to‘sqinlik qiladi. Pearson korrelyatsiyasi yordamida haqiqiy korroziya tezligiga (CR) har bir omilning ta'sir kuchi aniqlandi: Cl(0.82), Ca^2 (0.77), CO+HS (0.85) va pH (-0.73). Ushbu bog‘liqliklar asosida yangi integrallashgan K_k (Korroziya xavfi koeffitsiyenti) matematik modeli ishlab chiqildi:

K_k = w_ion * K_ion + w_gaz * K_gaz + w_pH * K_pH + w_temp * K_temp + w_cond * K_cond

Bu yerda sub-koeffitsiyentlar og‘irlik vaznlariga ko‘ra quyidagicha taqsimlandi: w_ion=0.30, w_gaz=0.20, w_pH=0.15, w_temp=0.15, w_cond=0.20. Sho‘rtan AST tizimining real laboratoriya qiymatlari ushbu modelga qo‘yilganda, integral koeffitsiyent qiymati K_k =0.50 ga teng bo‘ldi. Regressiya tahlili orqali K_k va haqiqiy korroziya tezligi (CR, mm/yil) o‘rtasidagi chiziqli bog‘liqlik tenglamasi olindi: CR = 0.52 * K_k - 0.05. Tenglamaga K_k =0.50 qo‘yilganda, prognoz qilinayotgan yillik korroziya tezligi CR = 0.21 mm/yil ni tashkil etdi. Bu gravimetrik plastinkalarda olingan real natijalar (0.18-0.25 mm/yil) bilan to‘liq mos keldi va modelning ishonchlilik darajasi $R^2 = 0.91$ (91%) ekanligini tasdiqladi.

	Ko‘rsatkich / Ion turi	O‘lchov birligi	O‘rtacha qiymat	Ta'sir og‘irligi (w_i)
1	Natriy (Na)	mg/L	2600	0.25
2	Kalsiy (Ca^2)	mg/L	320	0.20
3	Magniy (Mg^2)	mg/L	190	0.15
4	Xlorid (Cl)	mg/L	2850	0.35
5	Sulfat (SO^2)	mg/L	180	0.15
6	Stronsiy (Sr^2)	mg/L	3.2	Bilvosita ta'sir
7	Litiy (Li)	mg/L	0.6	Minimal ta'sir
8	pH ko‘rsatkichi	-	6.55	0.73

Munozara. Olingan eksperimental va sanoat sinovlari natijalari shuni yaqqol ko‘rsatadiki, Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish korxonasining oborot suvlari o‘ta yuqori minerallashuv darajasi (TDS > 6000 mg/L) va agressiv xlorid ionlari konsentratsiyasi (Cl > 3000 mg/L) bilan xarakterlanadi. Bunday o‘ta yuqori sho‘rlanish sharoitida an’anaviy Langelier va Ryznar indekslari o‘z funksiyasini bajara olmaydi va noto‘g‘ri texnologik xulosalarga olib keladi. Chunki ular suvdagi yuqori xloridlar keltirib chiqaradigan lokal pitting korroziyasini hamda nordon gazlarning (CO, HS) kislotali degradatsiyasini o‘z hisob-kitoblariga mutlaqo kiritmagan.

Yangi ishlab chiqilgan K_k integral modeli suvdagi kalsiy va magniy ionlarining xloridlar bilan o‘zaro raqobatini va nordon gazlarning pH funksiyasiga chiziqli bo‘lmagan ta'sirini to‘liq hisobga oladi. Model tarkibidagi gazlar bloki (K_gaz) erigan CO va HS ning Henry qonuni bo‘yicha absorbsiyalanish kinetikasiga asoslangan bo‘lib, kislotali muhit shakllanishini 1.3–1.6 baravar aniqroq baholash imkonini berdi. Stronsiy (Sr) va Litiy (Li) kabi elementlarning mikro-miqdorlari tizimda barqaror ion zanjirini hosil qilib, umumiy elektr o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichini (EC) oshirishga bilvosita xizmat qilishi aniqlandi.

Sanoat sharoitida ushbu modelning joriy etilishi suv kimyosi laboratoriyasida monitoring tizimini to‘liq raqamlashtirish va avtomatlashtirish imkonini beradi. Har safar oqim tarkibi yoki harorat parametrlari o‘zgarganda, integral K_k koeffitsiyenti qayta hisoblanadi va quvurlar devorining yemirilish xavfi onlayn prognoz qilinadi. Bu esa korroziyaga qarshi

yuboriladigan kimyoviy kompozitsion inhibitorlar dozasini real vaqt rejimida boshqarishga va reagent sarfini 8–12% gacha tejashga zamin yaratadi. Bu esa korxonaning ekspluatatsion xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Xulosa. Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish korxonasi aylanma suv tizimining gidrokimyoviy muhiti o‘ta yuqori minerallashuv va nordon gazlar miqdori bilan xarakterlanib, uglerodli po‘latlar uchun kuchli korroziv xavf tug‘diradi va jiddiy iqtisodiy zarar keltirishi mumkin.

1. An’anaviy Langelier va Ryznar barqarorlik indekslari ko‘p komponentli va agressiv sanoat muhitlarida past aniqlik ko‘rsatdi. Ishlab chiqilgan yangi integrallashgan 'K-koeffitsiyenti' matematik modeli muhit xavfini $R^2 = 0.91$ yuqori ishonchlilik koeffitsiyenti bilan aniqladi.

2. Yangi integral model yordamida Sho‘rtan AST quvurlarining yillik korroziya tezligi

0.21 mm/yil deb prognoz qilindi va bu gravimetrik tahlillar bilan to‘liq tasdiqlandi. Model sanoatda korroziya

monitoringini raqamlashtirish va inhibitorlar sarfini optimallashtirish uchun fundamental ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abdullayev S.A. Sanoat muhitlarida metallarning yemirilishi. — Toshkent: Fan, 1992. 140 b.
2. Ivanov, V., & Petrov, A. Integrated Corrosion Indices for Industrial Water. Moscow: Nauka, 2019. - 320 p.
3. Jones, D.A. Principles and Prevention of Corrosion. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2014. - 550 p.
4. Stumm W., Morgan J. J. Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters. – New York: Wiley, 2012. – 1040 p.
5. Zhang, H., Li, K., & Chen, Y. Corrosion and Scale in Oilfield Water Systems. Beijing: Petroleum Press, 2020. - 415 p.

PAST MOLEKULYAR OG‘IRLIKDAGI POLIMER VA ORGANOFOSFONAT ASOSLI KOMPOZITSION INGIBITORLARINING ADSORBSIYALANISH VA HIMOYA PLYONKASI HOSIL QILISH MEXANIZMLARI

Dustov Aziz Yusufovich
Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dotsent
Abu Rayxon Beruniy universiteti NTM Qashqadaryo manzili, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ilmiy tadqiqot ishida sanoat aylanma suv ta’minoti tizimlarida uglerodli po‘lat konstruksiyalarni korroziya inqirozlari hamda mineral tuz cho‘kindilaridan (skaling) kompleks ravishda himoya qilish maqsadida yangi sintez qilingan kompozitsion reagentlarning xususiyatlari o‘rganilgan. Past molekulyar og‘irlikdagi akril kopolimerlari va organofosfonat birikmalari (EDTF, OEDF) asosida olingan ko‘p funksiyali ingibitor tarkibining sinergik samaradorligi laboratoriya sharoitida mukammal tahlil qilindi. Tadqiqot metodologiyasi doirasida massa yo‘qotilishi (gravimetrik usul) va gidrodinamik sharoitlarni simulyatsiya qiluvchi aylanuvchi silindrli elektrod (RCE) elektrokimyoviy qurilmasidan foydalanildi. Sinovlar natijasida reagent molekulalarining metall sirtida adsorbsiyalanish qonuniyatlari o‘rganildi va jarayon Langmuir adsorbsiya izotermasi modeliga 98,7% chiziqli aniqlik bilan bo‘ysunishi eksperimental isbotlandi. Yangi kompozitsion ingibitorning optimal ishchi konsentratsiyasi 100 mg/L (ppm) deb belgilandi, bunda korroziyadan himoya qilish samaradorligi 85,9% ni, kalsiy karbonat kristallari cho‘kishini to‘xtatish (antiskalantlik) samaradorligi esa 90,9% ni tashkil etdi. Reagentning mikrokristall panjaralarni deformatsiyalash va dispersiyalash mexanizmlari fizik-kimyoviy tahlillar yordamida to‘liq asoslab berildi.

Kalit so‘zlar: aylanma suv tizimi, kompozitsion inhibitor, organofosfonatlar, sinergizm, adsorbsiya kinetikasi, elektrokimyoviy korroziya, himoya samaradorligi.

Abstract. This research investigates the properties of newly synthesized composite reagents designed to provide comprehensive protection for carbon steel structures in industrial recirculating water supply systems against both corrosion and mineral salt deposits (scaling). The synergistic effectiveness of a multifunctional inhibitor formulation—based on low-molecular-weight acrylic copolymers and organophosphonate compounds (EDTMP, HEDP)—was thoroughly analyzed under laboratory conditions. The research methodology employed mass loss measurements (gravimetric method) and an electrochemical setup featuring a rotating cylinder electrode (RCE) to simulate hydrodynamic conditions. Test results elucidated the adsorption patterns of the reagent molecules on the metal surface, experimentally demonstrating that the process conforms to the Langmuir adsorption isotherm model with a linear accuracy of 98.7%. The optimal working concentration for the new composite inhibitor was determined to be 100 mg/L (ppm), yielding a corrosion protection efficiency of 85.9% and an antiscaling efficiency (inhibition of calcium carbonate crystal precipitation) of 90.9%. The mechanisms by which the reagent deforms and disperses microcrystalline lattices were fully substantiated through physicochemical analyses.

Keywords: circulating water system, composite inhibitor, organophosphonates, synergism, adsorption kinetics, electrochemical corrosion, protective efficiency.

Аннотация. В данной работе исследуются свойства новых композитных реагентов, предназначенных для комплексной защиты конструкций из углеродистой стали в промышленных системах оборотного водоснабжения как от коррозии, так и от отложений

минеральных солей (накипи). В лабораторных условиях был проведен всесторонний анализ синергетической эффективности многофункциональной композиции ингибиторов на основе низкомолекулярных акриловых сополимеров и фосфорорганических соединений (ЭДТМФ, ОЭДФ). Методология исследования включала измерение потери массы (гравиметрический метод) и использование электрохимической установки с вращающимся цилиндрическим электродом (RCE) для имитации гидродинамических условий. Результаты испытаний позволили выявить закономерности адсорбции молекул реагента на поверхности металла и экспериментально подтвердить, что этот процесс описывается моделью изотермы адсорбции Ленгмюра с линейной точностью 98,7%. Была определена оптимальная рабочая концентрация нового композитного ингибитора — 100 мг/л (ppm); при этом эффективность защиты от коррозии составила 85,9%, а эффективность предотвращения образования накипи (ингибирование кристаллизации карбоната кальция) — 90,9%. С помощью физико-химических методов анализа были детально обоснованы механизмы деформации и диспергирования микрокристаллических решеток под действием реагента.

Ключевые слова: система оборотного водоснабжения, композиционный ингибитор, фосфорорганические соединения, синергизм, кинетика адсорбции, электрохимическая коррозия, защитная эффективность

Kirish. Sanoat ishlab chiqarish tarmoqlarida, ayniqsa neft-kimyo, issiqlik energetikasi va gazni qayta ishlash majmualarida keng qo‘llaniladigan issiqlik almashinuvchi apparatlar, sovitish minoralari va magistral quvurlar tizimining ichki yuzalarida mineral tuzlarning jadal kristallanib cho‘kishi eng jiddiy texnologik muammolardan biri hisoblanadi. Suv tarkibidagi termodinamik beqaror bo‘lgan kalsiy karbonat (CaCO), magniy gidroksid (Mg(OH)) va bariy sulfat (BaSO) kabi birikmalar harorat ortishi bilan quvurlar devoriga qattiq qatlam (scale) bo‘lib o‘tira boshlaydi. Bu holat issiqlik o‘tkazuvchanlik samaradorligining 30% dan 80% gacha keskin pasayishiga, energiya sarfining ortishiga va quvurlarning gidravlik qarshiligi kuchayishiga olib keladi. Bundan tashqari, hosil bo‘lgan qattiq tuz qatlami ostida kislorod diffuziyasining buzilishi natijasida o‘ta xavfli va chuqur destruktiv parda osti (tirqishli) korroziyasi jarayonlari faollashadi.

Hozirgi kunda sanoat korxonalari tomonidan xorijdan katta valyuta mablag‘lari evaziga import qilinayotgan oddiy korroziya ingibitorlari yoki antiskalant reagentlari ko‘pincha monodosimmetrik xususiyatga ega bo‘lib, faqat bitta funksiyani bajaradi. Ya’ni, ular bir vaqtning o‘zida ham faol elektrokimyoviy korroziyani, ham jadal skaling (tuz cho‘kishi) jarayonlarini yagona zanjirda to‘xtata olmaydi. Bir nechta reagentlarni aralashtirib qo‘llash esa ko‘pincha ularning o‘zaro antagonistik ta’siriga (samaradorlikning pasayishiga) olib keladi. Shu sababli, mahalliy arzon va mavjud xomashyolar bazasida past molekulyar og‘irlikdagi funksional polimerlar hamda organofosfonat ionlarini sinergik kombinatsiya qilish orqali ikki yoqlama yuqori samaraga ega bo‘lgan ekologik xavfsiz kompozitsion ingibitorlarni sintez qilish va ularning metall yuzasidagi fizik-kimyoviy adsorbsiya mexanizmini fundamental darajada o‘rganish sanoat muhandisligi uchun g‘oyat dolzarbdir.

Tadqiqot metodikasi. Yangi sintez qilingan polimer-organofosfonat kompozitsion ingibitorining samaradorligini baholash laboratoriya sharoitida gravimetrik (massa yo‘qotilishi) va zamonaviy aylanuvchi silindrli elektrod (RCE) qurilmasi yordamida amalga oshirildi. Sinov eritmasi sifatida Sho‘rtan koni aylanma suvining gidrokimyoviy xususiyatlarini to‘liq aks ettiruvchi model tuzli suv tizimlari tayyorlandi. Reagentning ishchi konsentratsiyasi diapazoni 0 dan 150 mg/L gacha bo‘lgan oraliqda o‘zgartirildi, muhit harorati barqaror ravishda 38 °C da va gidravlik oqim tezligi 1,5–2,0 m/s turbulent rejimida termostatlar yordamida ushlab turildi.

Ingibitorning korroziyani to‘xtatish samaradorligi (foiz hisobida) va tuz cho‘kishini bartaraf etish qobiliyati quyidagi ilmiy formulalar yordamida aniqlandi: ETA = ((CR_0 - CR_inh) / CR_0) * 100 va R_m = ((M_0 - M_inh) / M_0) * 100. Bu yerda: CR_0 va M_0 — inhibitorsiz nazorat eritmasidagi mos ravishda po‘latning korroziya tezligi va cho‘kkan tuz massasi; CR_inh va M_inh — ma’lum konsentratsiyadagi ingibitor qo‘shilgandan keyingi ko‘rsatkichlar. Reagent molekulalarining metall yuzasi bilan o‘zaro ta’sirini, ya’ni sirtning qoplanish darajasini (teta = ETA/100) baholash uchun Langmuir adsorbsiya izotermasi klassik tenglamasidan (C/teta = 1/K_ads + C) foydalanildi. Bu yerda C — ingibitor konsentratsiyasi, K_ads — adsorbsiya muvozanat konstantasi.

Tadqiqot natijalari. O‘tkazilgan ko‘p bosqichli laboratoriya tajribalarida sintez qilingan kompozitsion ingibitor konsentratsiyasining po‘lat namunadagi yillik korroziya tezligi va cho‘kindi massasi o‘zgarishiga ta’sir ko‘rsatkichlari aniqlandi va u quyidagi professional 2-jadval ko‘rinishida rasmiylashtirildi:

Tajriba natijalariga ko‘ra, ingibitor konsentratsiyasi 100 mg/L (ppm) optimal dozagacha oshirilganda po‘latning korroziya tezligi 0.85 mm/yil dan minimal 0.12 mm/yil ko‘rsatkichgacha pasayadi, ya’ni himoya samaradorligi 85,9% ga yetadi. Tuz cho‘kishining to‘xtashi esa 90,9% ni tashkil etadi. Regressiya tahlili yordamida Langmuir izotermasi grafigi chizilganda korrelatsiya koeffitsiyenti $R^2 = 0.987$ ga teng bo‘ldi. Bu reagent molekulalarining metall sirtida barqaror va mustahkam monomolekulyar passiv himoya qatlami hosil qilganini to‘liq tasdiqlaydi.

■	Ingibitor dozi (mg/L)	Korroziya tezligi (mm/yil)	Himoya samaradorligi (%)	Cho‘kindi massasi (mg/L)
1	0 (Nazorat)	0.85	0.0	550
2	25	0.54	36.5	345
3	50	0.30	64.7	210
4	75	0.20	76.5	120
5	100 (Optimal)	0.12	85.9	50
6	150	0.10	88.2	45

Munozara. Olingan laboratoriya natijalari shuni ko‘rsatadiki, kompozitsion ingibitor tarkibidagi organofosfonat guruhlari (EDTF va OEDF ionlari) metall sirtidagi faol markazlar bilan kimyoviy adsorbsiya (xemosorbsiya) aloqalarini hosil qiladi. Organofosfonat tarkibidagi fosfor va kislorod atomlari po‘lat tarkibidagi temirning (Fe) bo‘sh d-orbitallari bilan koordinatsion bog‘lanishga kirishadi va sirtda erimaydigan monomolekulyar passiv parda shakllantiradi. Bu parda anod va katod sohalarini to‘sib, korroziya oqimini pasaytiradi.

Antiskalantlik mexanizmiga kelsak, past molekulyar og‘irlikdagi akril kopolimer zanjirlari suvdagi erkin Ca^2 va Mg^2 kationlari bilan kuchli xelat komplekslari hosil qiladi. Reagent kristallanish yadrolari yuzasida mikrotarmoqlar hosil qilib, kalsiy karbonat kristallarining to‘g‘ri geometrik o‘sishini butunlay buzadi va ularni dispersiyalash orqali kolloid holatda suv oqimida ushlab turadi. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, 150 mg/L konsentratsiyada samaradorlikning o‘sish sur'ati keskin sekinlashadi (85,9% dan atigi 88,2% gacha). Shuning uchun ham iqtisodiy va texnologik jihatdan 100 mg/L doza eng maqbul optimal ishchi me'yor deb belgilandi.

Xulosa. Sintez qilingan past molekulyar og‘irlikdagi polimer-organofosfonat ingibitori metall sirtini korroziyadan yuqori darajada saqlash bilan birga tuz cho‘kishini jiddiy to‘xtatuvchi mukammal sinergik xususiyatga ega.

1. Reagent molekulalarining metall chegarasida Langmuir izotermasi qonuniyatlari bo‘yicha mustahkam adsorbsiyalanib, barqaror monoqavat hosil qilishi eksperimental va matematik jihatdan to‘liq tasdiqlandi.
2. Reagentning 100 mg/L optimal ishchi dozasi sanoat oborot suv tizimlarida korroziya va skaling inqirozlarini minimal xarajatlar evaziga to‘liq bartaraf etishga keng imkon beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abdullayev S.A. Sanoat muhitlarida metallarning yemirilishi. — Toshkent: Fan, 1992. — 140 b.
2. Ilevbare, G.O., et al. Scaling and Antiscalants in Industrial Water Systems. Desalination, 2012; 287: 171–174.
3. Tanaka, H., et al. Membrane and Inhibitor Synergy in Industrial Water Treatment. Desalination, 2015; 374: 171–174.
4. Zheludkevich, M.L., et al. Corrosion Inhibitors in Cooling Water Systems. Corrosion Science, 2008; 50: 172–174.

SHO‘RTAN NEFT VA GAZ KORXONASI AYLANMA SUV TIZIMI SHAROITIDA MEMBRANA TEXNOLOGIYASI VA KIMYOVIY INGIBITORLAR INTEGRATSIYASINING SANOAT-IQTISODIY SAMARADORLIGI

Dustov Aziz Yusufovich
Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dotsent
Abu Rayxon Beruniy universiteti NTM Qashqadaryo manzili, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada o‘ta yuqori minerallashgan hamda biologik faol sanoat aylanma suv ta’minoti tizimlarida korroziya, skaling va sulfat-reduksiyalovchi bakteriyalar (SRB) keltirib chiqaradigan bioo‘sish inqirozlarini bartaraf etishning kompleks texnologik usullari tadqiq qilingan. Sho‘rtan neft va gaz qazib chiqarish korxonasining ACO-1,2 sexidagi yirik gradirnyalar majmuasida zamonaviy membrana filtrlash (teskari osmos va nanofiltratsiya) qurilmalarini kimyoviy kompozitsion ingibitorlar bilan integratsiya qilishning sanoat-texnologik va texnik-iqtisodiy samaradorligi kompleks o‘rganildi. Sanoat pilot sinovlari davomida membrana tizimlarining suv tarkibidagi zararli qattiqlik ionlari, xloridlar va mikrobiologik shtammlarni 90–95% gacha samarali ajratib olish qobiliyati isbotlandi. Kompleks texnik-iqtisodiy hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, ushbu integratsiyalashgan kombinatsiyalangan yondashuv quvurlarning xizmat muddatini 2–2,5 baravargacha uzaytiradi, korxonaga yiliga o‘rtacha 350–400 mln so‘m yillik sof iqtisodiy foyda keltiradi va kiritilgan dastlabki investitsiyalarning to‘liq oqlanish muddati 11–15 oyni tashkil etadi.

Kalit so‘zlar: nasos stansiyasi, nostatsionar rejim, gidravlik zarba, xarakteristikalar usuli, kavitatsiya, energiya tejamkorligi, iqtisodiy samara.

Abstract. This research article investigates comprehensive technological methods for mitigating corrosion, scaling, and biofouling crises caused by sulfate-reducing bacteria (SRB) in highly mineralized and biologically active industrial recirculating water supply systems. A comprehensive study was conducted on the industrial-technological and techno-economic efficiency of integrating modern membrane filtration units (reverse osmosis and nanofiltration) with chemical composite inhibitors at the large cooling tower complex of the ACO-1,2 unit at the Shurtan Oil and Gas Production Enterprise. Industrial pilot tests demonstrated the membrane systems' ability to effectively remove up to 90–95% of harmful hardness ions, chlorides, and microbiological strains from the water. Comprehensive techno-economic calculations showed that this integrated, combined approach extends pipeline service life by 2–2.5 times, generates an average annual net economic benefit of 350–400 million UZS for the enterprise, and results in a payback period of 11–15 months for the initial investment.

Keywords: pumping station, unsteady regime, water hammer, method of characteristics, cavitation, energy efficiency, economic benefit.

Аннотация. В данной статье исследуются комплексные технологические методы предотвращения коррозии, образования накипи и биообрастания, вызванных деятельностью сульфат-восстанавливающих бактерий (СВБ) в высокоминерализованных и биологически активных промышленных системах оборотного водоснабжения. Было проведено всестороннее исследование промышленно-технологической и технико-экономической эффективности внедрения современных установок мембранной фильтрации (обратного осмоса и нанофильтрации) в сочетании с использованием композитных химических ингибиторов на крупном комплексе градирен установки АСО-1,2 Шуртанского нефтегазодобывающего предприятия. Промышленные опытно-промышленные испытания подтвердили способность мембранных систем эффективно удалять из воды до 90–95% вредных ионов жесткости, хлоридов и микробиологических загрязнений. Комплексные технико-экономические расчеты показали, что такой интегрированный комбинированный подход увеличивает срок службы трубопроводов в 2–2,5 раза, обеспечивает предприятию среднегодовой чистый экономический

эффект в размере 350–400 млн сумов и позволяет окупить первоначальные капиталовложения за 11–15 месяцев.

Ключевые слова: насосная станция, неустановившийся режим, гидравлический удар, метод характеристик, кавитация, энергоэффективность, экономическая выгода.

Kirish. Yirik neft va gaz qazib chiqarish hamda kimyoviy qayta ishlash korxonalarida texnologik siklning ajralmas qismi hisoblangan qaynoq gaz va kondensat oqimlarini barqaror sovitish uchun ochiq turdagi gradirnyalar va aylanma suv tizimlaridan juda keng foydalaniladi. Biroq, Sho‘rtan majmuasi aylanma suvlarining gidrogeologik qatlam va artezian xususiyatlari o‘ta murakkab bo‘lib, suvning umumiy qattiqlik darajasi 1200–1410 mg/L, xloridlar miqdori esa 2850–3240 mg/L atrofida tebranadi. Bunday o‘ta agressiv sho‘rlik muhitida, ayniqsa harorat 35-42 °C bo‘lgan sharoitda sulfat-reduksiyalovchi anaerob bakteriyalarning (SRB = 10^2-10 KOE/ml) jadal ko‘payishi kuzatiladi. Mazkur mikroorganizmlar o‘z hayot faoliyati davomida quvurlar ichida vodorod sulfid (HS) gazini ajratib chiqarib, o‘ta xavfli biokorroziya (MIC) tezligini va quvurlarning avariyaviy teshilish xavfini o‘nlab baravargacha oshiradi.

Faqat an’anaviy kimyoviy reagentlar yoki biotsidlar berish orqali bunday agressiv va sho‘r suv tizimini barqarorlashtirish juda yuqori reagent sarfini talab qilishi tufayli iqtisodiy jihatdan korxonaga juda katta yuk bo‘ladi. Shu bois, aylanma suv tizimini parsial (qisman) tozalash tarmog‘ida zamonaviy yuqori bosimli membrana texnologiyalarini (teskari osmos RO va nanofiltratsiya NF) joriy etish hamda ularni past dozadagi kompozitsion ingibitorlar bilan integratsiya qilish dolzarb muhandislik-iqtisodiy vazifa hisoblanadi. Bu yondashuv reagent samaradorligini keskin oshirishga va korxonaning yillik ekspluatatsion hamda ta'mirlash xarajatlarini maksimal darajada kamaytirishga zamin yaratadi.

Tadqiqot metodikasi. Amaliy sanoat va pilot tajribalari to‘g‘ridan-to‘g‘ri Sho‘rtan AST inshootining ACO-1,2 sexidagi real Rosinka-80/100 gradirnyalari va sirkulyatsiya nasoslari o‘rnatilgan yirik sanoat konturida olib borildi. Tizimdagi aylanma suvning sho‘rligini parsial kamaytirish uchun maxsus ishlab chiqilgan, quvvati soatiga 10-15 m^3 bo‘lgan pilot teskari osmos (RO) va nanofiltratsiya membrana qurilmalari konturga parallel ravishda ulandi. Kompleks tizimning sanoat va moliyaviy samaradorligini integral baholash uchun yillik sof iqtisodiy samara (E) ko‘rsatkichi quyidagi muvozanatlashgan formula yordamida hisoblab chiqildi:

$$E = (C_ta'mirlash + C_issiqlik + C_zarar) - C_ingibitor\text{-}membrana$$

Bu yerda: C_ta'mirlash — quvurlar va issiqlik almashgichlarni korroziya va avariyalar sababli tez-tez almashtirish xarajatlari; C_issiqlik — tuz cho‘kindi qatlami tufayli yuzaga keladigan issiqlik yo‘qotishlari va ortiqcha energiya-yonilg‘i sarfi xarajatlari; C_zarar — korxonaning rejasiz to‘xtashlari keltirgan umumiy zarar; C_ingibitor-membrana — yangi joriy etilgan integrallashgan membrana-ingibitor tizimining yillik saqlash va ekspluatatsiya xarajatlari. Tizimning investitsiyalarni qaytarish muddati Payback Period (PBP) uslubida aniqlandi.

Tadqiqot natijalari. Membrana texnologiyasi bilan oldindan tozalangan va turli rejimlar ostida polimer-organofosfonat ingibitori bilan ishlov berilgan aylanma suv tizimining amaliy sanoat tajriba ko‘rsatkichlari aniqlandi va u 3-jadval holatida tizimlashtirildi:

Kompleks moliyaviy-iqtisodiy hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, eski inhibitorsiz va membranasiz sharoitda korxonaning yillik umumiy yo‘qotishlari (remont, energiya sarfi, quvurlarni almashtirish) 940 mln so‘mni tashkil etgan. Yangi RO + Ingibitor (100 mg/L) tizimi joriy etilgach, umumiy avariyaviy yo‘qotishlar 420 mln so‘mgacha kamaydi, tizimning yillik ekspluatatsiyasi esa 150 mln so‘mni tashkil etdi. Natijada yillik sof iqtisodiy samara: E = 940 - (420 + 150) = 370 mln so‘m/yil ni tashkil etdi.

■	Tizimning ishchi rejimi	Korroziya tezligi (mm/yil)	Himoya samaradorligi (%)	O‘zini oqlash muddati
1	Oddiy suv (Nazorat)	0.85	0% (Boshlang‘ich)	-
2	RO membrana (Yakka)	0.55	35 - 40 %	24 oydan ortiq
3	RO + Ingibitor (50 mg/L)	0.28	65 - 70 %	16 - 18 oy
4	RO + Ingibitor (100 mg/L)	0.12	85 - 90 %	11 - 15 oy

5	NF + Ingibitor (100 mg/L)	0.10	90 - 92 %	13 - 16 oy

Munozara. Sanoat sinovlari natijalarining chuqur tahlili shuni ko‘rsatadiki, teskari osmos (RO) membrana filtratsiyasining joriy etilishi aylanma suvdagi Ca^2, Mg^2, Cl ionlarini hamda bioo‘sishga sabab bo‘luvchi organik uglerod birikmalarini 90–95% gacha tizimdan chiqarib tashlaydi. Bu esa tizimga beriladigan kompozitsion ingibitor reagentining erkin ionlar bilan nobud bo‘lishini (chelashish yo‘qotishlarini) bataraf etadi va uning metall quvur devorlarida passiv plyonka hosil qilish qobiliyatini qo'shimcha 30–40% ga oshiradi.

Tizimda sulfat-reduksiyalovchi bakteriyalar (SRB) miqdorining membrana g‘ovaklarida ushlab qolinishi quvurlarning eng xavfli hisoblangan vodorod sulfidli pitting yemirilishini deyarli butunlay to‘xtatadi. Amaliy iqtisodiy tahlillar shuni isbotladiki, teskari osmos (RO) va

100 mg/L ingibitor kombinatsiyasi eng yuqori foyda koeffitsiyentiga ega. Chunki ushbu rejimda dastlabki kiritilgan investitsiyalarning qaytarilish (oqlanish) muddati minimal darajani

— 11–15 oyni tashkil etadi. Bu zamonaviy sanoat korxonalari uchun o‘ta yuqori jozibador ko‘rsatkich hisoblanadi.

Xulosa. Sho‘rtan neft va gaz korxonasi sharoitida faqat kimyoviy ingibitor qo‘llash yetarli emas, parsial membrana filtratsiyasini (teskari osmos) tizimga integratsiya qilish texnologik jihatdan majburiydir.

1. RO membrana va 100 mg/L kompozitsion ingibitor birgalikda qo‘llanganda korroziya tezligi 0.12 mm/yilgacha kamayadi va quvurlar xizmat muddatini 2,5 baravargacha uzaytiradi.
2. Mazkur kompleks integratsiyalashgan tizimning sanoatda tatbiq etilishi korxonaga yiliga o‘rtacha 350–400 mln so‘m yillik sof iqtisodiy foyda keltirishi hisob-kitoblar orqali to‘liq isbotlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yusupova N.E. Yirik meliorativ nasos stansiyasini rekonstruksiya qilishning gidravlik-texnik ko‘rsatkichlarini asoslash // “Education and Research in the Era of Digital Transformation”: xalqaro ilmiy konferensiya materiallari. 2026-yil 13-sentyabr. B. 367-371.
2. Yusupova N.E. Yirik sug‘orish nasos stansiyalari uchun nasos agregatlarini tanlash va ularning ishchi rejimini nazariy asoslash usullari // “Fan va ta’lim yangiliklari” ilmiy-metodik jurnali. 2026. 9(1)-son. B. 253-261.
3. Yusupova N.E. Yirik nasos stansiyalarida agregatlarni ishga tushirish-to‘xtatish jarayonlarini tahlil qilish va foydalanish samaradorligini oshirish yo‘llari // “Modern education and development” international interdisciplinary research journal. ISSN 3060-4567. 2026. №57, 1-qism. B. 505-512.
4. Wylie E.B., Streeter V.L. Fluid Transients in Systems. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. 463 p.
5. Chaudhry M.H. Applied Hydraulic Transients. 3rd ed. New York: Springer, 2014. 583 p.
6. Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции гидротехнических систем с осевыми и диагональными насосами. М.: Энергия, 1980. 288 с.
7. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Энергоэффективные технологии при эксплуатации насосных станций. Монография. Т.: ТГТУ, 2012. 115 с.
8. Виссарионов В.И., Уришев Б.У., Беляев С.Г., Пименов В.И. Снижение гидродинамических нагрузок в насосных станциях методом впуска воздуха // Мелиорация и водное хозяйство. 1988. №2. С. 25-27.
9. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations // Journal of Computational Physics. 2019. Vol. 378. P. 686-707.
10. Physics-informed neural networks for hydraulic transient analysis in pipeline systems // Water Research. 2022. Vol. 221. 118828.
11. Uzbekistan to Modernize its Irrigation Infrastructure with World Bank Support: Press Release. Washington: World Bank, 21 May 2025.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-iyundagi PF-5742-son “Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni.
13. O‘zbekiston Respublikasida 2025-2028-yillarga mo‘ljallangan suv resurslarini boshqarish va irrigatsiyani rivojlantirish dasturi.

ЦИФРЛАНДЫРУ ДӘУІРІНДЕГІ ОТБАСЫЛЫҚ ТЫНЫҒУ: ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ЗАМАНАУИ ФОРМАЛАРДЫҢ ТӘРБИЕЛІК МҮМКІНДІКТЕРІ

Тәңірбергенов Медеубек Жұматайұлы[1]
Сеңгербекова Мадина Муқанқызы [2]
[1] [2] М.Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
e-mail: madina_senggerbekova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются трансформация института семьи в условиях глобализации и цифровизации, а также воспитательный потенциал семейного досуга. Семейный досуг анализируется не просто как форма организации свободного времени, а как социокультурное пространство, транслирующее культурные ценности от поколения к поколению и укрепляющее эмоциональную связь. На основе отечественных и зарубежных исследований его воспитательный потенциал характеризуется в трех направлениях: укрепление эмоциональной связи между родителями и детьми, обеспечение культурных ценностей и преемственности поколений, создание условий для социального, творческого и личностного развития ребенка. Сравниваются традиционные (Наурыз, Айт, торжества, выезды на природу) и современные (цифровой контент, социальные сети, онлайн-игры) формы, а также указывается на риск «совместного, но обособленного отдыха». Делается вывод о том, что системно организованный семейный досуг является главным социально-педагогическим пространством для сохранения духовной связи между поколениями.
Ключевые слова: семья, семейные ценности, свободное время, семейный досуг, культурная трансформация, преемственность поколений, культурная коммуникация.

Abstract. The article examines the transformation of the family institution in the context of globalization and digitalization, as well as the educational potential of family leisure. Family leisure is analyzed not merely as a form of organizing free time, but as a socio-cultural space that transmits cultural values from generation to generation and strengthens emotional bonds. Based on domestic and foreign research, its educational potential is characterized in three directions: strengthening the emotional connection between parents and children, ensuring cultural values and continuity of generations, and creating conditions for the social, creative, and personal development of the child. Traditional forms (Nauryz, Ait, celebrations, trips to nature) and modern forms (digital content, social networks, online games) are compared, and the risk of "being together, yet resting apart" is highlighted. It is concluded that systematically organized family leisure is the primary socio-pedagogical space for preserving the spiritual connection between generations.
Keywords: family, family values, free time, family leisure, cultural transformation, continuity of generations, cultural communication.

Annotatsiya. Maqolada globallashuv va raqamlashtirish sharoitida oila institutining transformatsiyasi hamda oilaviy hordiqning tarbiyaviy salohiyati ko‘rib chiqiladi. Oilaviy hordiq nafaqat bo‘sh vaqtni tashkil etish shakli, balki madaniy qadriyatlarni avloddan-avlodga yetkazadigan, hissiy bog‘liqlikni mustahkamlaydigan ijtimoiy-madaniy makon sifatida tahlil qilinadi. Mahalliy va xorijiy tadqiqotlar asosida uning tarbiyaviy salohiyati uchta yo‘nalishda tavsiflanadi: ota-ona va bola o‘rtasidagi hissiy bog‘liqlikni mustahkamlash, madaniy qadriyatlar va avlodlar davomiyligini ta’minlash, bolaning ijtimoiy, ijodiy va shaxsiy rivojlanishi uchun sharoit yaratish. An’anaviy (Navro‘z, hayit, to‘y-marosimlar, tabiat qo‘yniga chiqish) va zamonaviy (raqamli kontent, ijtimoiy tarmoqlar, onlayn o‘yinlar) shakllar o‘zaro solishtirilib, “birga o‘tirib, alohida hordiq chiqarish” xavfi ko‘rsatib o‘tiladi. Tizimli tashkil etilgan oilaviy bo‘sh vaqt avlodlar o‘rtasidagi ma’naviy bog‘liqlikni saqlashning bosh ijtimoiy-pedagogik makoni ekanligi to‘g‘risida xulosa qilinadi.
Tayanch so‘zlar: oila, oilaviy qadriyatlar, bo‘sh vaqt, oilaviy hordiq, madaniy transformatsiya, avlodlar davomiyligi, madaniy kommunikatsiya.

КІРІСПЕ. Отбасы – бұл бүгінгі таңда бүкіл қоғамдық, саяси, экономикалық және мәдени өмірдің трансформациялануының күрделі үдерісі аясында өзінің қалыптасуы мен дамуының жаңа кезеңінен өтіп жатқан ең маңызды әлеуметтік институт. Отбасы арқылы адамдардың ұрпағы алмасады, онда адам дүниеге келеді, әлеуметтенеді, отбасы арқылы ұрпақ жалғасады. Адамзат тарихының барлық кезеңінде неке мен отбасының рөлі бүкіл қоғамның және әрбір жеке тұлғаның өмірінде жетекші орынға ие болды.

Отбасының құндылығы сол – ол бір мезгілде мәдени құндылықтарды тасымалдаушы және қоғамдағы негізгі мінез-құлық үлгілерінің пайда болу көзі болып табылады. Отбасы – бұл бірге тұратын ерлі-зайыптылар мен туыстық байланыстарға, күйеуі мен әйелі, ата-анасы мен балалары, аға-інілері мен апа-сіңлілері (қарындастары) және басқа да туыстар арасындағы қатынастарға негізделген, жеке тұрмысты ұйымдастырудың қажетті формасы, ең маңызды әлеуметтік институт және алғашқы әлеуметтік топ.

Қазіргі уақытта гуманитарлық ғылымдарының өзекті мәселесі – неке және отбасы сияқты ұғымдардың мазмұны, сондай-ақ сыртқы факторлардың отбасылық құндылықтарға әсері туралы сұрақ болып табылады. Халықаралық құқықтық актілерде отбасы ұғымы Азаматтық және саяси құқықтар туралы халықаралық актінің 23-бабында бекітілген және «қоғам мен мемлекет тарапынан қорғалуға құқылы қоғамның табиғи және негізгі ұясы» [1] дегенді білдіреді, алайда бұл терминді талдау кезінде отбасының құқықтық қатынастардың дербес субъектісі болып табылатындығын, отбасын азаматтардың бірлестігі ретінде қарастыруға болатын-болмайтындығын анықтау мүмкін емес. Отбасы ұғымын заңнамалық деңгейде қарастыра отырып, Ю.А. Королевтің: «Отбасы мүшелері – ерлі-зайыптылар, ата-аналар, балалар және басқа да туыстар арасындағы барлық қатынастарды егжей-тегжейлі реттейтін Отбасы кодексі отбасы ұғымын тұтастай қарастырмайды» [2] деген тұжырымын дұрыс деп санаймыз. Нормативтік дереккөздерде анықтамаларды ұсынудың мүмкін екендігін көрсететін жақын шетелдердің тәжірибесіне сүйене отырып, бұл қандай да бір сын-ескертпелер тудырса да, «отбасы» ұғымын психологиялық-педагогикалық тұрғыдан анықтап алу қажет.

Зерттеудің мақсаты – жаһандану мен цифрландыру жағдайында отбасылық тыныңудың тәрбиелік әлеуетін теориялық тұрғыдан негіздеу және Оңтүстік Қазақстан өңіріндегі отбасылық тыныңудың дәстүрлі және заманауи формаларын сауалнама негізінде талдау.

Халықтың өсімін қамтамасыз етуде, өскелең ұрпақты тәрбиелеуде, алдыңғы буын жинақтаған әлеуметтік тәжірибені жеткізуде дәл осы отбасына ерекше орын тиесілі. Отбасы – бұл табиғилық пен руханилықтың байланысы жүзеге асатын, жеке тұлғаның биологиялық күйден әлеуметтік күйге өтуі қамтамасыз етілетін дербес әлем деп айтуға болады. Қазіргі отбасы бүкіл қоғамдық жүйенің өзгеруінің күрделі үдерісі контексінде онтологиялық өзгерістерді бастан кешіруде.

Отбасылық қатынастардың трансформациясы – бұл отбасы мүшелерінің рөлдері мен функцияларындағы өзгерістерден бастап, қоғамдық және мәдени факторлардың қатынастардың сипаты мен динамикасына әсеріне дейінгі отбасы өмірінің ең алуан түрлі қырларын қамтитын күрделі әрі көпфакторлы үдеріс. Бұл үдерісті сипаттайтын бірнеше бағыт бар.

Заманауи отбасылық тыныңу контексінде цифрлық орта үшін келесі іс-шаралар өзекті болып табылады:

– азаматтарды қаланың мәдени өмірінен хабардар ету (қалалық мәдени іс-шаралары туралы ақпараты бар бірыңғай ақпараттық ресурсты құру; Интернет желісінде виртуалды топтар ашу, қалалық мәдени оқиғалар күнтізбесін жасау, ауқымды жарнамалық науқандар және т.б.);

– мәдениет саласында ерте дамытуды, отбасылық ағартуды, инклюзивті білім беруді қамтамасыз ету;

– тәуелсіз мәдениет институттарының (көрме орталықтары, галереялар, клубтар және т.б.) дамуына ықпал ету;

– халыққа мәдени қызмет көрсетудің стационардан тыс түрлерін, мысалы, қаланың парктері, скверлері мен ашық алаңдары аумағында дамыту;

– мәдени іс-шараларды өткізу және жастар шығармашылығын дамыту үшін матрицалық алаңдар жүйесін құру;
– мәдениет саласында онлайн ағартушылықты танымал ету.
Заманауи форматтарға көшу жөніндегі негізгі іс-шаралар:
– кітапханалардың қызметін дәстүрлі құрамдас бөлігін сақтай отырып, бос уақытты өткізуге арналған кеңістікті ұйымдастыруға қайта бағыттау;
– театр қойылымдарының заманауи форматтарын ұйымдастыру (мысалы, көрермендердің қатысуымен өтетін интерактивті спектакльдер);
– сахнаны дәстүрлі емес орындарға – зауыт ангарларына, өнеркәсіптік алаңдарға көшіру арқылы жыл сайын мамандандырылған театр түнін өткізу;
– жұмыс істеп тұрған қалалық музейлер базасында мультимедиа, 3D-технологиялар элементтері бар интерактивті музейлер құру, тұрақты мультимедиялық экспозициялар өткізу. [4]

Отбасылық тынығу мәселесінің өзектілігі – қаладағы кеңестік отбасыларға арналған бос уақытты өткізу нұсқаларының сол кезеңнің талаптарына сай келуімен және жалпы алғанда, оларға үлкен дәрежеде сапалық тұрғыдан жаңа ештеңенің қажет болмағандығымен негізделеді. Мысалы, ата-аналар балаларымен бірге қолжетімді абонементтер арқылы киноға баратын, сирек болса да қалалық театрларға шығып тұру, кешкісін және атаулы күндерге орай бірлескен отырыстар ұйымдастыру сияқты факторларды көбейту, отбасылық әлеуеттің маңызын арттырады. [5]

Отбасылық тәрбие мен тынығудың педагогикалық-психологиялық аспектілері бала тұлғасының үйлесімді дамуын, оның эмоционалды тұрақтылығын және отбасы мүшелерінің арасындағы салауатты қарым-қатынасты қамтамасыз ететін маңызды фактор болып табылады. Тәрбие мен бос уақытты (тынығуды) дұрыс ұйымдастыру баланың әлеуметтенуіне, құндылықтарды игеруіне және психологиялық тұрғыдан демалуына тікелей әсер етеді.

Қазіргі ғылыми зерттеулерде отбасылық тынығу отбасы мүшелерінің бос уақытын ұйымдастыру формасы ғана емес, тұлғаның әлеуметтік-мәдени және рухани қалыптасуына ықпал ететін маңызды орта ретінде қарастырылады. Қазақстандық зерттеулерде отбасылық демалыстың отбасы тұрақтылығына, ата-ана мен бала арасындағы өзара қарым-қатынасқа және отбасы ішіндегі құндылықтардың қалыптасуына әсері қарастырылған. Атап айтқанда, А.Ж. Сарсенова мен Ә.Т. Кенесова бос уақыттың тұлғаның әлеуметтенуі мен мәдени құндылықтарды меңгеруіндегі рөлін атап көрсетеді. Авторлардың пікірінше, қазіргі әлеуметтік-мәдени өзгерістер мен цифрландыру бос уақыттың мазмұны мен құрылымына елеулі ықпал етуде.

Қазақстандық отбасы мәселелерін зерттеу контекстінде отбасылық тынығу отбасы тұрақтылығының факторларының бірі ретінде де қарастырылады. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің ғылыми материалдарында «Семейный досуг – один из факторов стабильности брака» тақырыбындағы зерттеу еңбегінің болуы отбасылық бос уақыттың ерлі-зайыптылар арасындағы қарым-қатынас пен отбасы тұрақтылығымен байланысын көрсетеді. Сонымен қатар В.Н. Костромина мен Г.А. Колесникова қазіргі технологиялық өзгерістер жағдайында ата-аналар мен жасөспірімдердің қызығушылықтарының алшақтауын және отбасылық тынығу формаларының жеткіліксіз дамуын қарастырады. Бұл зерттеулер отбасылық тынығудың ұрпақтар арасындағы өзара түсіністік пен ортақ қызығушылықтарды қалыптастырудағы маңызын айқындауға мүмкіндік береді.

Шетелдік зерттеулерде отбасылық тынығудың тәрбиелік және дамытушылық мүмкіндіктері анағұрлым жүйелі түрде зерттелген. Р. Забриские және П.Уард отбасылық бос уақытты балалардың жағымды дамуына ықпал ететін маңызды әлеуметтік орта ретінде қарастырады. Олардың зерттеуінде ата-аналардың баламен бірге өткізетін жоспарлы әрі мазмұнды бос уақыты қарым-қатынасты нығайтып қана қоймай, балалардың дағдыларын, мінез-құлқын және әлеуметтік құзыреттерін дамытуға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Бұл бағыттағы теориялық негіздердің бірі К. Мелтон, С.Ходжа, және М.Дуердон ұсынған Ecology of Family Experiences тұжырымдамасы болып табылады. Зерттеушілер отбасылық тыныңудың нәтижесі отбасы ерекшеліктерінің, іс-әрекет мазмұнының және уақыт факторларының өзара ықпалына байланысты екенін көрсетеді. Осы тұрғыдан алғанда, кез келген бірге өткізілген уақытты автоматты түрде «тәрбиелік» деп бағалау дұрыс емес; оның тәрбиелік әлеуеті отбасы мүшелерінің өзара әрекеттесу сипатына, іс-әрекеттің мазмұнына және отбасының қажеттіліктеріне тәуелді.

Ал К.В. Цой отбасылық бос уақытты мәдени құндылықтарды ұрпақтан ұрпаққа жеткізудің маңызды кеңістігі ретінде қарастырады. Оның зерттеуінде ата-аналардың балалардың бос уақытын ұйымдастыруы арқылы белгілі бір құндылықтар, эмоциялық реакциялар, дағдылар, мінез-құлық үлгілері және талғамдар берілетіні көрсетілген. Демек, отбасылық тыныңу тек демалу емес, сонымен бірге мәдени тәжірибені меңгеру мен әлеуметтік-мәдени үлгілерді игерудің бейресми формасы ретінде көрінеді.

Қазіргі кезеңдегі зерттеулер бұл мәселенің өзектілігін одан әрі күшейтеді. Мысалы, Р.А. Говерн жас балалардың отбасылық тыныңу тәжірибесін бауыр басу теориясымен байланыстыра отырып, бірге өткізілетін уақыттың ата-ана мен бала арасындағы қауіпсіз эмоционалдық байланысты қалыптастырудағы маңызын көрсетеді. Ал Д. Изенстарк, В. Сункари. және И. Шатун әкелердің балаларымен бірге өткізетін табиғаттағы және ашық кеңістіктегі тыныңуы арқылы өмірлік дағдылар мен құндылықтардың ұрпақаралық берілуін зерттеген.

Осы зерттеулерді жинақтай келе, отбасылық тыныңудың тәрбиелік әлеуетін үш негізгі бағытта қарастыруға болады: біріншіден, ата-ана мен бала арасындағы эмоционалдық байланысты нығайту; екіншіден, мәдени және отбасылық құндылықтарды меңгерту және ұрпақаралық сабақтастықты қамтамасыз ету; үшіншіден, баланың әлеуметтік, шығармашылық және тұлғалық дамуына жағдай жасау. Осыған байланысты қазіргі мәдениет жағдайында отбасылық тыныңуды отбасының бос уақытын ұйымдастыру формасы ретінде ғана емес, мәдени құндылықтарды жеткізудің, тұлғаны әлеуметтендірудің және ұрпақтар арасындағы өзара байланысты нығайтудың әлеуметтік-мәдени кеңістігі ретінде қарастыру қажет.

Отбасылық тыныңу отбасы мүшелерінің бос уақытын бірлесіп өткізуге бағытталған, эмоционалдық жақындықты, ұрпақтар сабақтастығын және құндылықтардың берілуін қамтамасыз ететін әлеуметтік-мәдени тәжірибе. Ж. Дюмазедье бос уақытты тек демалыс емес, жеке және әлеуметтік дамудың қызметі ретінде қарастырды [8]. Отбасылық бос уақыт тәжірибесі отбасының қызметтік тұрақтылығымен және қанағаттанушылығымен байланысты екені эмпирикалық зерттеулерде дәлелденген [9, 3]. Р. Путнэм бірлескен әлеуметтік қатысудың әлсіреуін әлеуметтік капиталдың төмендеуімен сабақтастырды [10].

Дәстүрлі формалар. Оларға мәдени іс-шаралар (Наурыз, айт, той-жиындар, қонақасы, асық ату, тоғызқұмалақ, жыр-термелер, ертегі айту) және табиғатқа шығу (жайлау, саяхат, балық аулау, жидек теру) жатады. Бұл формалар бірнеше ұрпақты бір кеңістікке жинап, тіл мен салт-дәстүрдің жанды берілуін қамтамасыз етеді.

Оңтүстік Қазақстан өңіріндегі отбасылардың бос уақыт өткізу ерекшеліктерін, дәстүрлі және заманауи тыныңу формаларының таралуын анықтау мақсатында сауалнама жүргізілді.. Сауалнама 2026 жылы Шымкент және Түркістан қалаларында жүргізілді. Оған 500 респондент қатысты, оның ішінде қала тұрғындары – 345 (69%), ауыл тұрғындары – 155 (31%). Респонденттердің жасына шектеу қойылмады. Сауалнама 20 сұрақтан тұрды және төрт блокты қамтыды:

1. дәстүрлі мерекелер мен той-жиындарға қатысу;
2. табиғатқа шығу жиілігі;
3. бос уақытта цифрлық контент пен гаджетті пайдалану;
4. үш ұрпақтың бірге тыныңуы.

Сауалнама нәтижесінде респонденттердің 75%-ы мереке мен той-жиындарға қатысатыны анықталды. Қала тұрғындарының 34,2%-ы табиғатқа айына бір рет немесе одан

жиі шығады. Респонденттердің 57,2%-ы бос уақытта көбіне цифрлық контент көреді, ал 48,1%-ы бірге тыныңу кезінде гаджетті бөлек пайдаланады. Сонымен қатар 58%-ы үш ұрпақ бірге тыныңатынын көрсетті. Бұл дәстүрлі формалардың сақталып отырғанын, бірақ «бірге отырып, жеке тыныңу» үрдісінің де байқалатынын аңғартады. Қорытынды. Мәдени-тыныңу жұмысының міндеті: дәстүрлі формалардың әлеуметтік-тәрбиелік әлеуетін сақтай отырып, заманауи технологияларды отбасылық бірлікті нығайтатын құралға айналдыру.

Сауалнама нәтижелері отбасылық тыныңудағы дәстүрдің сақталып отырғанын көрсетеді: респонденттердің 75%-ы мереке мен той-жиындарға қатысады, 58%-ы үш ұрпақ бірге тыныңады. Бұл дәстүрлі формалардың ұрпақтар сабақтастығын қамтамасыз етуде маңызын жоғалтпағанын аңғартады.

Сонымен қатар респонденттердің 57,2%-ы бос уақытта көбіне цифрлық контент көреді, ал 48,1%-ы бірге тыныңу кезінде гаджетті бөлек пайдаланады. Бұл С. Теркл сипаттаған «бірге отырып, жеке тыныңу» құбылысымен сәйкес келеді. К. Мелтон мен әріптестерінің тұжырымдамасы бойынша, бірге өткізілген уақыттың өзі автоматты түрде тәрбиелік болмайды, оның әлеуеті іс-әрекеттің мазмұны мен өзара әрекеттесу сипатына байланысты. Демек, отбасылардың бір бөлігінде бірге өткізілетін уақыт бар болғанымен, оның тәрбиелік мәні шектеулі болуы мүмкін.

Мәдени-тыныңу мекемелері үшін бұл дәстүрлі формалардың тәрбиелік мүмкіндігін сақтай отырып, заманауи технологияларды (виртуалды экскурсиялар, интерактивті музейлер, отбасылық онлайн-жобалар) бірлескен әрекетті ынталандыратын құралға айналдыру қажеттігін білдіреді.

Заманауи формалар. Бейнеконтент, әлеуметтік желілер, онлайн-ойындар, виртуалды экскурсиялар және алыстағы туыстармен бейнебайланыс қолжетімділікті арттырады. Алайда «бірге отырып, жеке тыныңу» қаупі бар: С. Теркл технологиялар жақындықты күшейтумен қатар, тікелей қарым-қатынасты әлсіретететінін көрсетті [11]

Зерттеу қорытындысында жаһандану мен цифрландыру дәуіріндегі отбасы институтының жүйелі ұйымдастырылған отбасылық бос уақыт ұрпақтар сабақтастығын сақтап, балалардың болашақта өз шаңырағын дұрыс құруына негіз болады.

Жаһандану мен цифрландыру дәуірі отбасы институтының гендерлік рөлдерін және коммуникация үдерістерін түбегейлі өзгертіп, дәстүрлі құндылықтар мен инновациялық үрдістерді теңгерімде ұстау міндетін жүктейді. Жүйелі ұйымдастырылған отбасылық бос уақыт эмоционалды оқшаулану мен құндылықтар дағдарысына төтеп беріп, ұрпақтар арасындағы рухани байланысты сақтаудың басты әлеуметтік-педагогикалық кеңістігі болып табылады.

Зерттеу көрсеткендей, отбасылық тыныңу қазіргі мәдениет жағдайында мәдени құндылықтарды жеткізудің, тұлғаны әлеуметтендірудің және ұрпақтар арасындағы байланысты нығайтудың әлеуметтік-мәдени кеңістігі болып табылады. Оның тәрбиелік әлеуеті үш бағытта көрінеді: эмоционалдық байланысты нығайту, құндылықтар мен ұрпақ сабақтастығын қамтамасыз ету, баланың әлеуметтік және шығармашылық дамуына жағдай жасау. Жаһандану мен цифрландыру дәуірі дәстүрлі құндылықтар мен инновациялық үрдістерді теңгерімде ұстауды талап етеді. Жүйелі ұйымдастырылған отбасылық бос уақыт эмоционалды оқшауланууға және құндылықтар дағдарысына төтеп беріп, ұрпақтар арасындағы рухани байланысты сақтайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Азаматтық және саяси құқықтар туралы халықаралық пакт (Нью-Йорк, 1966 жылғы 16 желтоқсан) // Шет мемлекеттермен жасалған қолданыстағы шарттардың, келісімдер мен конвенциялардың жинағы. М., 1978. XXXII шығ., 44-б.
2. Королев Ю.А. Отбасы құқық субъектісі ретінде // Адам құқығы журналы. 2000. № 10. 61-б.
3. Некеге тұрушыларға / Құраст. Милов С. М., 2012. 173 – 188 бб.
4. **Қалалық округтерінің 2030 жылға дейінгі кезеңде әлеуметтік-экономикалық дамыту стратегиясы туралы https://tgl.ru/documentation/obj?obj=32772**

5. З. Желнина, А. А. «Мұнда музейдегідей»: сауда орталығы қоғамдық кеңістік ретінде / А. А. Желнина // СПбМУ Хабаршысы. – 2011. – №2. – 48–69 бб.
6. https://ust.kz/word/otbasy_tarbiesi_jane_psihologiya-381973.html
7. https://infolesson.kz/azirgi-zaman-otbasindai-trbieni-psihologiyali-pedagogikali-aspektileri-1107246.html
8. **Zabriskie, R. B., & Ward, P. J.** // «Отбасылық өмірге көңіл толу: отбасылық бос уақыттың қосқан үлесі», 2013. *Journal of Leisure Research*, 35(1).
9. **Orthner, D. K.** Бос уақытты өткізу үлгілері және некелік өмір кезеңдеріндегі ерлі-зайыптылардың қанағаттанушылығы // *Journal of Marriage and Family*. 1975. Т. 37(1). 91–102-беттер.
10. **Zabriskie, R. B., Mc.Cormick, B. P.** Отбасылық бос уақыт үлгілерінің отбасылық қызметті қабылдауға әсері // *Family Relations*. 2001. Т. 50(3). 281–289-беттер.
11. **Turkle, S.** Бірге, бірақ оңаша (Alone Together). Нью-Йорк: Basic Books, 2011.

FAMILY LEISURE IN THE DIGITAL ERA: EDUCATIONAL POTENTIAL OF TRADITIONAL AND MODERN FORMS

Tanirbergenov Medeubek Zhumataevich[1]
Senggerbekova Madina Mukankyzy[2]
[1], [2] M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: madina_senggerbekova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются трансформация института семьи в условиях глобализации и цифровизации, а также воспитательный потенциал семейного досуга. Семейный досуг анализируется не просто как форма организации свободного времени, а как социокультурное пространство, транслирующее культурные ценности от поколения к поколению и укрепляющее эмоциональную связь. На основе отечественных и зарубежных исследований его воспитательный потенциал характеризуется в трех направлениях: укрепление эмоциональной связи между родителями и детьми, обеспечение культурных ценностей и преемственности поколений, создание условий для социального, творческого и личностного развития ребенка. Сравниваются традиционные (Наурыз, Айт, торжества, выезды на природу) и современные (цифровой контент, социальные сети, онлайн-игры) формы, а также указывается на риск «совместного, но обособленного отдыха». Делается вывод о том, что системно организованный семейный досуг является главным социально-педагогическим пространством для сохранения духовной связи между поколениями.
Ключевые слова: семья, семейные ценности, свободное время, семейный досуг, культурная трансформация, преемственность поколений, культурная коммуникация.

Abstract. The article examines the transformation of the family institution in the context of globalization and digitalization, as well as the educational potential of family leisure. Family leisure is analyzed not merely as a form of organizing free time, but as a socio-cultural space that transmits cultural values from generation to generation and strengthens emotional bonds. Based on domestic and foreign research, its educational potential is characterized in three directions: strengthening the emotional connection between parents and children, ensuring cultural values and continuity of generations, and creating conditions for the social, creative, and personal development of the child. Traditional forms (Nauryz, Ait, celebrations, trips to nature) and modern forms (digital content, social networks, online games) are compared, and the risk of "being together, yet resting apart" is highlighted. It is concluded that systematically organized family leisure is the primary socio-pedagogical space for preserving the spiritual connection between generations.
Keywords: family, family values, free time, family leisure, cultural transformation, continuity of generations, cultural communication.

Annotatsiya. Maqolada globallashuv va raqamlashtirish sharoitida oila institutining transformatsiyasi hamda oilaviy hordiqning tarbiyaviy salohiyati ko‘rib chiqiladi. Oilaviy hordiq nafaqat bo‘sh vaqtni tashkil etish shakli, balki madaniy qadriyatlarni avloddan-avlodga yetkazadigan, hissiy bog‘liqlikni mustahkamlaydigan ijtimoiy-madaniy makon sifatida tahlil qilinadi. Mahalliy va xorijiy tadqiqotlar asosida uning tarbiyaviy salohiyati uchta yo‘nalishda tavsiflanadi: ota-ona va bola o‘rtasidagi hissiy bog‘liqlikni mustahkamlash, madaniy qadriyatlar va avlodlar davomiyligini ta’minlash, bolaning ijtimoiy, ijodiy va shaxsiy rivojlanishi uchun sharoit yaratish. An’anaviy (Navro‘z, hayit, to‘y-marosimlar, tabiat qo‘yniga chiqish) va zamonaviy (raqamli kontent, ijtimoiy tarmoqlar, onlayn o‘yinlar) shakllar o‘zaro solishtirilib, “birga o‘tirib, alohida hordiq chiqarish” xavfi ko‘rsatib o‘tiladi. Tizimli tashkil etilgan oilaviy bo‘sh vaqt avlodlar o‘rtasidagi ma’naviy bog‘liqlikni saqlashning bosh ijtimoiy-pedagogik makoni ekanligi to‘g‘risida xulosa qilinadi.

Tayanch so‘zlar: oila, oilaviy qadriyatlar, bo‘sh vaqt, oilaviy hordiq, madaniy transformatsiya, avlodlar davomiyligi, madaniy kommunikatsiya.

Introduction. The family is the most important social institution, which is currently undergoing a new stage of its formation and development within the complex process of transformation across all social, political, economic, and cultural life. Through the family, generational turnover occurs; it is where an individual is born, socialized, and through which the lineage is continued. Throughout all periods of human history, the role of marriage and family has held a leading position in the life of the entire society and every individual.

The value of the family lies in the fact that it is simultaneously a carrier of cultural values and the source of primary behavioral patterns in society. The family is an essential form of organizing private life, the most important social institution, and the primary social group, based on spouses living together and kinship ties—namely, the relationships between husband and wife, parents and children, brothers and sisters, and other relatives.

At present, an urgent issue in the humanities is the question regarding the content of such concepts as marriage and family, as well as the impact of external factors on family values. In international legal acts, the concept of the family is enshrined in Article 23 of the International Covenant on Civil and Political Rights and is defined as "the natural and fundamental group unit of society and is entitled to protection by society and the State". However, when analyzing this term, it is impossible to determine whether the family is an independent subject of legal relations, or whether the family can be considered an association of citizens. Examining the concept of family at the legislative level, we consider Yu.A. Korolev's conclusion to be correct: "The Family Code, which regulates in detail all relations between family members—spouses, parents, children, and other relatives—does not consider the concept of family as a whole". Drawing on the experience of neighboring countries, which demonstrates the feasibility of providing definitions in regulatory sources, it is necessary to define the concept of "family" from a psychological and pedagogical perspective, even if this raises certain criticisms.

The purpose of the study is to theoretically substantiate the educational potential of family leisure under the conditions of globalization and digitalization, and to analyze traditional and modern forms of family leisure in the Southern Kazakhstan region based on a survey.

It is precisely the family that occupies a special place in ensuring population growth, raising the younger generation, and transmitting the social experience accumulated by previous generations. It can be said that the family is an independent world where the connection between the natural and the spiritual is realized, and the transition of an individual from a biological state to a social state is ensured. The modern family is undergoing ontological changes in the context of the complex process of transformation of the entire social system.

The transformation of family relations is a complex and multifaceted process that encompasses the most diverse aspects of family life—ranging from changes in the roles and functions of family members to the impact of social and cultural factors on the nature and dynamics of relationships. There are several directions that characterize this process.

In the context of modern family leisure, the following activities are relevant to the digital environment:

Informing citizens about the cultural life of the city (creating a unified information resource with data on urban cultural events; opening virtual groups on the Internet, creating a calendar of urban cultural events, extensive advertising campaigns, etc.);
Providing early development, family enlightenment, and inclusive education in the field of culture;
Promoting the development of independent cultural institutions (exhibition centers, galleries, clubs, etc.);
Developing non-stationary forms of cultural services for the population, for example, within the territories of city parks, squares, and open spaces;
Creating a system of matrix platforms for holding cultural events and developing youth creativity;
Popularizing online enlightenment in the field of culture.
The main measures for transitioning to modern formats include:
Redirecting the activities of libraries toward organizing spaces for leisure while preserving their traditional component;
Organizing modern formats of theatrical performances (for example, interactive plays with audience participation);
Holding an annual specialized theater night by moving the stage to non-traditional locations—factory hangars and industrial sites;
Creating interactive museums with elements of multimedia and 3D technologies on the basis of existing city museums, and holding permanent multimedia exhibitions.

The relevance of the problem of family leisure is substantiated by the fact that leisure options for Soviet families in the city met the requirements of that period, and in general, they largely did not require anything qualitatively new. For example, parents going to the cinema with their children using affordable season tickets, occasional outings to city theaters, and organizing joint gatherings in the evenings and on special occasions are factors that increase the importance of family potential.

The pedagogical and psychological aspects of family upbringing and leisure are important factors ensuring the harmonious development of a child's personality, their emotional stability, and healthy relationships among family members. The proper organization of upbringing and free time (leisure) directly affects the socialization of the child, the assimilation of values, and psychological relaxation.

In modern scientific research, family leisure is considered not only as a form of organizing the free time of family members but also as an important environment that contributes to the socio-cultural and spiritual formation of the personality. Kazakhstani studies examine the impact of family vacation on family stability, parent-child relationships, and the formation of intra-family values. In particular, A.Zh. Sarsenova and A.T. Kenesova emphasize the role of leisure in the socialization of the individual and the assimilation of cultural values. According to the authors, modern socio-cultural changes and digitalization significantly influence the content and structure of leisure.
In the context of studying the problems of the Kazakhstani family, family leisure is also considered one of the factors of family stability. The existence of a research work titled "Family Leisure as One of the Factors of Marriage Stability" in the scientific materials of the Kazakh National Women's Teacher Training University shows the connection of family leisure with relationships between spouses and family stability. In addition, V.N. Kostromina and G.A. Kolesnikova examine the divergence of interests between parents and adolescents under conditions of modern technological changes, as well as the insufficient development of family leisure forms. These studies allow for identifying the importance of family leisure in forming mutual understanding and common interests between generations.

In foreign studies, the educational and developmental possibilities of family leisure have been investigated more systematically. R. Zabriskie and P. Ward consider family leisure as an important social environment that contributes to positive child development. Their research demonstrates that planned and meaningful leisure time spent by parents together with a child not only strengthens communication but also allows for developing children's skills, behavior, and social competences.

One of the theoretical foundations in this direction is the *Ecology of Family Experiences* concept proposed by C. Melton, S. Hodge, and M. Duerdon. The researchers show that the outcome of family leisure depends on the interaction of family characteristics, activity content, and time factors. From this perspective, it is incorrect to automatically evaluate any time spent together as "educational"; its educational potential depends on the nature of interaction among family members, the content of the activity, and the needs of the family.

Meanwhile, K.V. Tsoy considers family leisure as an important space for transmitting cultural values from generation to generation. This research demonstrates that through the organization of children's leisure by parents, specific values, emotional reactions, skills, behavioral patterns, and tastes are transmitted. Consequently, family leisure appears not merely as relaxation, but also as an informal form of assimilating cultural experience and mastering socio-cultural models.

Current research further intensifies the relevance of this issue. For instance, R.A. Govern connects the family leisure experiences of young children with attachment theory, highlighting the importance of time spent together in forming a secure emotional bond between parent and child. Furthermore, D. Izensaark, V. Sunkari, and I. Shatun investigated the intergenerational transmission of life skills and values through fathers' leisure time spent with their children in nature and open spaces.

Synthesizing these studies, the educational potential of family leisure can be viewed in three main directions: first, strengthening the emotional bond between parents and children; second, instilling cultural and family values while ensuring intergenerational continuity; third, creating conditions for the social, creative, and personal development of the child. In this regard, under modern cultural conditions, family leisure should be considered not only as a form of organizing a family's free time, but as a socio-cultural space for transmitting cultural values, socializing the individual, and strengthening the interconnectedness between generations.

Family leisure is a socio-cultural practice aimed at the joint free time of family members, ensuring emotional closeness, generational continuity, and the transmission of values. J. Dumazedier viewed leisure not just as rest, but as a function of personal and social development. Empirical studies have proven that family leisure practices are linked to the functional stability of and satisfaction within the family [9, p. 3]. R. Putnam associated the weakening of joint social participation with a decline in social capital.

Traditional Forms. These include cultural events (Nauryz, Eid, feasts/celebrations, hosting guests, playing *asyq atu* and *toghyzqumalaq*, performing *zhyr-terme* epic chants, storytelling/fairy tales) and outdoor activities (visiting summer pastures (*zhailau*), traveling, fishing, berry picking). These forms gather several generations into a single space, ensuring the living transmission of language, traditions, and customs.

To determine the characteristics of leisure time utilization among families in the Southern Kazakhstan region, as well as the prevalence of traditional and modern leisure forms, a questionnaire survey was conducted. The survey was carried out in **2026** in the cities of Shymkent and Turkistan. It involved 500 respondents, including 345 urban residents (69%) and 155 rural residents (31%). No age restrictions were placed on the respondents. The questionnaire consisted of 20 questions and comprised four blocks;

Participation in traditional holidays and feasts/celebrations;

Frequency of outdoor activities;

Use of digital content and gadgets during free time;

Leisure activities shared by three generations.

The survey results revealed that 75% of the respondents participate in holidays and celebrations. Among urban residents, 34.2% go out into nature once a month or more frequently. Meanwhile, 57.2% of the respondents mostly consume digital content during their free time, and 48.1% use gadgets individually during shared leisure time. In addition, 58% indicated that three generations spend their leisure time together. This suggests that while traditional forms are preserved, a trend of "being together, yet leisure-seeking alone" is also observed.

Conclusion. The task of cultural and leisure work is to transform modern technologies into tools that strengthen family unity while preserving the socio-educational potential of traditional forms.

The survey results demonstrate the preservation of tradition in family leisure: 75% of respondents participate in holidays and celebrations, and 58% spend leisure time together across three generations. This implies that traditional forms have not lost their significance in ensuring continuity between generations.

At the same time, 57.2% of respondents mostly consume digital content during their free time, and 48.1% use gadgets individually during shared leisure time. This aligns with the phenomenon described by S. Turkle as "alone together." According to the concept of C. Melton and colleagues, time spent together is not automatically educational; its potential depends on the content of the activity and the nature of interaction. Consequently, although some families have shared time, its educational value may be limited.

For cultural and leisure institutions, this implies the need to transform modern technologies (virtual tours, interactive museums, family online projects) into tools that stimulate joint activity while preserving the educational potential of traditional forms.

Modern Forms. Video content, social networks, online games, virtual tours, and video calls with distant relatives enhance accessibility. However, there is a risk of "being together, yet leisure-seeking alone": S. Turkle demonstrated that while technologies can enhance closeness, they also weaken direct communication.

The study concludes that under the conditions of the era of globalization and digitalization, systematically organized family leisure within the institution of the family preserves generational continuity and serves as a foundation for children to properly build their own households in the future. The era of globalization and digitalization fundamentally alters the gender roles and communication processes of the family institution, imposing the task of balancing traditional values and innovative trends. Systematically organized family leisure stands as the main socio-pedagogical space to resist emotional isolation and value crises, thereby preserving the spiritual connection between generations.

As the study shows, under modern cultural conditions, family leisure serves as a socio-cultural space for transmitting cultural values, socializing the individual, and strengthening the bond between generations. Its educational potential manifests in three directions: strengthening emotional bonds, ensuring values and generational continuity, and creating conditions for the social and creative development of the child. The era of globalization and digitalization demands a balance between traditional values and innovative trends. Systematically organized family leisure resists emotional isolation and value crises, maintaining the spiritual bond between generations.

References:

1. International Covenant on Civil and Political Rights (New York, December 16, 1966). (1978). *Collection of Existing Treaties, Agreements, and Conventions Concluded with Foreign States*. Moscow, Issue XXXII, p. 44.
2. Korolev, Yu. A. (2000). Family as a subject of law. *Journal of Human Rights*, (10), p. 61.
3. Milov, S. (Comp.). (2012). *For Those Entering into Marriage*. Moscow, pp. 173–188.
4. *On the Strategy for Socio-Economic Development of Urban Districts for the Period up to 2030*. Available at: https://tgl.ru/documentation/obj?obj=32772
5. Zhelnina, A. A. (2011). "It's like a museum here": The shopping mall as a public space. *Vestnik of Saint Petersburg University (Vestnik SPbSU)*, (2), pp. 48–69.
6. *Family Upbringing and Psychology*. Ust.kz. Available at: https://ust.kz/word/otbasy_tarbiesi_jane_psihologiya-381973.html
7. *Psychological and Pedagogical Aspects of Upbringing in the Modern Family*. Infolesson.kz. Available at: https://infolesson.kz/azirgi-zaman-otbasindai-trbieni-psihologiyali-pedagogikali-aspektileri-1107246.html
8. Zabriskie, R. B., & Ward, P. J. (2013). Satisfaction with family life: The contribution of family leisure. *Journal of Leisure Research*, 35(1).

9. Orthner, D. K. (1975). Leisure patterns and marital satisfaction over the marital career. *Journal of Marriage and Family*, 37(1), pp. 91–102.
10. Zabriskie, R. B., & McCormick, B. P. (2001). The influences of family leisure patterns on perceptions of family functioning. *Family Relations*, 50(3), pp. 281–289.
11. Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. New York: Basic Books.

YER RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISHDA XATLOVNING O‘RNI

Toshpulatov Jahongir Samar o‘g‘li
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada respublikamiz umumiy yer fondi va undan samarali foydalanish haqida so‘z yuritilgan.

Kalit so‘zlar: yer fondi, yer toifalari, sug‘oriladigan yerlar, sug‘orilmaydigan yerlar, tabiiy resurslari, monitoring.

Аннотация. В данной статье рассматривается земельный фонд республики и его эффективное использование.

Ключевые слова: земельный фонд, категории земель, орошаемые земли, богарные земли, природные ресурсы, мониторинг.

Abstract. This article discusses the common land fund of our republic and its effective use.

Keywords: land fund, land categories, irrigated land, non-irrigated land, natural resources, monitoring.

Kirish. Yer – tabiiy resurslar ichida alohida ahamiyatga ega bo‘lib, mamlakatimiz aholisining turmush faoliyatini ta’minlashda hamda respublika iqtisodiy salohiyatini oshirishda muhim negiz hisoblanadi. Jahon yer fondi bugungi kunda 13,4 mlrd. gektarni tashkil etadi, bundan 11% ya’ni 1,5 mlrd. gektari qishloq xo’jaligida foydalanishga yaroqli yerlar hisoblanadi. O’zbekiston Respublikasining bugungi kundagi chegarasi 44,9 mln. gektarni tashkil etib, quyida (1-jadval) keltirilgan.

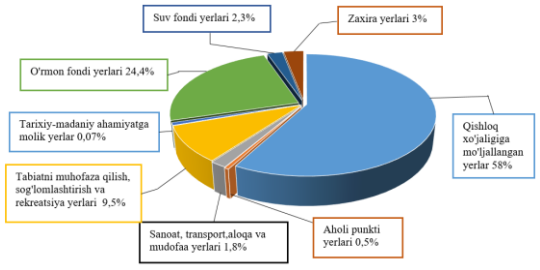
Tadqiqot o‘tkazish uslubiyati. Ushbu maqolani tayyorlashda hududiy tahlil, kartografik, geografik taqqoslash, statistik tahlillardan foydalanilgan.

1-jadval

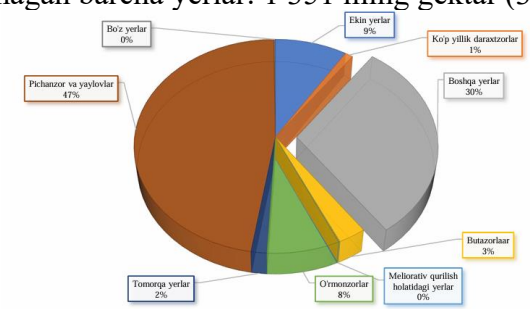
O‘zbekiston Respublikasidagi jami foydalaniladigan yer maydoni (ming ga hisobida)

T/r	Республика, шаҳар ва вилоятларнинг номи	Умумий ер майдони		Экин ерлар		Кўп йиллик дарахтзорлар		Бўз ерлар		Пичанзор ва яйловлар		Жами қишлоқ хўжалик ерлари		Томорқа ерлари		Ўрмонзор-лар		Боғдорчи-лик, узумчилик ва сабзавотчи-лик уюшма-ларининг ерлари		Бутазорлар	Бошқа ерлар
		жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган	жами	шу жумладан суғориладиган		
1	Қорақалпоғистон Республикаси	16656,1	517,0	418,8	418,8	8	8	14,2	14,2	5265,4	35,8	5706,4	476,8	52,5	39,4	1074,1	0,8	0,1	0,1	1270,1	8528,2
2	Андижон	430,3	280,6	200,1	200,1	31,4	31,4	2,6	0,5	21,1	08	255,2	232,8	58,5	43,9	3,9	3,9	0,3	0,3	0,0	111,8
3	Бухоро	4183,1	276,3	200,1	200,1	21,0	21,0	7,0	7,0	2557,5	0,0	2785,6	228,1	59,6	46,5	334,6	1,7	0,3	0,2	45,3	954,0
4	Жиззах	2117,9	304,9	504,1	259,9	42,5	18,4	11,3	1,7	704,7	0,0	1262,6	280,0	34,5	20,3	163,8	4,6	0,1		0,1	652,4
5	Қашқадарё	2856,8	513,3	675,4	417,3	38,9	36,6	21,9	4,6	1406,5	0,1	2142,7	458,6	80,4	48,7	164,2	6,0	0,3	0,4	0,0	450,8
6	Навоий	10948,1	126,4	122,5	91,4	10,3	9,6	6,8	6,7	8890,5	0,0	9030,1	107,7	26,4	17,1	1270,8	1,6	0,7	0,3	0,0	618,0
7	Наманган	743,3	289,7	185,0	185,0	48,9	48,9	2,5	2,5	164,9	0,0	401,3	236,4	61,4	48,3	22,6	5,0	0,1	0,1	0,0	257,3
8	Самарқанд	1677,3	378,9	423,9	243,1	72,4	66,9	5,2	0,0	796,5	0,0	1298,0	310,0	87,2	62,9	13,0	6,0	0,7	0,3	0,0	275,5
9	Сурхондарё	2009,9	324,8	277,9	238,4	34,2	32,8	0,3	0,0	824,6	0,0	1137,0	271,2	63,2	50,3	233,3	3,3			0,0	575,1
10	Сирдарё	427,6	287,2	248,9	248,9	7,7	7,7	10,2	10,2	19,9	0,0	286,7	266,8	20,6	16,3	4,2	4,1	0,1	0,1	0,1	112,1
11	Тошкент	1515,0	393,7	322,2	289,5	54,7	45,0	0,8	0,4	445,0	1,4	822,7	336,3	67,0	54,9	81,0	2,5	3,6	3,5	2,3	541,8
12	Фарғона	675,3	367,3	242,0	242,0	54,9	54,9	0,0	0,0	9,5	3,9	306,4	300,8	72,9	52,5	14,6	14,0	0,9	0,9	0,0	279,5
13	Хоразм	608,2	267,6	205,3	205,3	13,1	13,1	3,8	3,8	109,3	0,0	331,5	222,2	54,0	45,3	53,6	0,1	0,1	0,1	0,0	168,0
14	Тошкент ш.	43,5	8,4	2,3	2,3	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,8	10,1	5,6	0,0	0,0			0,0	30,6
	Жами:	**44892,4**	**4336,1**	**4028,5**	**3242,1**	**438,5**	**394,8**	**86,6**	**51,6**	**21215,4**	**42,0**	**25769**	**3730,5**	**748,3**	**552,0**	**3433,7**	**53,6**	**7,3**	**6,3**	**1317,9**	**13555,1**

Natijalar va munozaralar. Yer fondi – mamlakatning jami yer resurslari maydoni. Yer kodeksining 8-moddasiga ko‘ra yer fondi 8 toifaga bo‘linadi: **1)** qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallangan yerlar – qishloq xo‘jaligi ehtiyojlari uchun berilgan yerlar; yer fondining asosiy qismi bo‘lib, 2025-yil 1-yanvar holatiga ko‘ra 26 220,5 ming gektarni, qariyb 58% qismini tashkil etadi hamda sug‘oriladigan va sug‘orilmaydigan, ko‘p yillik daraxtzorlar, haydalma yerlar, yaylovlar va bo‘z yerlarga bo‘linadi; **2)** aholi punkti yerlari – shahar, posyolka va qishloq aholi punktlari chegaralaridagi yerlar: 221,5 ming gektar (0,5%); **3)** sanoat, transport, aloqa, mudofaa va boshqa maqsadlarga mo‘ljallangan yerlar – yuridik shaxslarga shu maqsadlar uchun berilgan yerlar: 798,8 ming gektar (1,8%); **4)** tabiatni muhofaza qilish, sog‘lomlashtirish va rekreatsiya maqsadlariga mo‘ljallangan yerlar – muhofaza etiladigan tabiiy hududlar, ustuvor ekologik, ilmiy, madaniy, estetik, rekreatsiya va sanitariya-sog‘lomlashtirish ahamiyatiga molik yerlar [1]: 4 258,8 ming gektar (9,5%); **5)** tarixiy-madaniy ahamiyatga molik yerlar – tarixiy obyektlar joylashgan yerlar: 32,3 ming gektar (0,07%); **6)** o‘rmon fondi yerlari – o‘rmon bilan qoplangan, shuningdek o‘rmon xo‘jaligi ehtiyojlari uchun berilgan yerlar [1]: 10 967,7 ming gektar (24,4%); **7)** suv fondi yerlari – suv ob’ektlari, suv xo‘jaligi inshootlari va qirg‘oqlar bo‘ylab ajratilgan mintaqadagi yerlar: 1 041,3 ming gektar (2,3%); **8)** zaxira yerlari – yuqoridagi toifalar tasarrufida bo‘lmagan barcha yerlar: 1 351 ming gektar (3%).



1-rasm. Respublikadagi yer fondining yer turlari bo’yicha taqsimlanishi % hisobida



2-rasm. O‘zbekiston Respublikasi yer fondining yer turlari bo‘yicha taqsimlanishi.

Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, yer fondining asosiy qismini qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallangan yerlar tashkil etadi; ular sug‘oriladigan (muvaqqat sug‘orish tarmog‘iga ega) va sug‘orilmaydigan yerlarga bo‘linadi. Yer resurslaridan samarali foydalanish maqsadida yer fondi bo‘yicha monitoring hamda xatlov ishlari amalga oshirilmoqda. Qoraqalpog‘iston Respublikasi,

Samarqand, Surxondaryo va Xorazm viloyatlari bo‘yicha yer hisobida ko‘rsatilgan yer maydonlarining bugungi holati o‘rganildi. Xorazm viloyatida yer fondining barcha 8 toifasi bo‘yicha monitoring natijalariga ko‘ra, hisobotda jami yerlar 608 ming 158 gektar ko‘rsatilgan bo‘lsa, xatlov natijasida 618 ming 432 gektar aniqlangan. Yer toifalarining o‘zgarishi asosan qishloq xo‘jaligi yerlariga to‘g‘ri kelib, bu maydonlar amalda aholi punktlari, sanoat, tarixiy-madaniy ahamiyatga molik, suv va tabiatni muhofaza qilish yerlari hisobiga o‘tib ketgan. Qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallangan yerlar bo‘yicha boshqa viloyatlarda: Andijonda hisobot bo‘yicha 360 ming 585 gektar bo‘lsa, o‘rganish natijasida 294 ming 756 gektar; Samarqandda 1 million 466 ming 18 gektardan amalda 1 million 270 ming 376 gektarga, Surxondaryoda 1 million 356 ming 595 gektardan 1 million 221 ming 314 gektarga kamaygan, sug‘oriladigan ekin yerlari esa hisobot bo‘yicha 296 ming 982,7 gektar, amalda 273 ming 475,3 gektarni tashkil etgan. 817 ming gektar aholi punktlari hamda sanoat yerlari qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallangan yerlar toifasida yuritilgani mulkdorlarga o‘z yerlarini xususiylashtirish, garovga qo‘yish va ko‘chmas mulk sifatida to‘liq tasarruf etishda to‘siq yaratgan.

Xulosa. Yer umummilliy boylikdir, undan oqilona va samarali foydalanish zarur. Yer resurslarini muhofaza qilish, avaylab ishlatish va kelajak avlodlarga butun holda yetkazish har birimizning burchimizdir. Yerga ongli munosabat iqtisodiy taraqqiyot va ekologik barqarorlikning asosiy omilidir; eng dolzarb vazifa – yer boyliklaridan oqilona foydalanib, ularni sog‘lom va barqaror holatda saqlab qolishdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. “O‘zbekiston Respublikasi yer fondining miqdori holati taxlili”. Safayev Sanjarbek Zafarbek o‘g‘li “O‘zdavyerloyiha” DILI q.x.f.f.d, Sharopov Ramziddin Najmiddinovich “O‘zdavyerloyiha” DILI Metodologiya bo‘limi mutaxassisi, q.x.f.f.d.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-sentabrdagi “Yer hisobi va davlat kadastrlarini yuritish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-6061-son Farmoni.

3. “Turizm va rekreatsion hududlardan samarali foydalanish istiqbollari (Qashqadaryo viloyati misolida)” Fayzullayeva L.X. “Zamonaviy geografiyada innovatsion g‘oyalar: raqamli iqtisodiyot va GIS texnologiyalar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya.

4. https://yuz.uz/uz/news/

UO‘K: 627.8414

GRUNT O‘ZANLI KANALLARDA URINMA KUCHLANISHNI ANIQLASH VA YUVILMASLIK SHARTLARINI BAHOLASH

Eshev Sobir Samadovich - texnika fanlari doktori, professor, E-mail: telnets@mail.ru,
ORCID: 0000-0003-3880-9289,
G‘ayimnazarov Israil Xoliqovich - texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
E-mail: igayimnazarov@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-0680-5174,
Aralov Behro‘zjon G‘ayratovich - doktorant (PhD), E-mail: behruzaralov44@gmail.com.
ORCID: 0009-0004-6842-7809,
Mamarasulov Sobir Raxmonqul o‘g‘li., *Doktorant (PhD),*
E-mail: sobirmamarasulov6@gmail.com
Sherboyev Zohid Xonqulovich ., Mustaqil izlanuvchi.
E-mail: zohidsherboyev5@gmail.com
ORCID: 0009-0003-1867-7685,
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada grunt o‘zanli kanallarda oqimning urinma kuchlanishini aniqlash va o‘zan tubining yuvilmaslik shartlarini baholash masalasi tadqiq etilgan. Grunt o‘zanlarda oqim ta’sirida yuzaga keladigan urinma kuchlanish o‘zan tubi va yon qiyaliklarining deformatsiyasi, yuvilishi hamda kanalning gidravlik barqarorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Maqolada oqim sarfi, o‘rtacha tezlik, suv chuqurligi, gidravlik qiyalik, gidravlik radius, gruntning granulometrik tarkibi, zichligi va zarrachalar o‘lchamining urinma kuchlanish shakllanishiga ta’siri tahlil qilindi. Amaldagi urinma kuchlanish qiymatlarini kritik urinma kuchlanish bilan taqqoslash asosida grunt o‘zanining yuvilish yoki yuvilmaslik holatini baholash mezonlari ko‘rib chiqildi. Shuningdek, oqimning gidravlik parametrlari va gruntning fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga oluvchi yondashuv asosida yuvilmaslik shartlarini aniqlash imkoniyati baholandi. Tadqiqot natijalari grunt o‘zanli kanallarda o‘zan barqarorligini prognozlash, yuvilish xavfini kamaytirish hamda kanalning ishonchli va samarali ishlashini ta’minlash uchun qo‘llanishi mumkin. Taklif etilgan yondashuv sug‘orish va melioratsiya kanallarining gidravlik hisoblarini takomillashtirish hamda o‘zanlarni mustahkamlash zaruriyatini ilmiy asoslashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: grunt o‘zan, ochiq kanal, urinma kuchlanish, kritik urinma kuchlanish, yuvilmaslik sharti, o‘zan barqarorligi, oqim tezligi, suv chuqurligi, gidravlik qiyalik, gidravlik radius, granulometrik tarkib, o‘zan yuvilishi, kanal deformatsiyasi.

Аннотация: В статье исследуется вопрос определения касательного напряжения потока в каналах с грунтовым руслом и оценки условий неразмыва дна русла. В грунтовых руслах касательное напряжение, возникающее под воздействием потока, является одним из основных факторов, определяющих деформацию, размыв дна и откосов русла, а также гидравлическую устойчивость канала. В статье проанализировано влияние расхода воды, средней скорости потока, глубины воды, гидравлического уклона, гидравлического радиуса, гранулометрического состава и плотности грунта, а также размера частиц на формирование касательного напряжения. На основе сравнения фактического значения касательного напряжения с критическим касательным напряжением рассмотрены критерии оценки размыва или неразмыва грунтового русла. Также оценена возможность определения условий неразмыва на основе подхода, учитывающего гидравлические параметры потока и физико-механические свойства грунта. Результаты исследования могут быть использованы для прогнозирования устойчивости русла, снижения риска размыва и обеспечения надёжной и эффективной эксплуатации каналов с грунтовым руслом. Предлагаемый подход способствует совершенствованию гидравлических расчётов оросительных и мелиоративных каналов, а также научному обоснованию необходимости укрепления русел.

Ключевые слова: грунтовое русло, открытый канал, касательное напряжение, критическое касательное напряжение, условие неразмыва, устойчивость русла, скорость потока, глубина воды, гидравлический уклон, гидравлический радиус, гранулометрический состав, размыв русла, деформация канала.

Abstract: This article investigates the determination of flow shear stress in alluvial channels and the assessment of the conditions required to prevent bed erosion. In alluvial channels, the shear stress generated by flowing water is one of the key factors governing bed and side-slope deformation, erosion, and the hydraulic stability of the channel. The study analyzes the effects of discharge, mean flow velocity, water depth, hydraulic slope, hydraulic radius, soil grain-size distribution, soil density, and particle size on the development of shear stress. Criteria for assessing the erosional or non-erosional state of the alluvial channel bed are considered by comparing the actual shear stress with the critical shear stress. In addition, the possibility of determining non-erosion conditions using an approach that accounts for both the hydraulic parameters of the flow and the physical and mechanical properties of the soil is evaluated. The results of the study can be applied to predict channel-bed stability, reduce erosion risks, and ensure the reliable and efficient operation of alluvial channels. The proposed approach can contribute to improving the hydraulic design of irrigation and reclamation channels and to providing a scientific basis for determining the necessity of channel-bed stabilization.

Keywords: alluvial channel bed, open channel, shear stress, critical shear stress, non-erosion condition, channel stability, flow velocity, water depth, hydraulic slope, hydraulic radius, grain-size distribution, channel-bed erosion, channel deformation.

Kirish. Grunt o‘zanli kanallarda oqimning o‘zan tubi va yon qiyaliklariga ta’siri natijasida yuzaga keladigan urinma kuchlanish o‘zan barqarorligini belgilovchi asosiy gidravlik omillardan biridir. Ushbu kuchlanishning kritik qiymatdan oshishi grunt zarrachalarining harakatlanishi, o‘zan tubining yuvilishi va kanal kesimining deformatsiyasiga olib keladi. Shu sababli urinma kuchlanishni aniq baholash kanallarning gidravlik barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Mavjud hisoblash usullarida urinma kuchlanish asosan oqimning gidravlik parametrlari orqali aniqlanadi, biroq gruntning granulometrik tarkibi va fizik-mexanik xususiyatlari yetarli darajada hisobga olinmasligi mumkin. Bu esa yuvilmaslik shartlarini baholashda ma’lum xatoliklarga olib keladi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi grunt o‘zanli kanallarda urinma kuchlanishni aniqlash va yuvilmaslik shartlarini baholashning takomillashtirilgan yondashuvini asoslashdan iborat. Tadqiqotda oqim tezligi, suv chuqurligi, gidravlik qiyalik, gruntning granulometrik tarkibi va kritik urinma kuchlanish o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilinadi.

Gruntli o‘zanlarda oqimning gidravlik ta’siri, urinma kuchlanish, mahalliy yuvilish, o‘zan deformatsiyasi va oqiziqlar harakati masalalari ko‘plab mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan o‘rganilgan. Xususan, S.T. Altunin, V.S. Borovkov, V.K. Debolskiy, I.F. Karasev, H. Einstein, R. Engelund, P. Ackers, L. Van Rijn, J. Kennedy, W.H. Graf, W.H. Yalin, P.Y. Julien, V.T. Chow, C.T. Yang va boshqa tadqiqotchilar oqim va grunt o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir, kritik urinma kuchlanish, zarrachalar harakatining boshlanishi hamda o‘zan barqarorligi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan. [1-11, 12-15].

O‘zbekiston olimlaridan Q.Sh. Latipov, A.M. Arifjanov, M.R. Bakiyev, D.R. Bazarov, S.S. Eshev va boshqa tadqiqotchilar ochiq o‘zanlarda oqim va oqiziqlar harakati, grunt o‘zanlarining yuvilishi, o‘zan deformatsiyasi va gidravlik barqarorlik masalalarini tadqiq etgan. Ushbu tadqiqotlar oqim tezligi, suv chuqurligi, gidravlik qiyalik, gruntning granulometrik tarkibi va urinma kuchlanish o‘rtasidagi bog‘liqliklarni aniqlash uchun muhim nazariy asos yaratgan.

Shunga qaramay, grunt o‘zanli kanallarda urinma kuchlanishni aniqlash va yuvilmaslik shartlarini birgalikda baholash masalasi qo‘shimcha tadqiqotlarni talab etadi. Shu sababli oqimning gidravlik parametrlari va gruntning fizik-mexanik xususiyatlarini kompleks hisobga oluvchi yondashuvni ishlab chiqish ushbu tadqiqotning asosiy yo‘nalishini tashkil etadi. [12-15]

Materiallar va uslublar. Ochiq o‘zanlarda oqim ta’sirida tub va yonbag‘irlarda urinma kuchlanish hosil bo‘ladi. Agar uning qiymati gruntning ruxsat etiladigan (kritik) urinma kuchlanishidan oshsa, grunt zarrachalari siljishi, o‘zan tubining yuvilishi va deformatsiyasi boshlanadi. Shuning uchun o‘zan mustahkamligining asosiy sharti: [3, 8, 11, 12, 15]:

$$\tau \le \tau_{\partial on} \qquad (1)$$

Bunda: τ — oqimning haqiqiy urinma kuchlanishi (siljituvchi kuchi), N/m²; $\tau_{\partial on}$ - grunt turi uchun ruxsat etiladigan urinma kuchlanish, N/m^2.

Urinma kuchlanish oqim tezligi, suv chuqurligi, gidravlik qiyalik, gidravlik radius va o‘zan g‘adir-budurligiga bog‘liq. τ va $\tau_{\partial on}$ ni taqqoslash grunt o‘zanlarning yuvilmaslik va gidravlik barqarorligini baholashning asosiy mezonidir.

Urinma kuchlanish yuza birligiga to‘g‘ri keladigan ishqalanish kuchi sifatida aniqlanadi:

$$\tau = \frac{F}{\omega}, \qquad (2)$$

bu yerda: τ – urinma kuchlanish (H/m^2); F - ishqalanish kuchi; ω - jonli kesim yuzasi.

Urinma kuchlanishlar taqsimotini nazariy jihatdan asoslash uchun ochiq o‘zanda joylashgan L uzunlikdagi oqim uchastkasini ko‘rib chiqamiz. Oqimning ushbu elementiga quyidagi kuchlar ta’sir ko‘rsatadi: [5, 8, 12-15]:

1. Nishablik bo‘yicha og‘irlik kuchi

$$Fg = \rho g \omega L \sin\alpha, \qquad (3)$$

bu yerda α - nishablik burchagi.

Kichik burchaklar uchun $\sin\alpha \approx I.$ Bunda I – gidravlik nishablik. Buni inobatga olib (4) ifodani quyidagicha yozamiz:

$$F_g = \rho g \omega L I . \quad (4)$$

2. O‘zan qarshilik kuchi bo‘lib, bunda urinma kuchlar bilan ho‘llanish perimetri bo‘yicha qarshilik sodir bo‘ladi, ya’ni

$$F_\tau = \tau \chi L . \quad (5)$$

Bunda τ o‘rtacha urinma kuchlanish; χ - ho‘llanish perimetri.

Ochiq o‘zandagi suvning tekis harakatida kuchlar muvozanatda bo‘ladi, ya’ni

$$\rho g \omega L I = \tau \chi L . \quad (6)$$

(6) tenglikni qisqartirib, quyidagi tenglikka ega bo‘lamiz:

$$g \omega I = \tau \chi . \quad (7)$$

$R = \omega / \chi$ ekanligini nazarga olib, (6) tenglikdan τ siljituvchi kuchni topamiz:

$$\tau = \rho g R I \quad (8)$$

yoki

$$\tau = \gamma R I . \quad (9)$$

Bunda $\gamma = \rho g$ suvning solishtirma og‘irligi.

(7) - (8) ifodalar urinma kuchlanish qiymati oqimning energetik nishabligi hamda o‘zanning geometrik xususiyatlari bilan belgilanilishini ko‘rsatadi. [4,6,11,12,15]

(9) formula siljitish kuchining oqim chuqurligi (gidravlik radius R orqali, I o‘zan nishabligi va ρ suv zichliklariga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Bundan agar oqim qanchalik chuqur bo‘lsa, yuvish kuchi shunchalik katta bo‘ladi; shuningdek, nishablik qanchalik tik bo‘lsa, urinma kuchlanish ham shunchalik kuchayadi.

Ochiq o‘zanlarda urinma kuchlanishlar ho‘llangan perimetr bo‘yicha notekis taqsimlanadi. Ularning maksimal qiymati, odatda, o‘zan tubida, yonbag‘irlarda esa kamayib boradi; erkin sirtda esa deyarli nolga teng.

Taqsimlanish xarakteri o‘zan kesimining shakli, oqim tezliklarining notekisligi va ikkilamchi sirkulyatsion oqimlar bilan belgilanadi. Tabiiy o‘zanlarda ikkilamchi oqimlar ta’sirida maksimal urinma kuchlanish nuqtasi ko‘pincha o‘zan markazidan siljigan holda joylashadi.

Ruxsat etiladigan sidiruvchi kuch o‘zan gruntining turiga qarab aniqlanadi va tajriba ma’lumotlariga asosan belgilanadi. O‘zan barqarorligi shartidan foydalanib, maksimal ruxsat etiladigan gidravlik radiusni aniqlash mumkin:

$$R_{\partial on} = \frac{\tau_{\partial on}}{\gamma i} \quad (10)$$

Natijalar va muhokama. Olingan qiymat kanalning geometrik o‘lchamlarini tanlashda muhim parametr hisoblanadi. Ochiq o‘zanli kanalning umumiy mustahkamligini baholashda uning yon tomon qiyaliklarining mustahkamligini ham ta’minlash kerak bo‘ladi.

Kanal yon tomon qiyaliklaridagi urinma kuchlanishlar kanal tubidagi kuchlanishlardan farq qiladi, chunki tezliklarning ko‘ndalang kesim bo‘yicha taqsimlanishi notekisdir. Yon tomon qiyaliklardagi urinma kuchlanishlarni baholash uchun quyidagi bog‘liqlikdan foydalaniladi:

$$\tau_{omk} = k\tau \quad (11)$$

bunda k — urinma kuchlanishlarning taqsimlanish koeffitsiyenti (odatda $0,75-0,90$ oralig‘ida qabul qilinadi).

Yon tomon qiyaliklarning mustahkamlik sharti quyidagicha yoziladi:

$$\tau_{omk} \le \tau_{\partial on} \quad (11)$$

Yon nishabliklarning ta’sirini qaraymiz. Kanal gorizontal o‘zanining barqarorligi (1) yoki (2) tenglamasi bilan aniqlanadi. Biroq qirg‘oq nishabliklarida yana bir siljituvchi kuch, ya’ni zarracha

og‘irligining tashkil etuvchisi ham ta’sir qiladi. Qirg‘oq nishabligida tinch holatda turgan, og‘irligi w ga teng bo‘lgan zarrachani ko‘rib chiqamiz. Bu zarrachaga quyidagi kuchlar ta’sir qiladi:

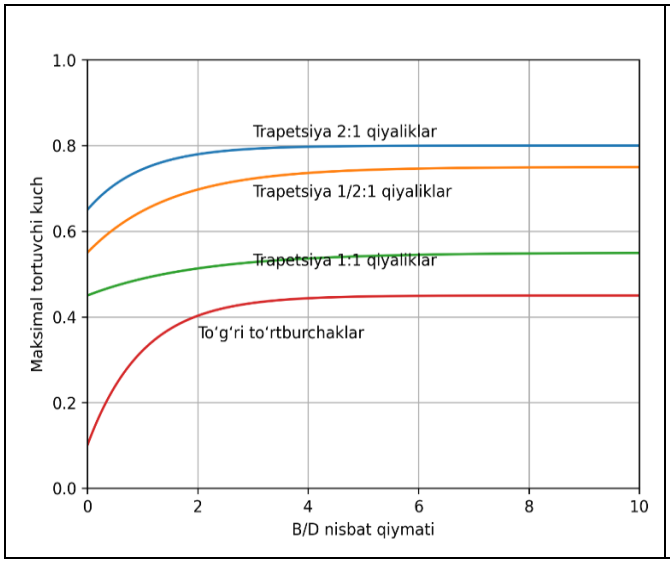
$$\tau = \gamma IR; \tag{12}$$

- qirg‘oq nishabligi bo‘ylab yo‘nalgan w ning tashkil etuvchisi: $w\sin\theta$;
- qirg‘oq nishabligiga normal bo‘lgan w ning tashkil etuvchisi: $R\tan\theta$;

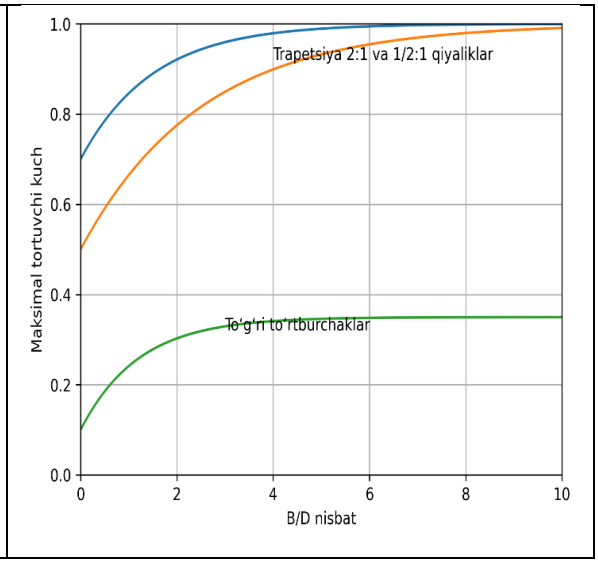
Bunda: θ - qirg‘oq nishabligining gorizontalga nisbatan qiyalik burchagi; φ - tabiiy qiyalik burchagi.

$$\tau_c = w\mu = w\tan\varphi \tag{13}$$

Bunda τ_c o‘xshash zarrani gorizontal qatlam bo‘ylab siljitish uchun zarur bo‘lgan kritik urinma kuchlanish.



3-rasm. Yon tomon qiyalik uchun.



4-rasm. Tub uchun.

Ushbu tenglama $\tau_c > \tau_0$ ekanligini ko‘rsatadi. Bu esa zarrachani nishablik bo‘ylab siljitish uchun zarur bo‘lgan ishqalanish kuchi yoki urinma kuchlanish donni gorizontal qatlam bo‘ylab siljitish uchun zarur bo‘lgan ishqalanish kuchidan kichikroq ekanligini anglatadi.

Gorizontal o‘zanda oqayotgan suv hosil qiladigan urinma kuchlanish yoki siljitish kuchining o‘rtacha qiymati $\tau_0 = \gamma IR$ formulasi bilan aniqlanadi, qiyaliklarda (yon devorlarda) esa uning qiymati $\tau_c = 0,75\tau_0 = 0,75\gamma IR$ teng ekanligi aniqlangan.

Yuqorida sanab o‘tilgan barcha oltita o‘zgaruvchini guruhlab, uchta o‘lchamsiz son hosil qilish mumkin. Bu sonlar quyidagilar:

$$\frac{\tau_0}{P_f g d'}\,\frac{P_s}{P_f'}\,\frac{d\sqrt{P_f\tau_0}}{\mu}. \tag{14}$$

Garchi tezlik atamasi shart bo‘lmasada, tezlik o‘lchamiga ega parametrning mavjudligi qulaydir. Shu sababli, biz sirpanish ishqalanish tezligi deb ataluvchi yangi atamani kiritamiz va uni υ' bilan belgilaymiz.

$$\upsilon' = \sqrt{\frac{\tau_0}{P_f}} \tag{15}$$

yoki

$$\tau_0 = (\upsilon')^2 P_f \tag{16}$$

Birinchi o‘lchamsiz son, $\frac{\tau_0}{P_f g d}$ ga teng bo‘ladi.

$$\frac{\upsilon'^2 P_f}{P_f g d} = \frac{\upsilon'^2}{gd} \tag{17}$$

Uchta o‘lchamsiz son quyidagilar:

$$\frac{\upsilon'^2}{gd} \tag{18}$$

$$\frac{P_s}{P_f} \tag{19}$$

$$\frac{\sqrt{P_f \tau_0}}{\mu} = \frac{\sqrt[d]{P_f (\upsilon')^2 P_f}}{\mu} = \frac{d\upsilon' P_f}{\mu} = \frac{d\upsilon'}{\frac{\mu}{P_f}} = \frac{d\upsilon'}{\upsilon} \tag{20}$$

(18) va (19) o‘lchamsiz sonlarni birlashtirib, $\upsilon_2' / gd(S_s - 1)$ ko‘rinishidagi yana bir o‘lchamsiz sonni hosil qilamiz.

Buni quyidagicha yanada soddalashtirish mumkin:

$$\omega = 1 \qquad \frac{\upsilon'^2}{gd(S_s - 1)} = \frac{\tau_0}{\frac{P_f}{gd(S_s - 1)}} = \frac{\tau_0}{P_f gd(S_s - 1)} = \frac{\tau_0}{\omega d(S_s - 1)}; \tag{21}$$

$$\tau_0 = \omega RS$$

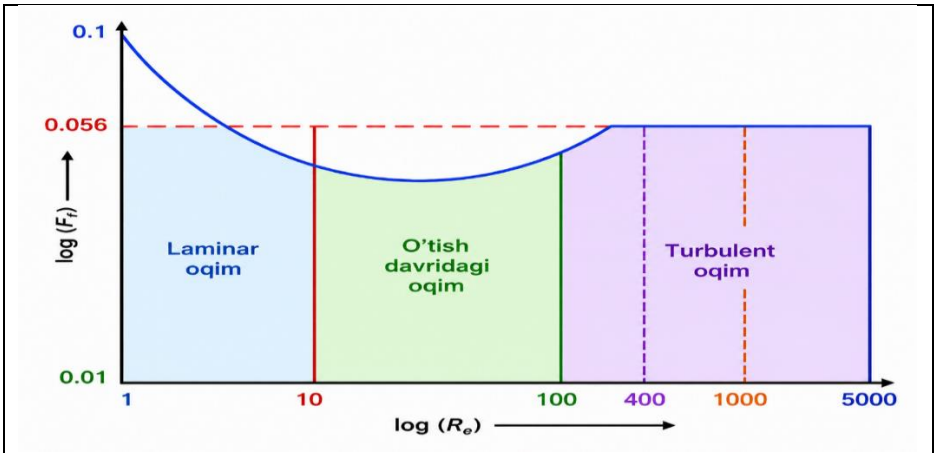
bu yerda $P_f g = \gamma$ - suvning solishtirma og‘irligi; S_s - zarraning solishtirma og‘irligi.

Bu son Shildsning parametri deb ataladi va F_c bilan belgilanadi.

$d\upsilon' / \upsilon$ ga teng uchinchi o‘lchamsiz son Reynolds soni (Re) deb nomlanadi, bunda υ kinematik qovushqoqlikdir.

Endi zarrachaning harakati shu ikki songa, ya’ni F_c va Re ga bog‘liqligini aytishimiz mumkin.

F_c va Re orasidagi bog‘liqlik grafiklari 6-rasmda ko‘rsatilganidek chizilishi mumkin. Hosil bo‘lgan egri chiziq o‘zan harakatining oldini olish yoki uni minimal darajada saqlash talab etiladigan kanallarni loyihalash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Reynolds soni 400 va undan yuqori bo‘lganda Re qiymati o‘zgarmas bo‘lib qoladi, natijada bu jihatni qo‘llash ancha soddalashadi va 0,056 ga teng bo‘ladi. Zarracha o‘lchami diametri 6 mm dan oshganda Zarra Reynolds soni 400 dan yuqori bo‘lishi kuzatilgan.



6-rasm. F_S va R_C **orasidagi bog‘liqlik**

Shu sababli, yirik donali allyuviydagi (6 mm dan katta) o‘zan uchun

$$\frac{\tau_0}{wd(S_s-1)}=0,056 \tag{3.24}$$

Suv uchun $\gamma=1;$

$\tau_0=\gamma RI;$

$$\frac{\gamma RI}{\gamma d(S_s-1)}=0,056\$ \tag{3.25}$$

$$\frac{RI}{d(2,65-1)}=0,056. \tag{3.26}$$

Yechishda, $d=11RS.$

Ushbu tenglama *R* va I ko‘rsatkichlari ma’lum bo‘lgan kanalda tinch holatda qoladigan zarrachaning eng katta o‘lchamini ifodalaydi. Agar *d* qiymati bundan kichik bo‘lsa, zarracha harakatga keladi.

Vaqt o‘tishi bilan yirik toshlar bilan qoplangan sirt ustidan mayda zarrachalar yuvilib ketganligi sababli, amalda olinadigan o‘lcham $d=11RI$ tenglamasi bo‘yicha hisoblangan qiymatdan biroz kattaroq bo‘lishi kerak.

Xulosa. 1. Ochiq yer o‘zanli kanallarda oqiziqlar harakatining boshlanishi suv oqimining gidravlik xususiyatlari va zarrachalarning fizik parametrlariga bevosita bog‘liq. Oqimning urinma kuchlanishi ma’lum kritik qiymatga yetganda, zarrachalar harakatga keladi va shu orqali kanal tubidagi deformatsiya jarayonlari boshlanadi.

2. Mazkur jarayonni to‘g‘ri baholash va hisoblash kanallarni loyihalash, ulardan samarali foydalanish hamda tub yuvilish yoki cho‘kish kabi noxush holatlarni oldini olishda muhim ahamiyatga ega. Nazariy va amaliy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, oqiziqlar harakatini aniqlashda ilmiy asoslangan usullardan foydalanish gidrotexnik inshootlarning ishonchliligi va barqarorligini ta’minlaydi.

3. Shu sababli, ochiq kanallarda oqim va oqiziqlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni chuqur o‘rganish va hisobga olish suv xo‘jaligi tizimlarining samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Adabiyotlar

[1] Yang, S.-Q. (2010) – *Depth–Averaged Shear Stress and Velocity in Open-Channel Flows*. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 136 (11). DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000271

[2] Мирцхулава, Ц. Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости / Ц. Е. Мирцхулава – Москва: Колос, 1967. – 180 с.

[3] Shiono, K. & Knight, D. W. (1991) – *Turbulent Open-Channel Flows with Variable Depth Across the Channel*. Journal of Fluid Mechanics, Vol. 222, pp. 617-646. DOI: 10.1017/S0022112091001246

[4] Henderson, F.M., *Open Channel Flow*, Macmillan, 1966.

[5] Lyapin, V.Yu., Cherkasskikh, S. N., Ryzhenkov, A. V., Volkov, A. V., & Dasaev, M. R. (2021) – *Some Aspects of the Shear Stress Distribution in Non-Uniform Gradually Varied Open Flows*. International Journal of Engineering Trends and Technology, Vol. 69(12), pp. 307–311. DOI: 10.14445/22315381/IJETT-V69I12P237

[6] Choo, Y.-M., Jeon, H.-S. & Seo, J.-C. (2021) – *Entropy-Based Shear Stress Distribution in Open Channel Turbulent Flow Using Experimental Data*. Entropy, Vol. 23(11), 1540. DOI: 10.3390/e23111540

[7] Chow, V.T., *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, 1959.

[8] Knight, D.W., *Computational Fluid Dynamics in Open Channel Flow*, Wiley, 2004.

[9] Swamee, P K, and Mittal, M K, An Explicit Equation for Critical Shear Stress in Alluvial Streams, J. of Irrigation and Power, CBIP., India, Vol. 33, No. 2, pp. 237–239, April 1976.

[10] Maturi Foad et al. (2019) – *Experimental Study of Shear Stress in a Rectangular Channel with Vegetation*. Journal of Applied Engineering Sciences, Vol. 9(2), pp. 155–160. DOI: 10.2478/jaes-2019-0021

[11] Guo, J. & Julien, P. Y. (2005) – *Shear Stress in Smooth Rectangular Open-Channel Flows*. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 131, No. 1, pp. 30–37. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9429(2005)131:1(30)
[12] Wall Shear Stress in Open Channel Flow using Different Groynes (2023) – ISH Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 29(2). DOI: 10.1080/09715010.2022.2026827
[13] G‘ayimnazarov I. X. UDC 532.543: 627.157: Calculation of the parameters of the base rows in a non-stationary flow //Innovatsion texnologiyalar. – 2025. – T. 59. – №. 3. – C. 62-66.
[14] G‘ayimnazarov, I., Eshev, S., Bazarov, O., Latipov, S., Rakhimov, A., & Guliyeva, S. (2025, July). Investigation of the initiation of sediment movement in mixed flows. InAIP Conference Proceedings (Vol. 3256, No. 1, p. 020041). AIP Publishing LLC.
[15] Eshev, S. S., Gayimnazarov, I. X., Latipov, S. A., Rahmatov, M. I., & Kholmamatov, I. K. (2023, March). Calculation of parameters of subsurface ridges in a steady flow of groundwater channels. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612, No. 1, p. 050033). AIP Publishing LLC.

O‘ZAN BARQARORLIGINI OQIMNING SILJITISH KUCHI HISOB USULI BO‘YICHA MAVJUD ADABIYOTLAR TAHLILI.

Eshev Sobir Samadovich - texnika fanlari doktori, professor, E-mail: telnets@mail.ru,
ORCID: 0000-0003-3880-9289,
Aralov Behro‘zjon G‘ayratovich - doktorant (PhD), E-mail: behruzaralov44@gmail.com.
ORCID: 0009-0004-6842-7809,
Jumayev Shahzod Ziyod o‘g‘li – magistr, E-mail: shahzodjumayev308@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada o‘zan barqarorligini oqimning siljitish kuchi hisob usuli asosida baholashga oid mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilingan. Tadqiqotlarda oqimning tub va qirg‘oqlarga ta’sir etuvchi urinma (siljitish) kuchi, uning grunt zarrachalarini harakatga keltirishdagi roli hamda o‘zan tubining yuvilishi va deformatsiyalanish jarayonlari yoritilgan. Oqim tezligi, chuqurligi, gidravlik nishablik, gruntning granulometrik tarkibi va bog‘lanish xususiyatlarining o‘zan barqarorligiga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, kritik siljitish kuchini aniqlashga asoslangan mavjud hisoblash yondashuvlari taqqoslanib, ularni turli gidravlik sharoitlarda qo‘llash imkoniyatlari baholangan. Adabiyotlar tahlili o‘zan barqarorligini ishonchli baholash uchun gidravlik va grunt parametrlarini kompleks hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.
Kalit so‘zlar: O‘zan barqarorligi, siljitish kuchi, urinma kuch, oqim tezligi, kritik siljitish kuchi, grunt zarrachalari, o‘zan tubi, qirg‘oq, yuvilish, deformatsiya, gidravlik nishablik, gidravlik hisob.

Аннотация. В статье проведён анализ существующей научной литературы по оценке устойчивости русла на основе расчётного метода с учётом сдвигающего воздействия потока. Рассмотрены касательные напряжения, действующие на дно и берега русла, их роль в перемещении частиц грунта, а также влияние на процессы размыва и деформации русла. Проанализированы существующие методы определения критической сдвигающей силы и возможности их применения в различных гидравлических условиях. Установлено, что для достоверной оценки устойчивости русла необходимо комплексно учитывать гидравлические характеристики потока и физико-механические свойства грунта.
Ключевые слова: Устойчивость русла, сдвигающая сила, касательное напряжение, скорость потока, критическая сдвигающая сила, грунт, размыв, деформация, гидравлический расчёт.

Abstract. This article analyzes existing scientific literature on channel stability assessment based on the shear force exerted by flowing water. The study considers the shear stress acting on the

channel bed and banks, its role in initiating sediment particle motion, and its influence on channel scour and deformation processes. Existing approaches for determining critical shear stress and their applicability under different hydraulic conditions are also reviewed. The literature analysis demonstrates that reliable assessment of channel stability requires an integrated consideration of flow characteristics and the physical and mechanical properties of channel-forming soils.

Keywords: Channel stability, shear force, shear stress, flow velocity, critical shear stress, soil, scour, deformation, hydraulic calculation.

Kirish. Ochiq o‘zanlarda suv oqimining gidravlik ta’siri natijasida tub va qirg‘oqlarda turli deformatsiya jarayonlari yuzaga keladi. Ayniqsa, tabiiy va tuproq o‘zanli kanallarda oqimning siljitish kuchi grunt zarrachalarining muvozanat holatidan chiqishi, ularning harakatga kelishi, o‘zan tubining yuvilishi va qirg‘oqlarning deformatsiyalanishida muhim omil hisoblanadi. Shu sababli o‘zan barqarorligini baholashda oqimning gidravlik parametrlari bilan bir qatorda gruntning fizik-mexanik xususiyatlarini ham hisobga olish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. O‘zan barqarorligini aniqlash bo‘yicha mavjud tadqiqotlarda asosan oqimning o‘rtacha tezligi, gidravlik radiusi, gidravlik nishabligi, suv chuqurligi va oqimning tubga ta’sir etuvchi urinma kuchidan foydalanilgan. Ayniqsa, siljitish kuchi usuli o‘zan tubida yuzaga keladigan kritik holatni aniqlash va grunt zarrachalarining harakatga kelish shartlarini baholash imkonini beradi. Ushbu yondashuvda amaldagi siljitish kuchi gruntning kritik siljitish kuchidan kichik bo‘lsa, o‘zan nisbatan barqaror holatda bo‘ladi, aksincha, uning ortishi yuvilish va deformatsiya jarayonlarini kuchaytiradi.

Suvning bir tekis harakatida yuzaga keladigan va harakat yo‘nalishida kanal devorlariga ta’sir etuvchi siljitish kuch, suv massasi og‘irlik kuchining tarkibiy qismiga teng bo‘lib, uning o‘rtacha qiymati jonli kesim yuzasi birligiga nisbatan olingan kattalik solishtirma tortish kuchi deb ataladi va keng o‘zanlar uchun quyidagiga teng deb qabul qilinadi [20, 47]:

$$\tau = \gamma_B RI \approx \gamma_B h_c I \tag{1.}$$

yoki uncha keng bo‘lmagan trapetsiyasimon ruslilar uchun $(b/h \le 4)$ [102]

$$\tau = \psi_1 \gamma_B hI, \tag{2}$$

bu yerda ψ_1 – ko‘ndalang kesim o‘lchamlari b/h nisbati oqimning solishtirma sirpanish kuchiga ko‘rsatadigan ta’sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo‘lib, u (1.29) formula orqali topiladi. Trapetsiya shaklidagi o‘zanlar uchun bu ta’sir $b/h \le 4,$ bo‘lganda hisobga olinadi, keng o‘zanlar uchun esa $b/h > 4$ sharoitida $\psi_1 = 1$ deb qabul qilinadi; R, h_c – mos ravishda gidravlik radius va o‘rtacha chuqurlik.

AQSH Melioratsiya Byurosi [47, 102] ishlarda trapetsiya, uchburchak va to‘g‘ri to‘rtburchak kesimli kanallarda siljitish kuchining taqsimotini membran analogiyasi, analitik va cheklangan ayirmalar usullari yordamida aniqlagan. O‘tkazilgan tadqiqotlar asosida kanal tubi va yon tomonlarida oqimning maksimal solishtirma siljitish kuchi uchun loyihalashga mo‘ljallangan grafiklar (1.-rasm) qurilgan.

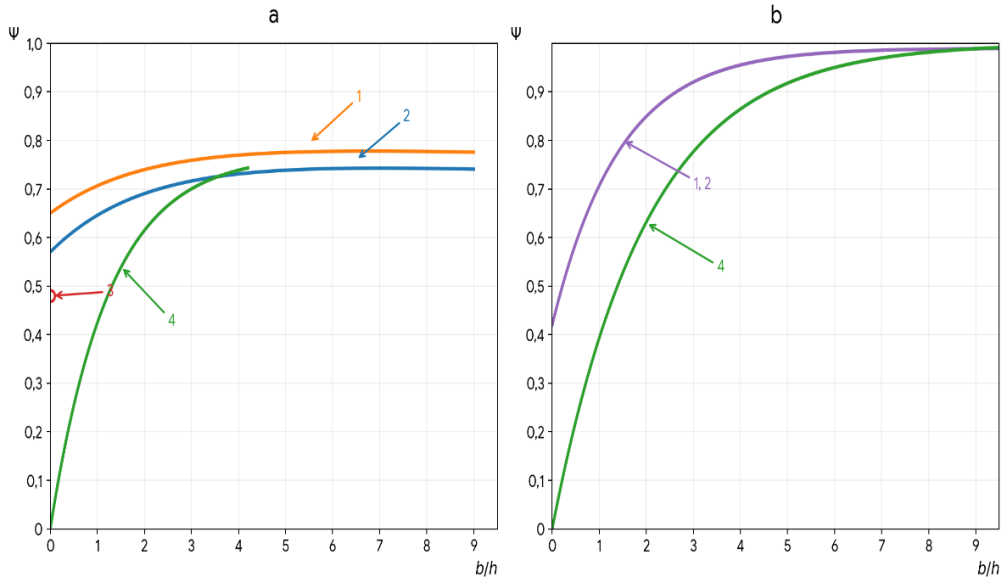
Keng o‘zanlar $(b/h > 4)$ uchun:

Tubdagi maksimal siljitish kuchi:

$$\tau_{dn} = 0,97\gamma_B hI, \tag{3}$$

Yon tomonlardagi siljitish kuchi:

$$\tau_{ot} \approx 0,76\gamma_B hI. \tag{4}$$



1-rasm

Trapetsiya shaklidagi o‘zan kesimida oqimning maksimal siljitish kuchi taqsimoti

a - yonbag‘irlarda; b — o‘zan tubida: 1 – m = 2; 2 – m = 1,5; 3 – m = 1; 4 – m = 0 (to‘g‘ri to‘rtburchak kesim).

O‘zan barqaror bo‘lishi uchun oqimning siljitish kuchi o‘zan tubida va yon tomonlarda grunt uchun belgilangan ruxsat etilgan (kritik) siljitish kuchi qiymatlaridan oshmasligi lozim.

Bugungi kunga kelib turli gruntlar uchun ruxsat etilgan siljitish kuchi bo‘yicha juda ko‘p eksperimental ma’lumotlar to‘plangan. Bu yo‘nalish bo‘yicha ko‘pchilik mahalliy va xorijiy olimlarning ko‘plab ishlari mavjud [6, 19, 47, 55, 79, 102, 113, 125 va boshqalar].

A.Shoklich olib borgan tadqiqot ma’lumotlari tahlili asosida bog‘lanmagan gruntlar uchun kritik siljitish kuchini quyidagi ko‘rinishda ifodalovchi tenglamani olgan [47]:

$$\tau_{kr} = \sqrt{0,385 p_s (P_s - P_B) w \xi}, \tag{5}$$

bu yerda w – gruntning ustuvor fraksiyasiga mansub zarracha hajmi; ξ – shakl koeffitsiyenti bo‘lib, u shar 1,0 qum uchun 1,15...1,35 va maydalangan tosh uchun 3,1 qabul qilinadi.

(5) formuladan zarrachalar shaklining τ_{kr} kritik siljitish kuchiga juda kuchli ta’siri mavjudligini ko‘rish mumkin. Yaxshi yumaloqlangan sirtli zarrachalar oqim ta’siriga nisbatan kamroq mustahkam bo‘ladi; aksincha, notekis sirtli zarrachalar (masalan, shag‘al) ko‘proq ilashish kuchiga ega bo‘lib, oqim ularni oson sudray olmaydi. Biroq shag‘alning mineralogik tarkibi va shakli juda xilma-xil bo‘lganligi uchun uning xarakteristikasini bilmasdan ξ shakl koeffitsiyentining ishonchliligi haqida aniq xulosa chiqarish qiyin.

S.Lelyavskiy Shoklich, Engels, Gilbert va boshqa xorijiy olimlar tomonidan laboratoriya hamda tabiiy dala sharoitlarda olingan tajriba ma’lumotlarni umumlashtirib, quyidagini sodda empirik bog‘lanish bilan (SI tizimida berilgan) taxminan ifodaladi:

$$\tau_{kr} = 1660 d. \tag{6}$$

Tajriba ma’lumotlarini tahlil qilish asosida u tabiiy aralash yotqiziqlarda mayda zarrachalarning yirik zarrachalarni qisib qo‘yishi tufayli harakatni sekinlashtiruvchi effekt namoyon bo‘ladi degan xulosaga keldi.

Shuningdek, tabiiy sharoitlarda gruntlar uchun kritik siljitish kuchi laboratoriya sharoitidagidan yuqori bo‘lishini ko‘plab tadqiqotchilar [1, 6, 7 va boshqalar] ham qayd etgan. Buning asosiy sababi sifatida Pechkurov [78, 79] ta’kidlaganidek, gruntning yirik fraksiyalaridan (massaning kamida 10 – 20 %) tabiiy o‘z-o‘zidan mustahkamlanish qatlami hosil bo‘lishi ko‘rsatiladi.

Bir jinsli qum gruntlari bilan laboratoriya tajribalar asosida V.N.Goncharov ushbu $\tau_{\max} = 440 d_{cp}$, bog‘lanishni olgan, ya’ni alohida zarrachalarning harakatga kelishi uchun zarur tangensial kuch bu qiymatga teng. Bu Shoklich tomonidan tabiiy gruntlar asosida olingan kritik siljitish kuchi qiymatlaridan ancha past.

V.S.Altunin bir jinsli bo‘lmagan gruntlar uchun hisobiy zarracha diametri sifatida d_{85} qiymatini, ya’ni mexanik tarkibida massaning 85 % undan maydaroq bo‘lgan zarracha diametrini qabul qilishni maqsadga muvofiq deb ko‘rsatadi. Bu o‘zanda mustahkamlikning oshishiga olib keluvchi o‘zini oqiziqlar bilan qoplash hodisasini taxminan hisobga olish imkonini beradi. Bunday hodisani yanada aniqroq hisobga olish [37, 53, 77, 110 va boshqalar] ishlarida keltirilgan tavsiyalar asosida bajarilishi mumkin.

V.P.Troitskiy va V.I.Lichnarovsky tomonidan $d_{95} / d_5 \approx 5 - 10$ bir xil donadorlik koeffitsiyentiga ega bo‘lgan qumning d_{85} o‘rtacha yirikligidagi chegaraviy $\tau_{\max}(H / м^2)$ urinma kuchlanish uchun quyidagi sodda eksperimental bog‘lanishlar olingan:

$$\tau_{\max} = 0,7 d_{cp}^{0,1} \text{ da } 10^{-4} \le d_{cp} \le 2,3 \cdot 10^{-4} \quad (7)$$

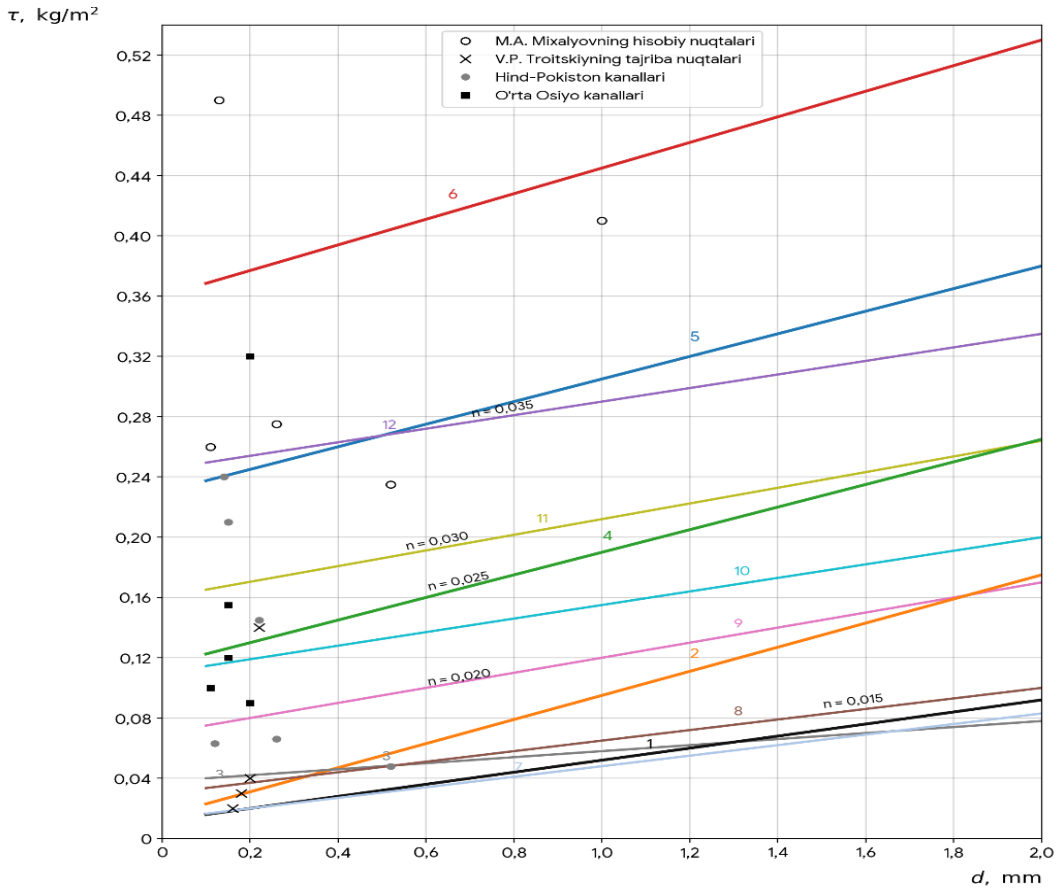
$$\tau_{\max} = 27,8 d_{cp}^{0,54} \text{ da } 2,3 \cdot 10^{-4} \le d_{cp} \le 1,0 \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

$$\tau_{\max} = 686 d_{cp} \text{ da } 1,0 \cdot 10^{-3} \le d_{cp} \le 2,0 \cdot 10^{-2}. \quad (9)$$

Xuddi shu ishda [98] juda qiziqarli eksperimental ma’lumotlar keltirilgan bo‘lib, ularda mayda donali grunt tarkibida gil zarrachalari foizi ortishi bilan kritik tangensial kuchlanish va yuvmaslik tezliklarning ortishi kuzatiladi. Masalan, qumga 15 % gil zarrachalari qo‘shilganda, ruxsat etilgan tangensial kuchlanish 1,6 baravar ortib, $0,5 H / м^2$. ga yetadi.

Shuningdek, buzilmagan tabiiy tolali torf gruntlari o‘zining mustahkam tuzilmasi tufayli oqim ta’siridagi tangensial kuchlanishlarga juda bardoshli bo‘ladi. A.F.Pechkurov ma’lumotlariga ko‘ra, bunday torf gruntlari oqim hosil qiladigan $50 Па$ gacha tangensial kuchlanishga (tub tezligi 1,7 m/s gacha) chiday oladi. Ammo tuzilishi buzilgan torf (qurigan, maydalangan) juda beqaror bo‘lib qoladi: $(\tau_{kr} = 0,5 - 0,9 Па$ (agregat o‘lchami 3-8 sm bo‘lganda), $\tau_{kr} = 0,15 - 0,2 Па$ (torf maydalangan torf bo‘lamasi holatida) bo‘ladi.

V.S.Altunin ko‘plab tadqiqotchilarning qum gruntlaridagi $\tau_{\max}$ kritik tangensial kuchlanishlari bo‘yicha ma’lumotlarini umumlashtirib, ularni d zarrachalar diametri va n g‘adir-budirlik koeffitsiyentiga qarab tizimlashtirgan (2-rasm). Egri chiziqli o‘zanlar bu qiymatlar 10 – 30 % ga kamayadi.



2-rasm

Turli *n* qiymatlarida grunt zarrachalari diametriga bog‘liq holda maksimal tangensial kuchlanishlarning o‘zgarish grafigi. Mualliflar ma’lumotlari bo‘yicha:

1 – V. N. Goncharov; 2 – A. Shiyelds; 3 – V. S. Knoroz; 4–6 – E. Lane; 7 – M. A. Mikhalev; 8–12 – V. S. Altunin.

T.A.Aliyev bog‘langan gruntlarda oqimning kritik siljitish kuchi τ_{kr} qiymatlarini aniqlash uchun quyidagi empirik formula olgan:

$$\tau_{kr} = (1 + 0,0003c_p)(n / 0,0225)^{0,7}. \quad (10)$$

Yuqorida keltirilgan formulalarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, ular gruntlarning fizik-mexanik xususiyatlarini (suvning ichki ishqalanish, strukturali birikish, g‘ovaklik) hisobga olmaydi. Shu sababli bu formulalar ancha taxminiy bo‘lib, faqat ular olingan grunt sharoitlarida eng ishonchli natijani beradi.

Xulosa. 1. Ochiq yer o‘zanli kanallarda oqiziqlar harakatining boshlanishi suv oqimining gidravlik xususiyatlari va zarrachalarning fizik parametrlariga bevosita bog‘liq. Oqimning urinma kuchlanishi ma’lum kritik qiymatga yetganda, zarrachalar harakatga keladi va shu orqali kanal tubidagi deformatsiya jarayonlari boshlanadi.

2. Mazkur jarayonni to‘g‘ri baholash va hisoblash kanallarni loyihalash, ulardan samarali foydalanish hamda tub yuvilish yoki cho‘kish kabi noxush holatlarni oldini olishda muhim ahamiyatga ega. Nazariy va amaliy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, oqiziqlar harakatini aniqlashda ilmiy asoslangan usullardan foydalanish gidrotexnik inshootlarning ishonchliligi va barqarorligini ta’minlaydi.

3. Shu sababli, ochiq kanallarda oqim va oqiziqlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni chuqur o‘rganish va hisobga olish suv xo‘jaligi tizimlarining samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Adabiyotlar:

[1] Yang, S.-Q. (2010) – *Depth–Averaged Shear Stress and Velocity in Open-Channel Flows*. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 136 (11). DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000271
[2] Мирцхулава, Ц. Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости / Ц. Е. Мирцхулава – Москва: Колос, 1967. – 180 с.
[3] Shiono, K. & Knight, D. W. (1991) – *Turbulent Open-Channel Flows with Variable Depth Across the Channel*. Journal of Fluid Mechanics, Vol. 222, pp. 617-646. DOI: 10.1017/S0022112091001246
[4] Henderson, F.M., *Open Channel Flow*, Macmillan, 1966.
[5] Lyapin, V.Yu., Cherkasskikh, S. N., Ryzhenkov, A. V., Volkov, A. V., & Dasaev, M. R. (2021) – *Some Aspects of the Shear Stress Distribution in Non-Uniform Gradually Varied Open Flows*. International Journal of Engineering Trends and Technology, Vol. 69(12), pp. 307–311. DOI: 10.14445/22315381/IJETT-V69I12P237
[6] Choo, Y.-M., Jeon, H.-S. & Seo, J.-C. (2021) – *Entropy-Based Shear Stress Distribution in Open Channel Turbulent Flow Using Experimental Data*. Entropy, Vol. 23(11), 1540. DOI: 10.3390/e23111540
[7] Chow, V.T., *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, 1959.
[8] Knight, D.W., *Computational Fluid Dynamics in Open Channel Flow*, Wiley, 2004.
[9] Swamee, P K, and Mittal, M K, An Explicit Equation for Critical Shear Stress in Alluvial Streams, J. of Irrigation and Power, CBIP., India, Vol. 33, No. 2, pp. 237–239, April 1976.
[10] Maturi Foad et al. (2019) – *Experimental Study of Shear Stress in a Rectangular Channel with Vegetation*. Journal of Applied Engineering Sciences, Vol. 9(2), pp. 155–160. DOI: 10.2478/jaes-2019-0021
[11] Guo, J. & Julien, P. Y. (2005) – *Shear Stress in Smooth Rectangular Open-Channel Flows*. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 131, No. 1, pp. 30–37. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9429(2005)131:1(30)
[12] Wall Shear Stress in Open Channel Flow using Different Groynes (2023) – ISH Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 29(2). DOI: 10.1080/09715010.2022.2026827
[13] G‘ayimnazarov I. X. UDC 532.543: 627.157: Calculation of the parameters of the base rows in a non-stationary flow //Innovatsion texnologiyalar. – 2025. – T. 59. – №. 3. – C. 62-66.
[14] G‘ayimnazarov, I., Eshev, S., Bazarov, O., Latipov, S., Rakhimov, A., & Guliyeva, S. (2025, July). Investigation of the initiation of sediment movement in mixed flows. InAIP Conference Proceedings (Vol. 3256, No. 1, p. 020041). AIP Publishing LLC.
[15] Eshev, S. S., Gayimnazarov, I. X., Latipov, S. A., Rahmatov, M. I., & Kholmamatov, I. K. (2023, March). Calculation of parameters of subsurface ridges in a steady flow of groundwater channels. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612, No. 1, p. 050033). AIP Publishing LLC.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKTNING AHAMIYATI

Sultonov Odiljon Ziyomiddinovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya. Ushbu tezisda sun’iy intellekt texnologiyalarining fizika fanini o‘qitish jarayonidagi ahamiyati va pedagogik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Fizika fanini samarali o‘qitishda nazariy bilimlarni amaliy tajribalar, matematik modellar, grafiklar va interaktiv vositalar bilan uyg‘unlashtirish muhim hisoblanadi. Sun’iy intellekt o‘qituvchiga dars materiallarini tayyorlash, murakkab fizik hodisalarni tushuntirish, masalalar va testlar yaratish, virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish hamda ta’lim oluvchilarning individual ehtiyojlarini hisobga olishda yordam beradi. Tezisda sun’iy intellektning o‘qituvchi faoliyatini yengillashtirish, talabalarning fanga qiziqishini oshirish va mustaqil fikrlashini rivojlantirishdagi imkoniyatlari yoritilgan. Shu bilan birga, sun’iy intellektdan foydalanishda ilmiy ma’lumotlarning ishonchliligini tekshirish va talabaning tayyor javoblarga ortiqcha bog‘lanib qolishining oldini olish zarurligi qayd etilgan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, fizika ta’limi, raqamli pedagogika, interaktiv ta’lim, fizik modellashtirish, virtual laboratoriya, individual ta’lim, STEM, ta’lim texnologiyalari.

Аннотация. В тезисе анализируется значение и педагогические возможности технологий искусственного интеллекта в преподавании физики. Для эффективного обучения физике важно сочетать теоретические знания с практическими экспериментами, математическими моделями, графиками и интерактивными средствами. Искусственный интеллект помогает преподавателю подготавливать учебные материалы, объяснять сложные физические явления, создавать задачи и тесты, организовывать виртуальные лабораторные занятия и учитывать индивидуальные потребности обучающихся. Освещаются возможности искусственного интеллекта в облегчении деятельности преподавателя, повышении интереса студентов к физике и развитии самостоятельного мышления. Одновременно подчеркивается необходимость проверки достоверности научной информации и предотвращения чрезмерной зависимости обучающихся от готовых ответов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, физическое образование, цифровая педагогика, интерактивное обучение, физическое моделирование, виртуальная лаборатория, индивидуальное обучение, STEM, образовательные технологии.

Abstract. This thesis analyzes the importance and pedagogical potential of artificial intelligence technologies in teaching physics. Effective physics education requires combining theoretical knowledge with practical experiments, mathematical models, graphs, and interactive tools. Artificial intelligence can help teachers prepare learning materials, explain complex physical phenomena, create problems and tests, organize virtual laboratory activities, and address learners’ individual needs. The thesis highlights the potential of artificial intelligence to reduce teachers’ workload, increase students’ interest in physics, and develop independent thinking. At the same time, it emphasizes the need to verify the reliability of scientific information and prevent excessive dependence on ready-made answers.

Keywords: artificial intelligence, physics education, digital pedagogy, interactive learning, physical modeling, virtual laboratory, personalized learning, STEM, educational technologies.

Kirish. Zamonaviy ta’lim tizimida raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish ta’lim sifatini oshirishning muhim omillaridan biriga aylanmoqda. Ayniqsa, sun’iy intellektning rivojlanishi o‘qituvchining kasbiy faoliyatini qo‘llab-quvvatlash va ta’lim oluvchilar uchun yangi o‘quv imkoniyatlarini yaratishga xizmat qilmoqda [1; 2]. Fizika fanini o‘qitishda sun’iy intellektdan foydalanish nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog‘lash, murakkab hodisalarni modellashtirish va individual ta’limni tashkil etish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Fizika o‘quvchilarda tabiat hodisalarini ilmiy asosda tushuntirish, sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash, matematik modellar tuzish va tajriba natijalarini tahlil qilish ko‘nikmalarini shakllantiradi. Shu sababli fizika ta’limida sun’iy intellektdan foydalanish faqat axborot berish vositasi sifatida emas, balki ilmiy tafakkurni rivojlantiruvchi pedagogik vosita sifatida qaralishi lozim [3; 4].

Sun’iy intellektning fizika fanini o‘qitishdagi asosiy ahamiyati murakkab fizik tushunchalarni talabaning bilim darajasiga mos ravishda tushuntirish imkoniyatidadir. Mexanika, elektr va magnetizm, optika, molekulyar fizika, atom va yadro fizikasi kabi bo‘limlarda ko‘plab mavzular abstrakt tushunchalar va matematik formulalar bilan bog‘liq. Sun’iy intellekt yordamida bir xil mavzuni sodda, o‘rta yoki yuqori murakkablik darajasida tushuntirish, analogiyalar va amaliy misollar keltirish mumkin [1; 3].

O‘qituvchining darsga tayyorgarlik jarayonida ham sun’iy intellekt samarali yordamchi bo‘la oladi. U ma’ruza rejasi, muammoli savollar, amaliy topshiriqlar, testlar va turli murakkablikdagi fizik masalalarni tayyorlashda foydalanilishi mumkin. Masalan, biror mavzu bo‘yicha boshlang‘ich, o‘rta va yuqori darajadagi topshiriqlarni ishlab chiqish orqali differensial ta’limni tashkil etish mumkin [2; 3].

Fizik masalalarni o‘qitishda sun’iy intellektdan foydalanish alohida ahamiyatga ega. O‘quvchi yoki talaba masalani mustaqil yechgandan so‘ng, o‘z yechimini sun’iy intellekt yordamida tekshirishi

mumkin. Bunda berilgan kattaliklarni aniqlash, fizik qonunni tanlash, formulani qo‘llash, hisoblash va natijani tahlil qilish bosqichlari taqqoslanadi. Bu yondashuv o‘quvchining xatosini tushunishiga va masalani yechish algoritmini o‘zlashtirishiga yordam beradi [1; 4].

Sun’iy intellekt fizik jarayonlarni modellashtirishda ham muhim vosita hisoblanadi. Jismning harakati, erkin tushish, garmonik tebranish, elektr zanjiridagi tok va kuchlanish, issiqlik almashinuvi kabi jarayonlarni turli parametrlar asosida modellashtirish orqali o‘quvchi fizik qonuniyatlarni ko‘rgazmali tarzda kuzatishi mumkin. Bunday yondashuv matematik ifodalar bilan real fizik jarayon o‘rtasidagi bog‘lanishni yaxshiroq anglashga yordam beradi [4; 5].

Virtual laboratoriyalar fizika fanini o‘qitishda sun’iy intellekt imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Real laboratoriya jihozlari cheklangan sharoitlarda o‘quvchilar virtual tajribalarni bajarishi, parametrlarni o‘zgartirishi, natijalarni jadval va grafiklar orqali tahlil qilishi mumkin. Masalan, Ohm qonunini o‘rganishda kuchlanish va qarshilik qiymatlarini o‘zgartirib, tok kuchining o‘zgarishini kuzatish mumkin [4; 5].

Sun’iy intellekt individual ta’limni tashkil etishda ham katta ahamiyatga ega. Har bir o‘quvchining bilim darajasi va xatolari turlicha bo‘lishi mumkin. Sun’iy intellekt yordamida o‘quvchining o‘zlashtirish darajasiga mos topshiriqlar tavsiya etish, takrorlash zarur bo‘lgan mavzularni aniqlash va qo‘shimcha tushuntirishlar berish mumkin. Bu esa ta’lim jarayonining individuallashuviga xizmat qiladi [2; 3].

O‘qituvchi faoliyatida sun’iy intellektdan foydalanishning yana bir muhim jihati o‘quv jarayonini tahlil qilish imkoniyatidir. Test natijalari, masalalardagi xatolar va mavzular bo‘yicha o‘zlashtirish darajasi tahlil qilinib, keyingi darslarda qaysi masalalarga ko‘proq e’tibor berish zarurligi aniqlanishi mumkin [2].

Shu bilan birga, sun’iy intellektdan foydalanish muayyan xavflarni ham keltirib chiqaradi. Sun’iy intellekt tomonidan taqdim etilgan javoblar ayrim hollarda ilmiy jihatdan noto‘g‘ri bo‘lishi mumkin. Shuningdek, o‘quvchining barcha topshiriqlarni sun’iy intellekt yordamida bajarishga odatlanishi mustaqil fikrlashni susaytirishi ehtimoli mavjud. Shu sababli o‘qituvchi sun’iy intellektdan foydalanish jarayonini nazorat qilishi va o‘quvchini o‘z fikrini asoslashga undashi kerak [2; 3].

Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellekt fizika fanini o‘qitish jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi zamonaviy pedagogik vositalardan biridir. Uning yordamida murakkab fizik tushunchalarni tushuntirish, masalalar va testlar tayyorlash, fizik jarayonlarni modellashtirish, virtual laboratoriyalar tashkil etish va individual ta’limni rivojlantirish mumkin.

Sun’iy intellektning eng muhim ahamiyati o‘qituvchini almashtirishda emas, balki uning pedagogik imkoniyatlarini kengaytirishda namoyon bo‘ladi. O‘qituvchi sun’iy intellektdan foydalanib, dars mazmunini boyitishi, talabalarning qiziqishini oshirishi va ularning mustaqil ilmiy fikrlashini rivojlantirishi mumkin. Buning uchun sun’iy intellektdan foydalanish jarayoni ilmiylik, pedagogik maqsadga muvofiqlik va axborotning ishonchliligini tekshirish tamoyillariga asoslanishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1]. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson.
[2]. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. UNESCO, 2023.
[3]. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
[4]. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. Wiley.
[5]. Serway R. A., Jewett J. W. Physics for Scientists and Engineers. Cengage Learning.

QURILISH MAYDONLARIDA GEODEZIK TARMOQLARNI YARATISH VA ULARNING AHAMIYATI

Toshpulatov Jahongir Samar o‘g‘li,
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston,
jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada qurilish maydonlarida geodezik tarmoqlarni yaratishning ahamiyati va ularni tashkil etish usullari yoritilgan. Geodezik tarmoqlar qurilish ishlarining asosiy tayanch bazasi hisoblanib, ular yordamida hududning rejaviy va balandlik asoslari aniqlanadi. Tadqiqot davomida maydonni tayyorlash, koordinatalar tizimini o‘rnatish, nazorat punktlarini joylashtirish va aniqlik darajasini baholash jarayonlari ko‘rib chiqildi. Geodezik tarmoqlar arxitektura va qurilish ishlarida inshootlarni to‘g‘ri joylashtirish, qurilish jarayonini nazorat qilish, monitoring olib borish va hududiy rejalashtirishni ilmiy asoslashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, yaratilgan tarmoqlar asosida topografik plan va xaritalar tuzilib, ular kartografiya va kadastr sohalarida ham qo‘llanadi.

Kalit so‘zlar: geodezik tarmoqlar, qurilish maydoni, koordinatalar tizimi, monitoring, topografik plan, aniqlik, nivelirlash, GNSS texnologiyalari, geodezik punktlar, balandlik asoslari, plan asoslari, inshootlarni joylashtirish.

Аннотация: В данной статье освещается значение создания геодезических сетей на строительных площадках и способы их организации. Геодезические сети являются основной базой строительных работ, с помощью которых определяются плановые и высотные основания местности. В ходе исследования были рассмотрены процессы подготовки местности, установки системы координат, размещения контрольных пунктов и оценки уровня точности. Геодезические сети играют важную роль в архитектурно-строительных работах по правильному размещению сооружений, контролю за строительным процессом, мониторингу и научному обоснованию территориального планирования. Также на основе созданных сетей составляются топографические планы и карты, которые применяются в картографии и кадастре.

Ключевые слова: геодезические сети, строительная площадка, система координат, мониторинг, топографический план, точность, нивелирование, технологии GNSS, геодезические точки, высотные ориентиры, основы плана, размещение сооружений.

Abstract: This article highlights the importance of creating geodetic networks on construction sites and how they are organized. Geodetic networks are the main base of construction works, with the help of which the planned and high-altitude foundations of the area are determined. The study examined the processes of terrain preparation, the installation of a coordinate system, the placement of checkpoints and the assessment of accuracy. Geodetic networks play an important role in architectural and construction work on the correct placement of structures, control of the construction process, monitoring and scientific substantiation of territorial planning. Topographic plans and maps are also compiled based on the created networks, which are also used in cartography and cadastre.

Keywords: geodetic networks, construction site, coordinate system, monitoring, topographic plan, accuracy, alignment, GNSS technologies, geodetic points, altitude landmarks, basic plan, placement of structures.

Kirish. Bugungi kunga kelib O’zbekiston Respublikasi prezidentining 2017 yil 31 maydagi PF-5065-son “Yerlarni muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanish borasida nazoratni kuchaytirish, geodeziya va kartografiya faoliyatini takomillashtirish, davlat kadastrlari yuritishni tartibga solish chora tadbirlari to’g’risida”gi farmonlari asosida ko’plab ishlar olib borilmoqda. Respublika mudofaa va xalq xo’jaligini topografiya, geodeziya materiallari, kartografiya mahsulotlari bilan ta’minlash hamda Davlat kadastri asoslarini yaratish maqsadlarida tashkil etilgan. Qurilish

jarayonida geodezik tarmoqlar muhim o‘rin egallaydi. Har qanday yirik inshoot, bino yoki muhandislik obyekti qurilishi oldidan joyning aniq o‘lchovlari, koordinatalar tizimi va nazorat nuqtalari belgilanadi. Bu tarmoqlar orqali qurilish ishlarini loyiha asosida to‘g‘ri joylashtirish, o‘lchash va nazorat qilish mumkin bo‘ladi. Geodezik tarmoq – bu ma’lum koordinatalar tizimida aniqlangan tayanch punktlar majmuasi bo‘lib, ular orqali maydonning geodezik asosiy xaritasi va o‘lchovlari amalga oshiriladi. Qurilish maydonidagi tarmoq alohida mustahkamlangan belgilar (reper, markaz, signal) orqali tashkil etiladi.

Geodezik tarmoqlarni yaratish bosqichlari. 1) *Dastlabki tayyorgarlik* – loyiha hujjatlari, topografik xaritalar va mavjud geodezik punktlar o‘rganiladi; **2)** *Tayanch nuqtalarni tanlash* – qurilish hududida barqaror va qulay joylardan asosiy punktlar belgilanadi; **3)** *O‘lchash ishlari* – teodolit, GPS yoki zamonaviy taxeometrlar yordamida burchak va masofa o‘lchovlari amalga oshiriladi; **4)** *Hisoblash va koordinatalarni aniqlash* – barcha nuqtalarning koordinatalari aniq matematik usullar yordamida hisoblanadi; **5)** *Tarmoqni mustahkamlash va tekshirish* – punktlar joyida mustahkamlanadi va aniqlik darajasi qayta tekshiriladi.

Qurilish maydonlarida geodezik tarmoqlarning ahamiyati. 1) *Aniqlikni ta’minlash* – loyihada belgilangan o‘lcham va joylashuvni qurilish maydonida aniq ko‘rsatib beradi; **2)** *Qurilish jarayonini nazorat qilish* – inshoot elementlari, balandliklar va gorizontal siljishlarni kuzatishda asosiy tayanch bo‘lib xizmat qiladi; **3)** *Moslashtirish imkoniyati* – turli qurilish bosqichlarida geodezik tarmoqdan foydalanib, ishlar o‘zaro bog‘lanadi; **4)** *Monitoring va xavfsizlik* – katta inshootlarda cho‘kish, siljish yoki deformatsiyalarni nazorat qilish uchun geodezik tarmoq asos bo‘ladi; **5)** *Loyihaviy va amaliy ishlarni birlashtirish* – loyiha koordinatalarini joyda to‘g‘ri aks ettirish imkonini beradi.

Hozirgi kunda Respublikamizda barcha geodezik ishlarni bajaruvchi tashkilotlar, zamonaviy geodezik asboblar bilan ta’minlangan. Zamonaviy geodezik asboblardan foydalanib geodezik ishlarni bajarish aniqligi yuqoriligi bilan ajralib turadi. Yosh kadrlarni ushbu geodezik asboblarda ishonchli va ustuvor ishlashlari ularning bilim olishdagi qunt va sabotlariga bog’liqdir. Biz ishonamizki, Mustaqil O’zbekiston Respublikasi yoshlari ushbu marralarni hech qiynalmasdan egallaydilar. Oliy geodeziya fani Yerning shaklini, o’lchamlarini va yer gravitatsion maydonini aniqlash, davlat geodezik tayanch to’rlarini (tarmok) barpo etish, geodinamik hodisalarni o’rganish, hamda Yer ellipsoid yuzasida va fazoda geodezik masalarni yechish bilan shug’ullanadi.

Davlat geodeziya tarmog'ini barpo qilishning asosiy usullari triangulyatsiya, poligonometriya va trilateratsiyadir. Har bir alohida holatda u yoki bu usulni tanlash tarmoqni barpo qilishning kerakli aniqligi va iqtisodiy samaradorligi bilan belgilanadi.

Triangulyatsiya usuli. Triangulyatsiya usuli birinchi marta gollandiyalik olim Snellius tomonidan 1614 yilda taklif qilingan, bu usul barcha mamlakatlarda keng qo'llaniladi. Usulning mohiyati quyidagicha. Hududning yuqori balandliklarida uchburchaklar tarmog'ini tashkil etuvchi geodeziya punktlari tizimi o’rnatiladi. Ushbu tarmoqda A boshlang'ich nuqtasining koordinatalari aniqlanadi, har bir uchburchakdagi gorizontal burchaklar, shuningdek a va b azimutlarining uzunligi va azimut bo'ylab tarmoq miqyosi va yo'nalishini belgilaydigan asos tomonlari o'lchanadi.

Poligonometriya usuli. Ushbu usul uzoq vaqtdan beri ma'lum bo'lgan, ammo uni davlat geodeziya tarmog'ini yaratishda qo'llash yaqin vaqtgacha chiziq uzunligi o'lchovlarning murakkabligi bilan cheklangan edi. O’tgan asrning oltmishinchi yillaridan boshlab, aniq yorug'lik va radio dalnomer o'lchagichlarni geodeziya ishlab chiqarishga joriy etish bilan bir vaqtda, poligonometriya usuli yanada rivojlandi va geodeziya tarmoqlarini yaratishda keng qo'llanila boshladi.

Trilateratsiya usuli. Ushbu usul, triangulyatsiya usuli singari, uchburchaklar zanjiri, geodezik to'rtburchaklar va Markaziy tizimlar shaklida yoki burchaklar emas, balki tomonlarning uzunligi o'lchanadigan uchburchaklarning uzluksiz tarmoqlari shaklida geodezik tarmoqlarni yaratishni o'z ichiga oladi. Trilateratsiyada, uchburchakda bo'lgani kabi, tarmoqlarni erga yo'naltirish uchun bir qator tomonlarning azimutlari aniqlanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Jo‘rayev M.M., Tursunov N.R. Injenerlik geodeziyasi. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2019. – 256 b.
2. Axmedov A.A., Raxmonov B.S. Geodezik o‘lchashlarda zamonaviy usullar. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2020. – 214 b.
3. Nurmatov O. Qurilishda geodeziya asoslari. – Toshkent: TATU nashriyoti, 2018. – 178 b.
4. Карпик А.П., Шахраманьян М.А. Инженерная геодезия: современные методы и технологии. – Москва: Академия, 2017. – 312 с.
5. Соловьёв Ю.А. Геодезические сети и их применение в строительстве. – Санкт-Петербург: Питер, 2016. – 265 с.
6. Kraus, K. Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans. – Berlin: Walter de Gruyter, 2007. – 459 p.
7. Heunecke, O., Kuhlmann, H. Engineering Geodesy. – Berlin: Springer, 2013. – 370 p.
8. Remondino, F., Rizzi, A. Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites – techniques, problems, and examples. Journal of Applied Geomatics, 2010, Vol. 2, pp. 85–100.
9. Kersten, T., Lindstaedt, M. Image-based low-cost systems for automatic 3D recording and modeling of archaeological and construction objects. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2012, Vol. 39, pp. 1–6.

TEMIR YO‘L POYDEVORI VA YO‘L USTI INSHOOTLARINI NAZORAT O‘LCHOVLARI

Toshpulatov Jahongir Samar o‘g‘li
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur ishda temir yo‘l poydevori hamda yo‘l usti inshootlarining barqarorligi va aniqligini ta’minlash maqsadida olib boriladigan geodezik nazorat o‘lchovlari haqida so‘z yuritiladi. Unda cho‘kish, siljish va deformatsiyalarni aniqlashda qo‘llaniladigan zamonaviy geodezik asboblar – niveller, total stansiya va GNSS tizimlarining ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, muntazam kuzatuvlar asosida inshootlarning texnik holatini baholash, xavfsizlikni ta’minlash va ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan o‘zgarishlarni oldindan aniqlash usullari tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: geodezik nazorat, temir yo‘l poydevori, yo‘l usti inshootlari, deformatsiya kuzatuvi, cho‘kish va siljish, nivellirlash ishlari, monitoring tizimi.

Аннотация: В данной работе речь пойдет о геодезических контрольных измерениях, проводимых с целью обеспечения устойчивости и точности фундаментов железных дорог и дорожных сооружений. В ней освещается важность современных геодезических инструментов, используемых для обнаружения просадок, смещений и деформаций – нивелиров, тахеометра и систем GNSS. Также анализируются методы оценки технического состояния сооружений на основе регулярных наблюдений, обеспечения безопасности и заблаговременного выявления изменений, возникающих в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: геодезический контроль, железнодорожный фундамент, путевые сооружения, наблюдение за деформацией, проседание и смещение, нивелирование, система мониторинга.

Abstract: This paper focuses on geodetic control measurements carried out to ensure the stability and accuracy of the foundations of railways and road structures. It highlights the importance of modern geodetic instruments used to detect subsidence, displacements and deformations – levels, total station and GNSS systems. It also analyzes methods for assessing the technical condition of structures on the basis of regular observations, ensuring safety and detecting in advance the changes that occur during operation.

Keywords: geodetic control, railway foundations, track structures, monitoring of deformation, subsidence and displacement, leveling, monitoring system.

Kirish. Temir yo‘llar bu – murakkab texnik tizim hisoblanib, katta sondagi inshootlar va qurilmalardan, mexanizm va mashinalardan, avtomatlashgan jihozlardan tashkil topgan bo‘ladi hamda yo‘lovchi va yuklarni tashiydigan, texnika inshootlari majmui bilan jihozlangan transport korxonasidir.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Temir yo’llar qurilishida zamonaviy geodezik asboblar haqida ko'plab adabiyotlar mavjud. Quyidagi temir yo’l qurilishi va qurilishda geodeziya sohalarida qo’llaniladigan bir nechta chet tillarida chop etilgan adabiyotlardan bir qismini keltiraman: “Geodetic Reference Frames: IAG Symposium Munich, Germany, 9-14 October 2006” – bu adabiyot geodezik referans kadrlari va ularning amaliyoti haqida xususan IAG simpoziumida o'rganilgan tadqiqotlarga asoslangan, uning muallifi Reiner Rummel; “GPS for Geodesy” – bu kitob GPS texnologiyasini geodeziya sohasida qo'llash bo'yicha o'qituvchi materiallar bilan to'ldirilgan, uning muallifi Jan Van Sickle; “Geodetic Deformation Monitoring: From Geophysical to Engineering Roles: IAG Symposium Jaén, Spain, 6-9 March 2006” – bu adabiyot geodezik deformatsiya monitoringining geofizikadan muhandislik vazifalariga bo'lgan o'tishlarini bayon qiladi, uning muallifi Jaume Vilà-Guerau de Arellano.

Natijalar. Hozirgi davrdagi geodezik asbobsozlikning ajralib turadigan jihatlaridan asosiysi ilg‘or zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash bilan bog‘liq bo‘lgan texnologik o‘sish bo‘ldi. Zamonaviy geodezik asboblar faqat optik asboblar bo‘lib qolmay, balki kompyuterlashgan optik elektron sistemalar yo‘nalishida rivojlanmoqda va geodezik asboblar ishlab chiqaruvchilar an’anaviy optik asboblar bilan birgalikda zamonaviy optik elektron asboblar – elektron teodolitlar, taxeometrik stansiyalar, elektron (raqamli), lazerli nivelirlar va boshqa asboblar ishlab chiqilmoqda. Bunday asboblarning ko‘pchiligi mexanik blok, optik blok va tarkibida o‘lchash moduli va interfeysli modul bo‘lgan elektron blokdan iborat. Temir yo‘l qurilishida ko‘pgina geodezik asboblar, shular jumlasidan elektron taxeometrning o‘rni beqiyosdir.

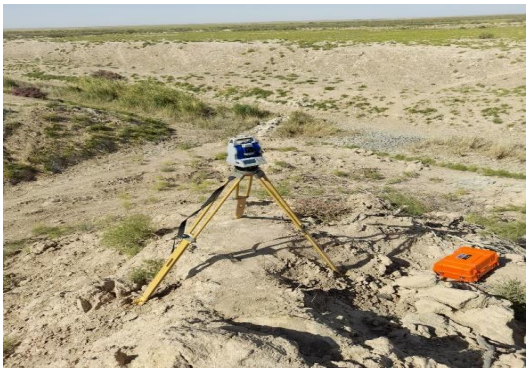


1-rasm. “STONEX R3+350” elektron taxeometri

Muhokama. Elektron taxeometr eng ommaviy bo‘lib, ko‘p firmalar tomonidan chiqarilmoqda. Har bir firma o‘z asboblarini kodlash sistemasiga ega. Ular odatda ma’lum aniqlik diapazonini qamrab oladigan bir avlod asboblarining 3-sinf (seriyasi) chiqariladi. Har bir seriyada o‘rnatilgan diapazon doirasida aniqligi, avtomatlashtirish darajasi va qo‘shimcha funksiyalarning har-xil to‘plami bo‘yicha farqlanadigan bir necha modifikatsiyasi bo‘ladi shulardan biri.

Taxeometrik stansiyalar masofalarni va burchaklarni bevosita o‘lchash - qutubli syomka, rejalash ishlari, masofani vositali aniqlash, balandlikni aniqlash, maxsus ishlarni – doiraviy qabullar usulida, doiraviy egrilarni rejalash, foydali syomka, poligonometriyani o‘rnatish va boshqa maxsus ishlarni bajarishda qo‘llaniladi. Zamonaviy elektron taxeometrik stansiyalar avtomatlashtirish darajasiga ko‘ra mexanik, motorlashtirilgan, robotlashtirilgan (dioaloqa orqali olisdan motorlashtirilib boshqariladigan) turlarga bo‘linadi.

Elektron taxeometrlarning paydo bo‘lishi taxeometrik syomkani to‘la va qisman avtomatlashtirish imkonini tug‘dirdi. Bunda asbob syomkali nuqtalarda o‘rnatiladi va piketli nuqtalarga taxeometr komplektiga kiradigan qaytargichli nishon tayoqchalar qo‘yiladi. Bu hamda yondosh va syomkali nuqtalardagi nishon tayoqchalarga asbob trubasi yo‘naltirilganda ufqiy va tik burchaklar hamda bu burchaklargacha masofa avtomatik rejimda aniqlanadi. Taxeometrning mikro EHMi o‘lchash natijalariga avtomatik tarzda ishlov beradi va Δx va Δy miqdor orttirmalarni, yondosh syomkali hamda piketli nuqtalargacha nisbiy balandliklarni aniqlaydi.



2-rasm

“STONEX R3+350” elektron taxeometrini ishchi holatga keltirish

Xulosa. Bunda o‘lchanadigan masofalarga va o‘lchanadigan burchaklarga asbob tik o‘qini qiyaligi ta’siri uchun ham tuzatmalar avtomatik tarzda hisobga olinadi. O‘lchashlar natijalari maxsus xotira (informatsiya yig‘uvchi) moslamalariga kiritilishi yoki magnitli kassetaga yozilishi mumkin. Keyinchalik informatsiya magnitli kasseta – yig‘uvchidan EHMga kiradi, u maxsus dastur bo‘yicha o‘lchashlar natijalarini yakuniy ishlovini bajaradi, syomkali va piketli nuqtalarning koordinatalarini hisoblashni, joy topografik rejasini grafikli yasash va joyning raqamli modelini tuzish uchun zarur bo‘lgan hisoblashlarni o‘z ichiga oladigan o‘lchashlar natijalarini topografik rejasini yasashni EHM bilan ulangan grafo-yasovchida amalga oshiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mirolimov M.M. Bino va inshootlar arxitekturasi. Darslik. Toshkent. 2012.
2. A.Sh.Shorustamov, R.Ya.Abdullayev “Temir yo‘l bekatlari va tugunlari”. Toshkent: Cho‘lpon, 2007. Darslik.
3. A.Sh.Shorustamov, R.Ya.Abdullayev “Temir yo‘llar umumiy kursi”. Toshkent: “Ilm-ziyo”, 2012. Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma.
4. G‘.N.Aliqulov, M.M.Aralov, N.A.Abdiraxmatov, Z.M.Qilichev “Yer va bino inshootlar xatlovi”. Qarshi, 2021. O‘quv qo‘llanma.
5. Toshpo‘latov S.A., Islomov O‘.P., Inamov A.N., Pardaboyev A.P. “Zamonaviy geodezik asboblar”. Darslik. “TIQXMMI” MTU, 2022.
6. Mirzayev J.O., Jo’rayeva G. Yosh mutaxassislar uchun geodezik ishlar haqida. Interpretation and researches. 2024/2/18.

ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR YORDAMIDA QURILISH OSTI O‘QLARINI SILJISHLARNI ANIQLASH

Toshpulatov Jahongir Samar o‘g‘li
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
jaxongirtoshpulatov3@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada qurilish osti o‘qlarining siljishlarini aniqlashda zamonaviy geodezik va raqamli texnologiyalarning qo‘llanilishiga e’tibor qaratilgan. Qurilish jarayonida asosiy o‘qlar barqarorligini doimiy nazorat qilish inshootning xavfsizligi va sifatli barpo etilishi uchun muhim omil sanaladi. Tadqiqotda 3D lazer skanerlash, GNSS monitoring tizimlari, total stansiyalar, dron-geodeziya va sensorli monitoring kabi ilg‘or usullar orqali siljishlarni yuqori aniqlikda o‘lchash imkoniyatlari yoritilgan. Shuningdek, real vaqt rejimida kuzatuv olib borish, olingan ma’lumotlarni raqamli modellashtirish va tahlil qilish bo‘yicha amaliy tavsiyalar berilgan. Tadqiqot natijalari qurilish maydonlarida aniqlikni oshirish, xatoliklarni kamaytirish hamda barqaror monitoring tizimini shakllantirishda zamonaviy texnologiyalarning yuqori samaradorligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: GNSS monitoring, qurilish osti o‘qlari, geodezik kuzatuv, siljishlarni aniqlash, zamonaviy geodezik texnologiyalar, 3D lazer skanerlash, sensorli monitoring, raqamli modellash, real vaqt rejimida kuzatuv.

Аннотация. В данной статье основное внимание уделяется применению современных геодезических и цифровых технологий для определения смещений осей под строительством. Постоянный контроль устойчивости основных осей в процессе строительства является важным фактором безопасности и качества конструкции. В исследовании рассматриваются возможности измерения смещений с высокой точностью с помощью передовых методов, таких как 3D-лазерное сканирование, системы мониторинга GNSS, тахеометры (тотальные станции), дрон-геодезия и сенсорный мониторинг. Также даны практические рекомендации по проведению наблюдений в реальном времени, цифровому моделированию и анализу полученных данных. Результаты исследования свидетельствуют о высокой эффективности современных технологий в повышении точности на строительных площадках, уменьшении ошибок и формировании устойчивой системы мониторинга.
Ключевые слова: мониторинг GNSS, подземные оси строительства, геодезическое наблюдение, обнаружение сдвигов, современные геодезические технологии, 3D-лазерное сканирование, сенсорный мониторинг, цифровое моделирование, мониторинг в реальном времени.

Annotation. This article focuses on the application of modern geodetic and digital technologies to determine the displacement of axes under construction. Constant monitoring of the stability of the main axes during the construction process is an important factor in the safety and quality of the structure. The study examines the possibilities of measuring high-resolution displacements using advanced techniques such as 3D laser scanning, GNSS monitoring systems, total stations, drone geodesy, and sensor monitoring. Practical recommendations on real-time observations, digital modeling, and data analysis are also provided. The results of the study indicate the high efficiency of modern technologies in improving accuracy on construction sites, reducing errors and forming a stable monitoring system.
Keywords: GNSS monitoring, underground construction axes, geodetic observation, shift detection, modern geodetic technologies, 3D laser scanning, sensor monitoring, digital modeling, real-time monitoring.

Kirish. Qurilish jarayonida bino va inshootlarning asosiy konstruktiv qismlari aniqlik bilan joylashtirilishi muhim hisoblanadi. Qurilish osti o‘qlari inshootning geometrik asosini tashkil etib, ularning eng kichik siljishi ham kelajakda deformatsiya, notekis cho‘kish va konstruktiv buzilishlarga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois o‘qlar holatini doimiy nazorat qilish va ularning siljishlarini aniqlash qurilish geodeziyasining asosiy vazifalaridan biridir. So‘nggi yillarda raqamli va avtomatlashtirilgan geodezik uskunalar paydo bo‘lishi monitoring jarayonini yengillashtirdi, aniqlikni oshirdi va inson omilidan keladigan xatolarni kamaytirdi. Ushbu maqolada qurilish osti o‘qlarining siljishlarini aniqlashda qo‘llanilayotgan ilg‘or texnologiyalar tahlil qilinadi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, qurilish osti o‘qlarining siljishlarini aniqlash va monitoring qilish sohasida zamonaviy texnologiyalar qo‘llanilishi sezilarli darajada kengayib bormoqda. Klassik geodezik usullar (total stansiyalar, nivelirlash, GNSS o‘lchovlari) yuqori aniqlikni ta’minlashi bilan birga, ularning avtomatlashtirilgan variantlari qurilish jarayonida real vaqt rejimidagi monitoring imkoniyatlarini yaratmoqda. Ilmiy manbalarda 3D lazer skanerlash, dron-geodeziya va IoT sensor tizimlarining afzalliklari keng yoritilgan bo‘lib, ushbu texnologiyalar inshootlarning 3D deformatsiyalarini to‘liq va vizual baholashda yuqori samaradorlikka ega ekani ta’kidlanadi. Tahlil qilingan adabiyotlar asosida, monitoring jarayonida turli texnologiyalarni kompleks qo‘llash eng optimal yondashuv ekanligi aniqlangan. Mazkur yondashuv o‘qlar siljishini aniqlik bilan baholash, ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish va xavfli og‘ishlarni erta aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, xarita va BIM modellar bilan integratsiya qilinadigan raqamli monitoring tizimlari ma’lumotlar oqimini avtomatlashtirish, tashkiliy qarorlarni tezlashtirish hamda qurilish xavfsizligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi.

Natijalar. Tadqiqot davomida qurilish osti o‘qlarining siljishlarini aniqlashda qo‘llaniladigan zamonaviy texnologiyalar o‘rganildi, ularning imkoniyatlari solishtirildi va amaliy jihatdan baholandi. Taxeometrlar, GNSS monitoring tizimlari, 3D lazer skanerlash hamda IoT sensor tizimlaridan foydalanish bosqichma-bosqich tahlil qilindi. Ushbu texnologiyalar yordamida o‘qlar holatini aniqlash jarayoni avtomatlashtirilishi, yuqori aniqlik bilan siljishlarni qayd etish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. O‘tkazilgan tahlillar natijasida quyidagilar ma’lum bo‘ldi: **taxeometrlar** millimetr aniqligida o‘lchov berishi va qurilish jarayonining istalgan bosqichida qo‘llash mumkinligi bilan samarali hisoblanadi; **GNSS monitoring tizimlari** real vaqt rejimidagi kuzatuvni ta’minlab, uzoq masofalarda ham barqaror aniqlik berishi bilan ajralib turadi; **3D lazer skanerlash** inshootning to‘liq uch o‘lchamli modelini yaratish va deformatsiyalarni vizual hamda raqamli tahlil qilishda juda samarali ekani tasdiqlandi; **IoT sensor tizimlari** esa o‘qlar holatini 24/7 rejimda kuzatish, kritik siljishlar haqida darhol ogohlantirish berish va monitoringni to‘liq avtomatlashtirishda eng samarali vosita ekani aniqlandi. Umuman olganda, o‘rganilgan texnologiyalar qurilish osti o‘qlarining barqarorligini nazorat qilishda yuqori ishonchlilikka ega ekanini ko‘rsatdi. Monitoring usullarining kompleks qo‘llanilishi natijalarning aniqligini oshiradi, xavfsizlikni ta’minlaydi va qurilish jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan noxush holatlarning oldini olishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari zamonaviy texnologiyalarning qo‘llanilishi inshootlarning sifatini, barqarorligini va foydalanish muddatini sezilarli darajada oshirishini tasdiqlaydi.

Muhokama. Muhokama davomida qurilish osti o‘qlarining siljishini zamonaviy texnologiyalar yordamida aniqlashning ahamiyati hamda afzalliklari yoritib berildi. IoT sensor tizimlari, lazer skanerlash, taxeometrlar va GNSS monitoringi kabi usullar real vaqt rejimida yuqori aniqlikdagi ma’lumotlarni taqdim etishi, xavfsizlikni oshirishi hamda inson omili xatolarini kamaytirishi alohida ta’kidlandi. Tahlil qilingan adabiyotlar ushbu texnologiyalar yordamida deformatsiya jarayonlarini erta aniqlash, konstruksiyalar holatini doimiy nazorat qilish va avariyalarni oldini olish imkoniyati mavjudligini ko‘rsatadi. Umuman olganda, zamonaviy monitoring usullarining joriy etilishi qurilish jarayonlarining ishonchliligi, samaradorligi va xavfsizligini ta’minlashda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa. Qurilish osti o‘qlarining siljishini baholashda zamonaviy raqamli monitoring tizimlarining qo‘llanilishi nazorat jarayonining sifatini sezilarli yaxshilaydi. Sensor tarmoqlari, raqamli geodezik uskunalar va masofaviy o‘lchash texnologiyalari inshootning haqiqiy holatini uzluksiz kuzatib, dinamik o‘zgarishlarni aniq qayd etadi. Olingan ma’lumotlar muhandislarga konstruksiyaning barqarorligi bo‘yicha tezkor qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi. Shunday qilib, innovatsion texnologiyalarga asoslangan monitoring tizimlari qurilish xavfsizligini oshirish va potentsial deformatsiyalarni erta aniqlashda muhim vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Vaníček, P., & Krakiwsky, E. (1986). Geodesy: The Concepts. North-Holland Publishing Company.

2. Schofield, W., & Breach, M. (2007). Engineering Surveying. Butterworth-Heinemann.

3. Ghilani, C. D. (2017). Adjustment Computations: Spatial Data Analysis. Wiley.

4. Mirzayev, J. (2022). Geodezik o‘lchashlarda zamonaviy texnologiyalarning qo‘llanilishi. Toshkent: Fan va Texnika.

5. Usmonov, A., & Sobirov, D. (2021). Qurilish inshootlarida siljishlarni aniqlash usullari. Toshkent: O‘zbekiston Milliy Universiteti Nashriyoti.

6. Tursunov, B. (2020). Geodezik monitoring va raqamli texnologiyalar. Samarqand: Samarqand Davlat Universiteti Nashriyoti.

7. Normurodov, F. (2019). Bino va inshootlarning barqarorligini baholashda IoT sensor tizimlari. Toshkent: Qurilish va Arxitektura Instituti Ilmiy Ishlari.

8. Karimov, S. (2021). Dron-geodeziya va lazer skanerlash texnologiyalari qurilish monitoringida. Toshkent: O‘zbekiston Geodeziya va Kartografiya Jurnali, 3(2), 45–52.

NEFT-GAZ OBYEKTLARIDA METAN SIZIB CHIQISHINI ANIQLASH VA KAMAYTIRISH TEXNOLOGIYALARINI TAKOMILLASHTIRISH

Abdiyev Sarvar Tursunovich[1], Bozorov Jurabek Turonovich[2]
[1]Katta o‘qituvchi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston
[2]Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft-gaz obyektlarida metan sizib chiqishining asosiy sabablari, uni aniqlashning zamonaviy usullari hamda atmosferaga chiqariladigan metan miqdorini kamaytirish texnologiyalari tahlil qilinadi. Infraqizil optik gaz tasvirlash kameralari, lazerli analizatorlar, dronlar, sun’iy yo‘ldosh monitoringi va avtomatlashtirilgan nazorat tizimlarining imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Metan yo‘qotishlarini kamaytirish uchun muntazam monitoring, sizib chiqishlarni aniqlash va bartaraf etish (LDAR) dasturlarini joriy etish hamda texnologik uskunalarni modernizatsiya qilish bo‘yicha takliflar ishlab chiqiladi.

Kalit so‘zlar: neft-gaz sanoati, metan, gaz sizib chiqishi, ekologik xavfsizlik, LDAR, infraqizil kamera, lazerli detektor, dron monitoringi, avtomatlashtirish.

Аннотация. В данной статье анализируются основные причины утечек метана на нефтегазовых объектах, современные методы его обнаружения и технологии снижения выбросов метана в атмосферу. Рассматриваются возможности инфракрасных оптических газоанализаторов, лазерных анализаторов, беспилотных летательных аппаратов, спутникового мониторинга и автоматизированных систем управления. Для снижения потерь метана разработаны предложения по регулярному мониторингу, внедрению программ обнаружения и реагирования на утечки (LDAR) и модернизации технологического оборудования.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, метан, утечка газа, экологическая безопасность, LDAR, инфракрасная камера, лазерный детектор, мониторинг с помощью беспилотников, автоматизация.

Abstract. This article analyzes the primary causes of methane leaks at oil and gas facilities, modern detection methods, and technologies for reducing methane emissions into the atmosphere. The capabilities of infrared optical gas imaging cameras, laser analyzers, drones, satellite monitoring, and automated control systems are examined. Proposals are developed for reducing methane losses through regular monitoring, the implementation of Leak Detection and Repair (LDAR) programs, and the modernization of technological equipment.

Keywords: oil and gas industry, methane, gas leakage, environmental safety, LDAR, infrared camera, laser detector, drone monitoring, automation.

1. Kirish. Neft-gaz sanoatida tabiiy gazni qazib olish, tayyorlash, qayta ishlash, saqlash va tashish jarayonlarida metan sizib chiqishi muhim texnik, iqtisodiy va ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Metan tabiiy gazning asosiy tarkibiy qismlaridan bo‘lib, atmosferaga chiqarilganda iqlim o‘zgarishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Xalqaro energetika agentligining ma’lumotlariga ko‘ra, qazilma yoqilg‘i bilan bog‘liq metan emissiyalarining katta qismini mavjud texnologiyalar yordamida kamaytirish mumkin [1].

Metan sizib chiqishi quduq armaturalari, flanesli birikmalar, klapanlar, kompressorlar, nasoslar, saqlash rezervuarlari va gaz quvurlaridagi nosozliklar natijasida yuzaga kelishi mumkin. Bundan tashqari, texnologik uskunalardan gazni rejalashtirilgan yoki avariyaviy chiqarish holatlari ham emissiyalarga sabab bo‘ladi. Bunday yo‘qotishlar mahsulotning iqtisodiy qiymatini pasaytirishi, yong‘in va portlash xavfini oshirishi hamda atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

An’anaviy tekshirish usullarida ko‘plab uskunalarni alohida ko‘zdan kechirish va portativ gaz analizatorlari bilan o‘lchash talab etiladi. Bu usullar muayyan sharoitlarda samarali bo‘lsa-da, katta maydonlarda yoki qisqa vaqt davomida paydo bo‘ladigan emissiyalarni aniqlashda cheklovlarga ega.

Shu sababli zamonaviy optik, lazerli, masofaviy va avtomatlashtirilgan monitoring texnologiyalarini birgalikda qo‘llash dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Maqolaning maqsadi — neft-gaz obyektlarida metan sizib chiqishini aniqlash texnologiyalarini tahlil qilish, ularning samaradorligini oshirish yo‘llarini asoslash va metan yo‘qotishlarini kamaytirishga qaratilgan kompleks yondashuvni taklif etishdan iborat.

2. Metodlar. Tadqiqotda ilmiy-texnik adabiyotlar va xalqaro tashkilotlarning metan emissiyalarini kamaytirishga oid hisobotlarini tahlil qilish, texnologiyalarni taqqoslash hamda tizimli yondashuv usullaridan foydalanildi. Xususan, Xalqaro energetika agentligining Global Methane Tracker hisobotlari va BMT Atrof-muhit dasturining neft-gaz sohasida metan emissiyalarini o‘lchash hamda hisobot berish bo‘yicha tavsiyalari asos qilib olindi [1; 2].

Metanni aniqlash texnologiyalari quyidagi asosiy guruhlarga ajratildi:

1. Portativ gaz analizatorlari. Ushbu qurilmalar gaz konsentratsiyasini bevosita o‘lchash va sizib chiqish ehtimoli mavjud nuqtalarni tekshirish uchun ishlatiladi. Ular klapanlar, flaneslar, quvur birikmalari va boshqa uskunalarni rejali nazorat qilishda qulay hisoblanadi.

2. Infraqizil optik gaz tasvirlash kameralari. Maxsus kameralar metan oqimini vizual tasvirda aniqlash imkonini beradi. Ularning afzalligi — ko‘plab birikmalarni masofadan tekshirish va gaz tarqalishini tez aniqlash imkoniyatidir. Biroq natijaga ob-havo, masofa, fon harorati va uskunaning texnik xususiyatlari ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

3. Lazerli detektorlar. Lazer nurlanishining metan bilan o‘zaro ta’siriga asoslangan qurilmalar masofadan turib gaz mavjudligini aniqlash uchun qo‘llanadi. Ular xavfli yoki borish qiyin bo‘lgan hududlarni tekshirishda foydalidir.

4. Dronlar va sun’iy yo‘ldosh monitoringi. Dronlarga o‘rnatilgan maxsus sensorlar quvurlar, kompressor stansiyalari va katta ishlab chiqarish maydonlarini tekshirishda ishlatilishi mumkin. Sun’iy yo‘ldoshlar esa yirik emissiya manbalarini keng hududlarda aniqlashga yordam beradi. Biroq ularning aniqlash chegarasi va o‘lchov imkoniyatlari qurilma turi hamda kuzatuv sharoitlariga bog‘liq [1].

Tadqiqot doirasida texnologiyalar aniqlash tezligi, qamrov hududi, o‘lchash imkoniyati, xavfsizlik va amaliy qo‘llash xarajatlari bo‘yicha sifat jihatidan taqqoslandi. Ushbu maqolada yangi dala tajribasi o‘tkazilmagan; natijalar mavjud manbalar tahlili va mualliflik texnik takliflariga asoslanadi.

3. Natijalar. Tahlil natijalari metan sizib chiqishini samarali kamaytirish uchun faqat bitta aniqlash qurilmasidan foydalanish yetarli emasligini ko‘rsatadi. Eng maqbul yondashuv — tezkor aniqlash vositalari, miqdoriy o‘lchash, muntazam texnik tekshiruv va ta’mirlash jarayonlarini yagona tizimga birlashtirishdir.

Birinchidan, ishlab chiqarish obyektlarida sizib chiqishlarni aniqlash va bartaraf etish (LDAR) dasturini joriy etish lozim. Bunda uskunalar ro‘yxatga olinadi, tekshiruvlar rejalashtiriladi, aniqlangan nosozliklar qayd etiladi va ta’mirdan keyin qayta o‘lchash amalga oshiriladi. Ushbu yondashuv metan emissiyalarini muntazam nazorat qilish va takroriy nosozliklarni aniqlash imkonini beradi [1].

Ikkinchidan, turli monitoring texnologiyalarini birgalikda qo‘llash maqsadga muvofiq. Masalan, dron yoki optik kamera yordamida sizib chiqish ehtimoli yuqori bo‘lgan hudud aniqlanadi, so‘ng portativ analizator orqali nuqta tekshiriladi. Zarur hollarda maxsus o‘lchash vositalari bilan emissiya miqdori baholanadi. Shu tariqa keng hududni kuzatish va aniq nosozlikni tekshirish vazifalari bir-birini to‘ldiradi.

Uchinchidan, metan chiqishining oldini olish uchun uskunalarni modernizatsiya qilish zarur. Bunga kompressorlardagi eskirgan zichlagichlarni kam emissiyali turlarga almashtirish, gaz bilan ishlaydigan ayrim pnevmatik qurilmalarni elektr yuritmali vositalar bilan almashtirish, rezervuarlardan chiqadigan bug‘-gaz aralashmalarini qayta tiklash tizimlarini o‘rnatish va texnologik gazni imkon qadar foydali foydalanishga yo‘naltirish kiradi [1].

To‘rtinchidan, monitoring natijalarini yagona elektron bazada saqlash tavsiya etiladi. Har bir aniqlangan sizib chiqish holati bo‘yicha joylashuv, sana, uskuna turi, o‘lchov natijasi, ta’mirlash

muddati va qayta tekshirish holati qayd etilishi kerak. Bunday tizim yuqori xavfli nuqtalarni ustuvorlashtirish va ta’mirlash samaradorligini baholashga yordam beradi.

Beshinchidan, samaradorlikni baholashda aniqlangan sizib chiqishlar soni, bartaraf etilgan nosozliklar ulushi, ta’mirlashgacha o‘tgan vaqt, qayta aniqlangan holatlar va hisoblangan yoki o‘lchangan metan emissiyalari kabi ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin. Bu ko‘rsatkichlar ishlab chiqarish korxonasida texnik nazoratni takomillashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

4. Muhokama. Tahlil qilingan texnologiyalar metan emissiyalarini kamaytirishda turli vazifalarni bajaradi. Portativ analizatorlar va optik kameralar alohida uskunalarni tekshirishda foydali bo‘lsa, dronlar va sun’iy yo‘ldoshlar keng hududlarni kuzatish imkonini beradi. Shunga qaramay, masofaviy aniqlash vositalari har doim ham emissiyaning aniq miqdorini mustaqil ravishda belgilay olmaydi. Shu sababli dastlabki aniqlashdan keyin o‘lchash, manbani tasdiqlash va ta’mirlash bosqichlari bajarilishi zarur.

Taklif etilayotgan kompleks tizimning asosiy afzalligi — metan sizib chiqishini aniqlash bilan cheklanmasdan, uning takrorlanish sabablarini bartaraf etishga yo‘naltirilganidir. Bunda uskunalarning texnik holatini muntazam baholash, profilaktik ta’mirlash, xodimlarni o‘qitish va o‘lchov vositalarini kalibrlash muhim ahamiyatga ega.

Iqtisodiy jihatdan metanni ushlab qolish yo‘qotilgan mahsulotni qayta foydalanishga imkon beradi. Biroq ayrim obyektlarda texnologiyalarni o‘rnatish, ma’lumotlarni qayta ishlash va uskunalarni yangilash uchun dastlabki investitsiyalar talab qilinadi. Shu sababli korxonalar birinchi navbatda emissiyasi yuqori yoki avariya xavfi katta bo‘lgan uskunalarni aniqlab, investitsiyalarni ustuvor yo‘nalishlarga taqsimlashi kerak. Xalqaro energetika agentligi mavjud texnologiyalar yordamida metan emissiyalarining katta qismini kamaytirish mumkinligini ta’kidlaydi [1].

O‘zbekiston sharoitida ushbu yondashuvni gaz qazib olish konlari, gazni qayta ishlash korxonalari, kompressor stansiyalari va magistral quvurlarda bosqichma-bosqich joriy etish mumkin. Dastlab tajriba obyektlari tanlanib, monitoring natijalari ta’mirlash xarajatlari va emissiya kamayishi bilan taqqoslanishi lozim. Shundan keyin texnik va iqtisodiy jihatdan samarali yechimlarni boshqa obyektlarga tatbiq etish mumkin.

Xulosa. Neft-gaz obyektlarida metan sizib chiqishini aniqlash va kamaytirish sanoat xavfsizligi, iqtisodiy samaradorlik hamda ekologik barqarorlikni ta’minlashning muhim yo‘nalishidir. Tahlil natijalariga ko‘ra, portativ gaz analizatorlari, infraqizil optik kameralar, lazerli detektorlar, dronlar va sun’iy yo‘ldosh monitoringini o‘zaro uyg‘unlashtirish samarali nazorat tizimini shakllantirishga yordam beradi.

Metan yo‘qotishlarini kamaytirish uchun LDAR dasturlarini joriy etish, nosoz uskunalarni o‘z vaqtida ta’mirlash, kam emissiyali texnologiyalardan foydalanish va monitoring ma’lumotlarini raqamli boshqarish tavsiya etiladi. Kelgusidagi tadqiqotlarda O‘zbekistonning muayyan neft-gaz obyektlarida dala o‘lchovlarini o‘tkazish, emissiya miqdorini aniqlash va taklif etilgan texnologiyalarning iqtisodiy samaradorligini hisoblash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. International Energy Agency (IEA). *Global Methane Tracker 2025*. Paris: IEA, 2025. https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2025

2. United Nations Environment Programme (UNEP). *A Blueprint for MRV: How Countries can Build OGMP 2.0-Aligned Reporting into MRV Methane Regulations*. 2025. https://www.unep.org/resources/report/blueprint-mrv-how-countries-can-build-ogmp-20-aligned-reporting-mrv-methane

3. International Energy Agency (IEA). *Methane Abatement*. https://www.iea.org/fuels-and-technologies/methane-abatement

4. United Nations Environment Programme (UNEP). *Oil and Gas Methane Partnership 2.0*. https://www.ogmpartnership.org/

NEFT VA GAZ SANOATIDA EKOLOGIK HALOKAT TA'SIRI FONIDA MODELLASHTIRISH YONDASHUVLARINING TAHLILI

Abdiyev Sarvar Tursunovich[1], Bozorov Jurabek Turonovich[2]
[1]Katta o'qituvchi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O'zbekiston
[2]Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O'zbekiston.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz sanoatida yuzaga keladigan ekologik halokatlarning atrof-muhit, suv va tuproq resurslari hamda inson salomatligiga ta'siri tahlil qilinadi. Ekologik xavflarni oldindan baholashda matematik modellashtirish, geografik axborot tizimlari (GIS), xavf matritsasi va ssenariy tahlilidan foydalanish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Ekologik zararni kamaytirish uchun integratsiyalashgan monitoring va xavflarni boshqarish modeli taklif etiladi.

Kalit so'zlar: neft-gaz sanoati, ekologik halokat, matematik model, ekologik xavf, neft to'kilishi, GIS, atrof-muhit monitoringi, xavflarni boshqarish.

Аннотация. В данной статье анализируется воздействие экологических катастроф, происходящих в нефтегазовой отрасли, на окружающую среду, водные и почвенные ресурсы, а также здоровье человека. Рассматриваются возможности использования математического моделирования, географических информационных систем (ГИС), матрицы рисков и сценарного анализа при предварительной оценке экологических рисков. Предложена интегрированная модель мониторинга и управления рисками для снижения экологического ущерба.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, экологическая катастрофа, математическая модель, экологический риск, разлив нефти, ГИС, экологический мониторинг, управление рисками.

Abstract. This article analyzes the impact of environmental disasters in the oil and gas industry on the environment, water and soil resources, and human health. It examines the potential for using mathematical modeling, geographic information systems (GIS), risk matrices, and scenario analysis to assess environmental risks in advance. An integrated monitoring and risk management model is proposed to mitigate environmental damage.

Keywords: oil and gas industry, environmental disaster, mathematical model, environmental risk, oil spill, GIS, environmental monitoring, risk management.

1. Kirish. Neft va gaz sanoati energetika xavfsizligi va iqtisodiy rivojlanishda muhim o'rin tutadi. Shu bilan birga, neft qazib olish, qayta ishlash, saqlash va tashish jarayonlarida yuzaga keladigan avariyalar atrof-muhitga jiddiy zarar yetkazishi mumkin. Quvurlarning shikastlanishi, quduqlarda nazoratning yo'qolishi, rezervuarlardan mahsulot sizib chiqishi va texnologik qurilmalardagi nosozliklar ekologik halokatlarning asosiy sabablaridan hisoblanadi.

Ekologik halokat natijasida neft va neft mahsulotlari tuproq hamda suv havzalariga tarqalishi, yer osti suvlari ifloslanishi, o'simlik va hayvonot dunyosiga zarar yetishi mumkin. Gaz sizib chiqishi va yonish jarayonlari esa atmosferaga zararli moddalar chiqarilishi hamda yong'in va portlash xavfining ortishiga olib keladi. BMT Atrof-muhit dasturining Nigeriyadagi Ogoniland hududi bo'yicha o'tkazgan baholashi neft bilan ifloslanish tuproq, yer osti suvlari va ekotizimlarga uzoq muddatli ta'sir ko'rsatishi mumkinligini ko'rsatgan [1].

Bunday vaziyatlarda faqat halokat oqibatlarini bartaraf etish bilan cheklanish yetarli emas. Xavfli hodisalarni oldindan aniqlash, ularning ehtimoliy rivojlanishini baholash va zarar ko'rishi mumkin bo'lgan hududlarni belgilash zarur. Bunda matematik modellar, geografik axborot tizimlari va ekologik monitoring ma'lumotlaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Mazkur maqolaning maqsadi neft-gaz sanoatidagi ekologik halokatlarning ta’sirini baholashga xizmat qiluvchi modellashtirish yondashuvlarini tahlil qilish va ekologik xavflarni kamaytirish uchun kompleks model taklif etishdan iborat.

2. Metodlar. Tadqiqotda ilmiy manbalarni tahlil qilish, taqqoslash, tizimli yondashuv va ekologik xavflarni modellashtirish usullaridan foydalanildi. Tahlil uchun BMT Atrof-muhit dasturining neft-gaz sanoatida ekologik boshqaruvga oid tavsiyalari, Ogoniland hududi bo‘yicha ekologik baholash natijalari hamda neft-gaz faoliyati uchun ekologik sezgirlik xaritalarini tuzishga doir metodik materiallar asos qilib olindi [1–3].

Ekologik halokat ta’sirini o‘rganishda uchta asosiy yondashuv ko‘rib chiqildi.

Birinchi yondashuv — xavf matritsasi. Ushbu usulda avariya yuz berish ehtimoli va uning oqibatlari og‘irligi baholanadi. Xavf darajasini soddalashtirilgan shaklda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\mathbf{R = P \times S}$$

Bu yerda: R — xavf darajasi; P — hodisa yuz berish ehtimoli; S — oqibatlarning og‘irligi. Ko‘rsatkichlar oldindan belgilangan shkalada baholanadi. Ushbu formula dastlabki saralash uchun qulay bo‘lib, to‘liq ekologik zarar hisobini o‘zi mustaqil ravishda bermaydi.

Ikkinchi yondashuv — tarqalish jarayonini modellashtirish. Neft to‘kilganda uning suv yoki tuproqdagi harakati, ifloslanish maydoni va ehtimoliy ta’sir hududi o‘rganiladi. Modelga to‘kilgan modda miqdori, muhit xususiyatlari, harorat, shamol, oqim tezligi va hudud relyefi kabi ma’lumotlar kiritilishi mumkin.

Uchinchi yondashuv — GIS asosidagi ekologik sezgirlik tahlili. Geografik axborot tizimlari yordamida neft-gaz obyektlari, suv manbalari, aholi punktlari, muhofaza qilinadigan hududlar va ekologik jihatdan zaif maydonlar xaritada birlashtiriladi. Ushbu yondashuv xavfli obyektlar atrofida ustuvor monitoring hududlarini aniqlash imkonini beradi [3].

Mazkur ish nazariy-tahliliy xususiyatga ega. Unda yangi dala o‘lchovlari yoki haqiqiy avariya bo‘yicha hisob-kitoblar bajarilmagan; natijalar adabiyotlar tahlili va taklif etilgan konseptual modelga asoslanadi.

3. Natijalar. Tahlil natijasida neft-gaz sanoatidagi ekologik xavflarni baholashda bir-birini to‘ldiruvchi modellashtirish usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqligi aniqlandi.

Birinchidan, xavf matritsasi avariya ehtimoli va oqibatlar og‘irligiga qarab xavfli obyektlarni ustuvorlashtirish imkonini beradi. Masalan, suv havzasiga yaqin joylashgan va texnik holati yomon quvur liniyasi muntazam nazoratni talab qiladigan obyekt sifatida belgilanadi. Bu yondashuv tekshiruv resurslarini eng xavfli nuqtalarga yo‘naltirishga yordam beradi.

Ikkinchidan, tarqalish modeli ekologik halokat oqibatlarini hududiy jihatdan baholash imkonini yaratadi. Neft to‘kilishi ssenariysida moddaning tarqalish yo‘nalishi va ifloslanishi mumkin bo‘lgan hudud aniqlanadi. Natijalar asosida himoya to‘siqlarini joylashtirish, ifloslangan maydonni cheklash va tozalash ishlarini rejalashtirish mumkin. Biroq model natijalari kirish ma’lumotlarining aniqligi va tanlangan fizik jarayonlarning to‘g‘ri ifodalanishiga bog‘liq.

Uchinchidan, GIS tahlili ekologik jihatdan sezgir hududlarni aniqlashda samarali vosita hisoblanadi. Suv havzalari, qishloq xo‘jaligi yerlari, aholi yashash joylari va tabiiy ekotizimlar xaritaga kiritilganda, avariya yuz bergan taqdirda qaysi hududlar birinchi navbatda himoya qilinishi kerakligi belgilanadi. UNEP-WCMC tomonidan ishlab chiqilgan metodik materiallarda ekologik sezgirlik xaritalari neft-gaz faoliyati bilan bog‘liq bosim va hududlarning zaifligini baholashda qo‘llanishi ko‘rsatilgan [3].

Ushbu natijalarga asoslanib, ekologik xavfni boshqarishning quyidagi integratsiyalashgan modeli taklif etiladi:

1. **Ma’lumot yig‘ish:** quvurlar, quduqlar, rezervuarlar va atrof-muhit obyektlari haqidagi ma’lumotlarni shakllantirish.
2. **Xavfni baholash:** avariya ehtimoli va oqibatlar og‘irligini aniqlash.
3. **Hududiy modellashtirish:** GIS va tarqalish modellaridan foydalanib, ehtimoliy ta’sir zonasini belgilash.
4. **Profilaktik choralar:** texnik tekshiruv, avtomatik datchiklar, avariyaviy yopish tizimlari va himoya vositalarini qo‘llash.

5. **Monitoring va qayta baholash:** yangi ma’lumotlar asosida modelni yangilash va amalga oshirilgan choralarning samaradorligini tekshirish.

Mazkur modelning asosiy natijasi ekologik halokatni faqat sodir bo‘lgandan keyin bartaraf etishga emas, balki uning ehtimolini va oqibatlarini oldindan kamaytirishga yo‘naltirilgan boshqaruv tizimini shakllantirishdir.

4. Muhokama. Modellashtirish usullarining afzalligi shundaki, ular turli avariya ssenariylarini real hodisa yuz bermasidan oldin tahlil qilishga imkon beradi. Xavf matritsasi tezkor baholash uchun qulay bo‘lsa, tarqalish modellari va GIS hududiy oqibatlarni chuqurroq o‘rganishga yordam beradi. Shuning uchun ushbu usullarni alohida emas, balki yagona ekologik boshqaruv tizimida qo‘llash maqsadga muvofiq.

Shu bilan birga, modellashtirishning ayrim cheklovlari mavjud. Ma’lumotlarning yetishmasligi, quvur yoki rezervuarning haqiqiy texnik holati haqida noto‘liq axborot, ob-havo sharoitlarining tez o‘zgarishi va model parametrlaridagi noaniqlik natijalarga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli hisoblangan natijalarni doimiy monitoring, laboratoriya tahlillari va dala kuzatuvlari bilan tekshirish zarur.

O‘zbekiston sharoitida ushbu yondashuvni neft-gaz konlari, gazni qayta ishlash korxonalari va magistral quvurlarda bosqichma-bosqich joriy etish mumkin. Bunda suv resurslari, qishloq xo‘jaligi yerlari va aholi yashash hududlariga yaqin joylashgan obyektlarni alohida nazoratga olish tavsiya etiladi. Shuningdek, avariya haqida tezkor xabar berish, mas’ul tashkilotlar o‘rtasida axborot almashish va ifloslangan hududni tiklash rejalarini oldindan tayyorlash muhimdir.

Taklif etilgan modelning amaliy samaradorligini tasdiqlash uchun kelgusida muayyan obyektlar bo‘yicha ma’lumotlar yig‘ish, bir nechta avariya ssenariylarini hisoblash va model prognozlarini kuzatuv natijalari bilan taqqoslash lozim.

Xulosa. Neft va gaz sanoatidagi ekologik halokatlar tuproq, suv, atmosfera va tabiiy ekotizimlarga uzoq muddatli zarar yetkazishi mumkin. Shu sababli ekologik xavflarni oldindan baholash va boshqarishda matematik modellashtirish, xavf matritsasi hamda GIS texnologiyalaridan kompleks foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Tahlil asosida ma’lumot yig‘ish, xavfni baholash, ehtimoliy tarqalishni modellashtirish, profilaktik choralarni amalga oshirish va monitoring orqali modelni yangilash bosqichlaridan iborat yondashuv taklif etildi. Ushbu yondashuv xavfli hududlarni ustuvorlashtirish, avariyaga tayyorgarlikni yaxshilash va ekologik zararni kamaytirishga xizmat qilishi mumkin. Uning amaliy samaradorligi esa ishonchli ma’lumotlar, muntazam monitoring va real obyektlarda o‘tkaziladigan tekshiruvlar orqali tasdiqlanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. United Nations Environment Programme (UNEP). *Environmental Assessment of Ogoniland*. 2011. https://www.unep.org/resources/report/environmental-assessment-ogoniland

2. United Nations Environment Programme (UNEP). *Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production: An Overview of Issues and Management Approaches*. 1997. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8275

3. McDermott-Long, O., Rossiter, J., Weatherdon, L., Brauneder, K. *Environmental Sensitivity Mapping for Oil & Gas Development: A High-Level Review of Methodologies*. UNEP-WCMC, 2019. https://resources.unep-wcmc.org/products/WCMC_RT078

NEFT VA GAZ ZAXIRALARINING MAMLAKATLAR KESIMIDA KAMAYIB BORISHINI MODELLI TAHLIL QILISH

Abdiyev Sarvar Tursunovich[1], Bozorov Jurabek Turonovich[2]
[1]Katta o‘qituvchi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston
[2]Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada dunyo mamlakatlarida tasdiqlangan neft va tabiiy gaz zaxiralarining 2020–2024-yillardagi dinamikasi tahlil qilinadi. Norvegiya, Buyuk Britaniya, Meksika va Indoneziyaning neft zaxiralari, shuningdek, Rossiya, Hindiston, Indoneziya va Bangladeshning tabiiy gaz zaxiralari o‘zgarishi o‘rganiladi. Statistik taqqoslash, bazaviy indeks va chiziqli trend yondashuvlari asosida zaxiralar dinamikasini baholash usullari ko‘rib chiqiladi. Natijalar tasdiqlangan zaxiralarning o‘zgarishi faqat qazib chiqarish bilan emas, balki yangi konlarning aniqlanishi va qayta baholash bilan ham bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: neft zaxiralari, tabiiy gaz, mamlakatlar kesimi, dinamik tahlil, matematik model, tasdiqlangan zaxiralar, trend, energetik xavfsizlik.

Аннотация. В данной статье анализируется динамика доказанных запасов нефти и природного газа в мире за 2020–2024 годы. Изучены изменения запасов нефти в Норвегии, Великобритании, Мексике и Индонезии, а также запасов природного газа в России, Индии, Индонезии и Бангладеш. Рассмотрены методы оценки динамики запасов, основанные на статистическом сравнении, базовом индексе и линейном тренде. Результаты показывают, что изменения доказанных запасов связаны не только с добычей, но и с открытием и переоценкой новых месторождений.

Ключевые слова: запасы нефти, природный газ, межстрановой анализ, динамический анализ, математическая модель, доказанные запасы, тренд, энергетическая безопасность.

Abstract. This article analyzes the dynamics of proven oil and natural gas reserves across various countries from 2020 to 2024. It examines changes in the oil reserves of Norway, the United Kingdom, Mexico, and Indonesia, as well as the natural gas reserves of Russia, India, Indonesia, and Bangladesh. Methods for assessing reserve dynamics—based on statistical comparison, base index, and linear trend approaches—are reviewed. The results indicate that changes in proven reserves are driven not only by extraction but also by the discovery of new fields and re-evaluations.

Keywords: oil reserves, natural gas, country-level analysis, dynamic analysis, mathematical model, proven reserves, trend, energy security.

1. Kirish. Neft va tabiiy gaz jahon energetika tizimining muhim resurslari hisoblanadi. Ushbu resurslar sanoat, transport, elektr energiyasi ishlab chiqarish va kimyo sanoatida keng qo‘llanadi. Biroq zaxiralarning hududlar bo‘yicha notekis taqsimlanishi, qazib chiqarish hajmining ortishi va mavjud konlarning tabiiy ravishda kamayib borishi mamlakatlarning uzoq muddatli energetik xavfsizligiga ta’sir ko‘rsatadi.

Neft va gaz zaxiralarining dinamikasini o‘rganish resurslardan foydalanish muddatini baholash, yangi konlarni qidirish strategiyasini ishlab chiqish va energetika siyosatini rejalashtirish uchun muhimdir. Xalqaro energetika va neft-gaz statistikasi ma’lumotlari mamlakatlar zaxiralarini o‘zaro taqqoslash imkonini beradi. OPECning 2025-yilgi statistik byulletenida 2020–2024-yillar bo‘yicha tasdiqlangan neft va tabiiy gaz zaxiralari keltirilgan [1].

Shuni ta’kidlash kerakki, tasdiqlangan zaxiralar qazib chiqarish natijasida kamayishi mumkin, ammo yangi konlarning ochilishi, geologik ma’lumotlarning yangilanishi va iqtisodiy sharoitlarning o‘zgarishi sababli qayta hisoblangan zaxiralar oshishi ham mumkin. Shu bois zaxiralarning dinamikasini faqat kamayish sifatida emas, balki ko‘p omilli jarayon sifatida o‘rganish lozim.

Maqolaning maqsadi — tanlangan mamlakatlarda neft va gaz zaxiralarining 2020–2024-yillardagi o‘zgarishini statistik ma’lumotlar va matematik modellashtirish yondashuvlari yordamida tahlil qilish hamda uzoq muddatli resurs boshqaruvi uchun xulosalar ishlab chiqish.

2. Metodlar. Tadqiqotda statistik taqqoslash, dinamik qatorlarni tahlil qilish, bazaviy indeks va chiziqli trend usullaridan foydalanildi. Asosiy ma’lumot manbasi OPECning *Annual Statistical Bulletin 2025* nashri bo‘lib, unda mamlakatlar bo‘yicha tasdiqlangan neft va tabiiy gaz zaxiralari yillik kesimda berilgan [1].

Zaxiralarning foizdagi o‘zgarishi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\Delta R = ((R_t - R_0) / R_0) \times 100\%$$

Bu yerda R_0 — boshlang‘ich yildagi zaxira, R_t — yakuniy yildagi zaxira, ΔR esa zaxiraning foizdagi o‘zgarishidir.

Mamlakatlar o‘rtasidagi nisbiy dinamikani taqqoslash uchun bazaviy indeksdan foydalanildi:

$$I_t = (R_t / R_0) \times 100$$

Bunda 2020-yil 100 indeks deb qabul qilinadi. Indeksning 100 dan past bo‘lishi boshlang‘ich yilga nisbatan zaxira kamayganini, 100 dan yuqori bo‘lishi esa oshganini anglatadi.

Qo‘shimcha ravishda zaxiralarning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini baholash uchun chiziqli trend modeli qo‘llanishi mumkin:

$$R_t = a + bt$$

Bu yerda a — boshlang‘ich darajani ifodalovchi parametr, b — vaqt bo‘yicha o‘rtacha o‘zgarish yo‘nalishi, t — vaqt ko‘rsatkichi. Besh yillik ma’lumotlar qisqa muddatli tendensiyani ko‘rsatadi, biroq uzoq muddatli prognoz uchun yetarli emas.

Tahlilda neft va gaz zaxiralari alohida ko‘rib chiqildi, chunki ularning o‘lchov birliklari farq qiladi. Neft zaxiralari million barrel, tabiiy gaz zaxiralari esa milliard standart kub metrda ifodalandi.

3. Natijalar. 3.1. Neft zaxiralarining mamlakatlar kesimidagi dinamikasi

1-jadval ma’lumotlari Buyuk Britaniyada tasdiqlangan neft zaxiralari 2020–2024-yillarda 40 foizga kamayganini ko‘rsatadi. Norvegiyada pasayish 12,5 foizni, Meksikada 6,6 foizni, Indoneziyada esa 2,8 foizni tashkil etgan. Indoneziyada 2022-yildan keyin zaxiralar qisman tiklangan bo‘lsa-da, 2024-yil ko‘rsatkichi 2020-yil darajasidan past qolgan.

1-jadval

Tanlangan mamlakatlarda tasdiqlangan neft zaxiralari

Mamlakat	2020	2021	2022	2023	2024	2020–2024, %
Norvegiya	7 902	7 745	7 573	7 642	6 912	−12,5
Buyuk Britaniya	2 500	2 000	1 800	1 500	1 500	−40,0
Meksika	5 498	5 618	5 558	5 293	5 136	−6,6
Indoneziya	2 480	2 440	2 250	2 270	2 410	−2,8

Manba: OPEC, Annual Statistical Bulletin 2025, 3.1-jadval. O‘lchov birligi — million barrel [1]. Foizlar muallif hisob-kitobi asosida berilgan.

Ushbu farqlar zaxiralar dinamikasi mamlakatlarning 854eologic sharoitlari, konlarning o‘zlashtirilish darajasi va zaxiralarni hisobga olish usullariga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, Buyuk Britaniyadagi pasayish tanlangan mamlakatlar orasida eng yuqori bo‘lgan.

3.2. Tabiiy gaz zaxiralarining dinamikasi. Tabiiy gaz bo‘yicha Bangladeshda zaxiralar eng katta nisbiy pasayishni ko‘rsatib, 2020-yildagi 284 milliard kub metrdan 2024-yilda 186 milliard kub metrga tushgan.

Indoneziyada pasayish 20 foizni, Hindistonda 16,5 foizni tashkil etgan. Rossiyada esa zaxiralar nisbatan barqaror bo‘lib, tahlil davrida taxminan 1,9 foizga kamaygan.

2-jadval. Tanlangan mamlakatlarda tasdiqlangan tabiiy gaz zaxiralari

Mamlakat	2020	2021	2022	2023	2024	2020–2024, %
Rossiya	47 759	47 759	47 152	46 832	46 832	−1,9
Hindiston	1 372	1 372	1 150	1 142	1 145	−16,5
Indoneziya	1 118	1 028	999	921	894	−20,0
Bangladesh	284	263	243	246	186	−34,5

Manba: OPEC, Annual Statistical Bulletin 2025, 9.1-jadval. O‘lchov birligi — milliard standart kub metr [1]. Foizlar muallif hisob-kitobi asosida berilgan.

3.3. Grafik va model natijalarining tahlili. Neft zaxiralari uchun tuzilgan grafikda 2020-yil bazaviy indeks sifatida qabul qilinganda Buyuk Britaniyaning ko‘rsatkichi 2024-yilda 60 ga tushadi. Bu boshlang‘ich davrga nisbatan 40 foizlik pasayishni anglatadi. Norvegiya indeksi 87,5, Meksikaniki 93,4 va Indoneziyaniki 97,2 bo‘lgan.

Natijalar zaxiralarning kamayish tezligi mamlakatlar bo‘yicha turlicha ekanini ko‘rsatadi. Biroq besh yillik kuzatuv asosida aniqlangan trend kelajakdagi zaxiralar miqdorini qat’iy belgilamaydi. Yangi geologik kashfiyotlar yoki qayta baholashlar trendni o‘zgartirishi mumkin.

4. Muhokama. Olingan natijalar tanlangan mamlakatlarda neft va tabiiy gaz zaxiralari bir xil tezlikda o‘zgarmasligini ko‘rsatadi. Buyuk Britaniya va Bangladeshda sezilarli pasayish kuzatilgan bo‘lsa, Rossiyada tabiiy gaz zaxiralari nisbatan barqaror bo‘lgan. Ushbu farqlarni izohlashda faqat qazib chiqarish hajmiga tayanish yetarli emas; zaxiralarni hisoblash metodikasi, geologik qayta baholashlar va yangi konlarning aniqlanishi ham hisobga olinishi kerak.

Matematik modellashtirish resurslar dinamikasini tizimli baholashga yordam beradi. Chiziqli trend boshlang‘ich tahlil uchun qulay bo‘lsa-da, neft-gaz zaxiralari doimo chiziqli ravishda kamaymaydi. Shu sababli amaliy prognozlarda qazib chiqarish sur’atlari, yangi konlar ehtimoli, texnologik o‘zgarishlar va iqtisodiy omillarni hisobga oluvchi ssenariy modellaridan foydalanish maqsadga muvofiq.

Energetik xavfsizlik nuqtayi nazaridan zaxiralari tez kamayib borayotgan mamlakatlarda yangi konlarni qidirish, mavjud konlarni samarali o‘zlashtirish va uglevodorodlardan foydalanish samaradorligini oshirish muhimdir. Shu bilan birga, tasdiqlangan zaxiralar miqdori mamlakatning kelajakdagi ishlab chiqarish hajmini to‘liq ifodalamaydi: qazib chiqarish imkoniyatlari, infratuzilma va investitsiyalar ham muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqotning cheklovi shundaki, tahlil faqat 2020–2024-yillar va tanlangan mamlakatlarni qamrab oladi. Kelgusida ko‘proq mamlakatlar, uzoqroq vaqt qatori va yillik qazib chiqarish ko‘rsatkichlarini qo‘shish orqali modelning ishonchliligini oshirish mumkin.

Xulosa. 2020–2024-yillar ma’lumotlari tanlangan mamlakatlarda tasdiqlangan neft va tabiiy gaz zaxiralari turli darajada o‘zgarganini ko‘rsatdi. Neft bo‘yicha Buyuk Britaniya, gaz bo‘yicha esa Bangladesh eng katta nisbiy pasayishni qayd etdi. Rossiyada tabiiy gaz zaxiralari nisbatan barqaror bo‘ldi.

Bazaviy indeks va trend yondashuvlari mamlakatlar dinamikasini taqqoslash uchun qulay vositalardir. Biroq tasdiqlangan zaxiralarning kamayishi kelajakda resurslar albatta tugashini yoki ishlab chiqarish shu sur’atda pasayishini anglatmaydi. Ishonchli prognoz uchun qazib chiqarish, geologik baholash, yangi kashfiyotlar va iqtisodiy omillarni birgalikda hisobga olish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). *Annual Statistical Bulletin 2025*. Vienna: OPEC, 2025. Neft zaxiralari bo‘yicha 3.1-jadval; tabiiy gaz zaxiralari bo‘yicha 9.1-jadval. https://www.opec.org/assets/assetdb/asb-2025.pdf

2. International Energy Agency (IEA). *World Energy Outlook 2024*. Paris: IEA, 2024. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024

3. U.S. Energy Information Administration (EIA). *International Energy Statistics*. https://www.eia.gov/international/data/world

NEFT VA GAZNING PAYDO BO‘LISH NAZARIYALARINING MATERIKLAR KESIMIDAGI TAHLILI

Abdiyev Sarvar Tursunovich[1], Bozorov Jurabek Turonovich[2]
[1]Katta o‘qituvchi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston
[2]Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va tabiiy gazning kelib chiqishini tushuntiruvchi organik va noorganik nazariyalar, ularning geologik asoslari hamda turli materiklarda uchraydigan uglevodorod konlari misolida qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Cho‘kindi havzalarda organik moddalarning ko‘milishi, termik o‘zgarishi, uglevodorodlarning migratsiyasi va kollektor jinslarda to‘planishi jarayonlari yoritiladi. Materiklar kesimidagi sifatli taqqoslash jadvali va neft-gaz hosil bo‘lishining konseptual dinamik modeli keltiriladi. Tahlil natijasida organik kelib chiqish nazariyasi ko‘pchilik sanoat ahamiyatidagi neft konlarini tushuntirishda asosiy o‘ringa ega ekani, noorganik jarayonlar esa ayrim uglevodorodlarning hosil bo‘lishida muhim bo‘lishi mumkinligi ko‘rsatiladi.
Kalit so‘zlar: neft, tabiiy gaz, organik nazariya, noorganik nazariya, materiklar, cho‘kindi havzalar, termik yetilish, uglevodorodlar migratsiyasi, geologik model.

Аннотация. В данной статье анализируются органическая и неорганическая теории, объясняющие происхождение нефти и природного газа, их геологические основы и применение к месторождениям углеводородов, обнаруженным на разных континентах. Рассматриваются процессы захоронения органического вещества в осадочных бассейнах, термическая трансформация, миграция углеводородов и накопление в коллекторских породах. Представлена качественная сравнительная таблица по континентам и концептуальная динамическая модель образования нефти и газа. Анализ показывает, что теория органического происхождения играет ключевую роль в объяснении большинства промышленно важных месторождений нефти, в то время как неорганические процессы могут быть важны в образовании некоторых углеводородов.
Ключевые слова: нефть, природный газ, органическая теория, неорганическая теория, континенты, осадочные бассейны, термическая зрелость, миграция углеводородов, геологическая модель.

Abstract. This article analyzes the organic and inorganic theories explaining the origin of oil and natural gas, their geological foundations, and their application through examples of hydrocarbon deposits found on various continents. The processes of organic matter burial in sedimentary basins, thermal transformation, hydrocarbon migration, and accumulation in reservoir rocks are examined. A comparative table across continents and a conceptual dynamic model of oil and gas formation are presented. The analysis indicates that the organic origin theory plays a primary role in explaining most commercially significant oil fields, while inorganic processes may be significant in the formation of certain hydrocarbons.
Keywords: oil, natural gas, organic theory, inorganic theory, continents, sedimentary basins, thermal maturation, hydrocarbon migration, geological model.

1. Kirish. Neft va tabiiy gazning kelib chiqishi neft geologiyasining asosiy ilmiy masalalaridan biridir. Uglevodorodlarning qanday sharoitda hosil bo‘lishi, yer qa’rida qanday harakatlanishi va konlarda to‘planishi yangi konlarni qidirish hamda mavjud zaxiralarni baholashda muhim ahamiyatga ega. Dunyo bo‘yicha yirik neft-gaz konlari turli materiklarda va geologik tuzilishi bir-biridan farq qiluvchi cho‘kindi havzalarda joylashgan.

Neft va gazning kelib chiqishini tushuntiruvchi ikki asosiy yondashuv mavjud. Organik nazariyaga ko‘ra, uglevodorodlar qadimgi suv havzalarida to‘plangan suv o‘tlari, plankton va boshqa organik moddalarning cho‘kindi jinslar ichida ko‘milishi hamda geologik vaqt davomida bosim va

harorat ta’sirida o‘zgarishi natijasida hosil bo‘ladi. Noorganik nazariya esa ayrim uglevodorodlarning Yer mantiyasi yoki chuqur geologik muhitlarda noorganik kimyoviy reaksiyalar orqali hosil bo‘lishi mumkinligini ta’kidlaydi.

Zamonaviy neft geologiyasida organik moddalarga boy manba jinslar, ularning termik yetilishi, uglevodorodlarning migratsiyasi va geologik tutqichlarda to‘planishi ko‘pchilik sanoat ahamiyatidagi neft-gaz konlarini tushuntiruvchi asosiy model hisoblanadi [1; 2]. Shu bilan birga, ayrim tabiiy gazlar, xususan, chuqur geologik jarayonlar bilan bog‘liq metan uchun noorganik hosil bo‘lish mexanizmlari ham ilmiy jihatdan o‘rganiladi [3].

Mazkur maqolaning maqsadi — neft va gazning paydo bo‘lish nazariyalarini materiklar kesimida geologik misollar asosida taqqoslash, uglevodorodlar hosil bo‘lishining dinamik bosqichlarini tushuntirish va nazariyalarning amaliy ahamiyatini baholash.

2. Metodlar. Tadqiqotda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, geologik taqqoslash, cho‘kindi havzalar xususiyatlarini umumlashtirish va konseptual modellashtirish usullaridan foydalanildi. Asosiy manbalar sifatida neftning organik va noorganik kelib chiqishi bo‘yicha ilmiy sharhlar hamda neft-gaz tizimlari haqidagi geologik tadqiqotlar olindi [1–3].

Materiklar kesimidagi tahlilda Shimoliy Amerika, Janubiy Amerika, Yevrosiyo, Afrika va Avstraliya misol qilib olindi. Antarktida esa sanoat miqyosida o‘zlashtirilgan neft-gaz konlari mavjud materiklar bilan bir xil mezonda taqqoslanmadi, chunki bu hududda geologik istiqbolni baholash bilan amalda qazib chiqarish o‘rtasida katta farq bor.

Neft va gaz hosil bo‘lishining asosiy jarayonlari quyidagi ketma-ketlikda ko‘rib chiqildi:

1. Organik moddalarning cho‘kindi muhitda to‘planishi.
2. Cho‘kindilarning ko‘milishi va manba jinslarning shakllanishi.
3. Harorat va bosim ta’sirida organik moddalarning termik yetilishi.
4. Hosil bo‘lgan uglevodorodlarning manba jinslardan chiqib migratsiyalanishi.
5. Uglevodorodlarning kollektor jinslar va geologik tutqichlarda to‘planishi.

Noorganik nazariya esa metan va boshqa uglevodorodlarning ayrim chuqur geologik muhitlarda noorganik reaksiyalar orqali hosil bo‘lishi ehtimoli nuqtayi nazaridan baholandi. Materiklar bo‘yicha nazariyalarning aniq foizli ulushlari hisoblanmadi, chunki mavjud manbalarda barcha materiklar uchun bir xil metodika asosida tuzilgan ishonchli global foizlar mavjud emas.

3. Natijalar. 3.1. Materiklar kesimida neft-gaz hosil bo‘lishining tahlili. Quyidagi jadvaldan ko‘rinadiki, turli materiklarda joylashgan yirik neft-gaz havzalarining geologik tuzilishi turlicha bo‘lsa-da, organik moddalarga boy manba jinslar va uglevodorodlarning migratsiyasi ko‘pchilik konlar uchun umumiy ahamiyatga ega. Bu holat organik nazariyaning amaliy geologik qidiruvdagi o‘rnini tasdiqlaydi [1; 2].

1-jadval. Materiklar bo‘yicha neft-gaz tizimlariga xos geologik misollar

Materik	Geologik misol	Organik nazariyaning ahamiyati
Shimoliy Amerika	Perm havzasi, Meksika qo‘ltig‘i	Organik moddalarga boy manba jinslar va cho‘kindi havzalar muhim
Janubiy Amerika	Orinoko havzasi, Braziliya dengizbo‘yi havzalari	Cho‘kindi qatlamlar, manba jinslar va migratsiya tizimlari asosiy rol o‘ynaydi
Yevrosiyo	G‘arbiy Sibir, Kaspiybo‘yi, Shimoliy dengiz	Qalin cho‘kindi qatlamlar va termik yetilish uglevodorodlar hosil bo‘lishini ta’minlaydi
Afrika	Niger deltasi, Sirte havzasi	Delta va cho‘kindi havzalardagi manba jinslar neft-gaz tizimlarining asosini tashkil etadi
Avstraliya	Kuper havzasi, Shimoliy-g‘arbiy shelf	Cho‘kindi havzalar va organik moddalarning termik o‘zgarishi muhim

Manba: neft-gaz tizimlari bo‘yicha ilmiy adabiyotlar asosida umumlashtirildi [1; 2]. Jadval foizli reyting emas, balki geologik misollarni sifat jihatidan taqqoslashdir.

3.2. Neft va gaz hosil bo‘lishining dinamik modeli

Organik moddalar to‘planishi
↓
Cho‘kindi qatlamlar bilan ko‘milish
↓
Manba jinslarning shakllanishi
↓
Harorat va bosim ta’sirida termik yetilish
↓
Neft va gazning hosil bo‘lishi
↓
Uglevodorodlarning migratsiyasi
↓
Kollektor va geologik tutqichlarda to‘planish
↓
Neft-gaz konining shakllanishi</code>

1-rasm. Organik kelib chiqish nazariyasi bo‘yicha uglevodorodlar hosil bo‘lishining konseptual ketma-ketligi

(Izoh: bu sxema jarayonning konseptual modeli bo‘lib, vaqt yoki hosil bo‘lgan uglevodorodlar miqdorini o‘lchamaydi.)

Uglevodorodlar hosil bo‘lish dinamikasi organik moddalarning dastlabki tarkibi, manba jinslarning chuqurligi, harorat, bosim va geologik vaqtga bog‘liq. Ko‘milish davomida harorat oshishi organik moddalarning kimyoviy o‘zgarishini tezlashtiradi. Tegishli termik sharoitlarda neft hosil bo‘lishi, yuqoriroq termik yetilish sharoitlarida esa gaz hosil bo‘lishi kuchayishi mumkin. Biroq bu jarayonlar barcha havzalarda bir xil chuqurlik yoki haroratda sodir bo‘lmaydi [2].

3.3. Nazariyalarning taqqoslanishi va grafik talqini. Nazariyalarni materiklar bo‘yicha foizlarda taqsimlash ilmiy jihatdan asoslanmagan bo‘lar edi. Chunki organik yoki noorganik kelib chiqishga ega konlarning global materiklar kesimidagi ulushini aniqlash uchun barcha hududlarda bir xil mezonlar bilan o‘tkazilgan geokimyoviy tahlillar va tasnif zarur.

2-jadval

Neft va gaz kelib chiqishi nazariyalarining taqqoslanishi

Mezon	Organik nazariya	Noorganik nazariya
Asosiy manba	Qadimgi organizmlar qoldiqlari	Noorganik uglerod va vodorodli birikmalar
Asosiy muhit	Cho‘kindi havzalar va manba jinslar	Ayrim chuqur geologik muhitlar
Muhim jarayon	Ko‘milish, termik yetilish, migratsiya	Noorganik kimyoviy reaksiyalar va migratsiya
Dalillarning qo‘llanishi	Ko‘pchilik sanoat ahamiyatidagi neft konlarini tushuntiradi	Ayrim uglevodorodlar, xususan, metan hosil bo‘lishini tushuntirishi mumkin
Qidiruvdagi ahamiyati	Manba jinslar va neft-gaz tizimlarini aniqlash	Muayyan geologik sharoitlarda qo‘shimcha ilmiy gipoteza

Shu sababli ushbu maqolada miqdoriy foizli grafik o‘rniga geologik dalillar va jarayonlarning ketma-ketligini aks ettiruvchi sxemalar berildi.

<code>Geologik kuzatuvlar
↓
Jinslar va uglevodorodlarning tarkibini tekshirish

↓
Organik va noorganik gipotezalarni taqqoslash
↓
Geokimyoviy va geologik dalillarni baholash
↓
Konning hosil bo‘lish mexanizmini izohlash</code>

2-rasm. Nazariy yondashuvlarning ilmiy tahlil modeli

4. Muhokama. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, materiklar kesimida neft-gaz konlarining tarqalishi birgina kelib chiqish nazariyasi bilan emas, balki cho‘kindi havzalarning rivojlanishi, manba jinslarning mavjudligi, tektonik tuzilish, termik tarix va uglevodorodlarning migratsiyasi bilan belgilanadi. Shu sababli bir materikda ko‘p miqdorda neft mavjudligi u yerda alohida kelib chiqish nazariyasi ustunligini anglatmaydi.

Organik nazariyaning kuchli tomoni — neftning geokimyoviy xususiyatlari, organik moddalarga boy jinslar bilan bog‘liqligi va uglevodorodlarning hosil bo‘lishidan to‘planishigacha bo‘lgan jarayonlarni yagona tizimda izohlashidir [1; 2]. Noorganik nazariya esa ayrim tabiiy gazlarning chuqur geologik sharoitlarda hosil bo‘lishi ehtimolini tushuntirishda ilmiy ahamiyatga ega, biroq uni barcha sanoat neft konlariga umumlashtirish uchun yetarli asos mavjud emas [3].

Kelgusidagi tadqiqotlarda har bir materik bo‘yicha tanlangan cho‘kindi havzalarni alohida o‘rganish, manba jinslarning organik uglerod miqdorini, uglevodorodlarning izotop tarkibini va termik yetilish darajasini taqqoslash maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv nazariyalar o‘rtasidagi farqlarni umumiy taxminlarga emas, balki o‘lchanadigan geologik dalillarga asoslanib baholash imkonini beradi.

Xulosa. Neft va gazning paydo bo‘lish nazariyalarini materiklar kesimida tahlil qilish turli hududlarda uchraydigan uglevodorod konlarining umumiy va farqli geologik xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi. Shimoliy Amerika, Janubiy Amerika, Yevrosiyo, Afrika va Avstraliyadagi yirik havzalar misolida organik moddalarga boy manba jinslar, termik yetilish, migratsiya va geologik tutqichlarning ahamiyati ko‘rsatildi.

Organik kelib chiqish nazariyasi ko‘pchilik sanoat ahamiyatidagi neft konlarini izohlashda asosiy ilmiy model hisoblanadi. Noorganik jarayonlar ayrim uglevodorodlarning, xususan, metanning hosil bo‘lishida rol o‘ynashi mumkin. Materiklar bo‘yicha nazariyalarning aniq foizli ulushlari esa bir xil mezonlarga asoslangan global ma’lumotlarsiz ishonchli aniqlanmaydi.

Shunday qilib, neft-gaz konlarini ilmiy asosda o‘rganish uchun nazariy yondashuvlarni geologik, geokimyoviy va termik ma’lumotlar bilan birgalikda tahlil qilish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Deng, Y., Yang, Y., Yang, T. *Three systems of the oil and gas formation in the world*. Petroleum Research, 2025, 10(1), 1–27. https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2024.06.008

2. Seewald, J. S. *Organic–inorganic interactions in petroleum-producing sedimentary basins*. Nature, 2003, 426, 327–333. https://doi.org/10.1038/nature02132

3. Kutcherov, V. G., Krayushkin, V. A. *Deep-seated abiogenic origin of petroleum: From geological assessment to physical theory*. Reviews of Geophysics, 2010. https://doi.org/10.1029/2008RG00027

TEXNOLOGIK GAZLARNI QAYTA ISHLASHDA QO‘LLANILADIGAN QURILMALARNING ASOSIY KO‘RSATKICHLARI

Abdiyev Sarvar Tursunovich[1], Bozorov Jurabek Turonovich[2]
[1]Katta o‘qituvchi, Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston
[2]Dotsent, PhD. Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, 180100, O‘zbekiston.
e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada texnologik gazlarni qayta ishlashda qo‘llaniladigan separator, adsorber, issiqlik almashtirgich va membranali qurilmalarning asosiy texnik hamda texnologik ko‘rsatkichlari ko‘rib chiqiladi. Qurilma tanlashda ajratish samaradorligi, unumdorlik, bosim va harorat chegaralari, energiya sarfi, gidravlik qarshilik hamda ekspluatatsion ishonchlilikning ahamiyati yoritiladi. Taqqoslash uchun keltirilgan grafik shartli namunaviy qiymatlarga asoslangan.

Kalit so‘zlar: texnologik gaz, gazni qayta ishlash, separator, adsorbsiya, membrana, issiqlik almashtirgich, unumdorlik, energiya samaradorligi.

Аннотация. В статье рассматриваются основные технико-технологические показатели сепараторов, адсорберов, теплообменников и мембранных устройств, используемых в переработке технологических газов. Подчеркивается важность эффективности разделения, производительности, предельных давлений и температур, энергопотребления, гидравлического сопротивления и эксплуатационной надежности при выборе устройства. Представленный для сравнения график основан на значениях условной выборки.

Ключевые слова: технологический газ, переработка газа, сепаратор, адсорбция, мембрана, теплообменник, производительность, энергоэффективность.

Abstract. The article examines the key technical and technological parameters of separators, adsorbers, heat exchangers, and membrane units used in process gas treatment. It highlights the importance of separation efficiency, throughput, pressure and temperature limits, energy consumption, hydraulic resistance, and operational reliability when selecting equipment. The graph presented for comparison is based on representative model values.

Keywords: process gas, gas processing, separator, adsorption, membrane, heat exchanger, throughput, energy efficiency.

1. Kirish. Neft-gaz sanoatida texnologik gazlar tarkibida suv bug‘i, suyuq uglevodorod tomchilari, mexanik zarrachalar, kislotali komponentlar va og‘ir uglevodorodlar bo‘lishi mumkin. Ularni me’yoriy darajagacha ajratish quvurlar va kompressorlarni himoya qilish, mahsulot sifatini barqarorlashtirish hamda energiya sarfini kamaytirish uchun zarur. Shu sababli gazni tayyorlash tizimlarida turli prinsipda ishlaydigan qurilmalar ketma-ket yoki kompleks tarzda qo‘llanadi. Maqolaning maqsadi — ushbu qurilmalarning asosiy ko‘rsatkichlarini tizimlashtirish va tanlash mezonlarini ko‘rsatish.

2. Tadqiqot materiallari va metodlari. Tahlilda texnologik gazlarni tayyorlashda keng uchraydigan to‘rtta qurilma guruhi ko‘rib chiqildi: gaz-suyuqlik separatorlari, adsorberlar, issiqlik almashtirgichlar va membranali ajratish modullari. Ular quyidagi mezonlar bo‘yicha taqqoslandi: gaz sarfi (Q), ish bosimi (P), harorat (T), ajratish yoki tozalash samaradorligi (η), bosim yo‘qotilishi (ΔP), energiya sarfi va texnik xizmat ko‘rsatish talabi. Qurilmaning amaliy unumdorligi gaz tarkibi, zichligi, namligi, bosim va haroratga bog‘liq; shu bois aniq loyihalashda ishlab chiqaruvchi pasporti va texnologik hisoblar asos bo‘lishi kerak.

Asosiy baholash ifodasi:

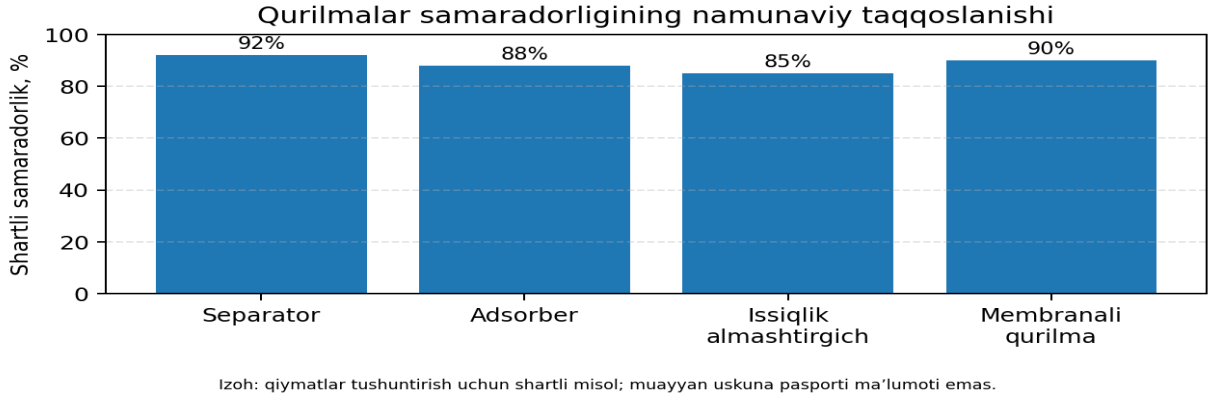
$$\eta = (C_{kir} - C_{ort}) / C_{kir} \times 100\%$$

Bu yerda C_{kir} — qurilmaga kirishdagi ajratilishi lozim bo‘lgan komponent konsentratsiyasi; C_{ort} — chiqishdagi konsentratsiya. Gaz oqimi uchun bosim yo‘qotilishi $\Delta P = P_1 - P_2$ ko‘rinishida aniqlanadi.

3. Natijalar

1-jadval. Texnologik gazlarni qayta ishlash qurilmalarining asosiy ko‘rsatkichlari

Qurilma turi	Asosiy vazifasi	Muhim ko‘rsatkichlar	Tanlashdagi jihat
Separator	Suyuqlik tomchilari va mexanik aralashmalarni ajratish	Q, P, T, tomchi ajratish darajasi, ΔP	Tomchi o‘lchami, gaz tezligi va suyuqlik yuklamasi
Adsorber	Suv bug‘i yoki ayrim aralashmalarni yutuvchi qatlamda ushlash	Adsorbent turi, qatlam hajmi, sikl davomiyligi, chiqish namligi	Adsorbent sig‘imi va regeneratsiya rejimi
Issiqlik almashtirgich	Gaz haroratini sovitish yoki isitish	Issiqlik quvvati, kirish/chiqish T, bosim yo‘qotilishi	Issiqlik almashinish yuzasi va ifloslanish xavfi
Membranali modul	Gaz komponentlarini selektiv o‘tkazuvchanlik asosida ajratish	Selektivlik, permeat oqimi, bosim nisbati, tiklanish darajasi	Membrana materiali, gaz tarkibi va bosim farqi



1-rasm

Qurilmalar samaradorligining shartli taqqoslanishi (namunaviy qiymatlar).

4. Muhokama. Taqqoslash shuni ko‘rsatadiki, barcha vazifani bitta qurilma bajarishi kutilmaydi: separator erkin suyuqlikni, adsorber namlikni yoki tanlangan komponentni, issiqlik almashtirgich haroratni boshqaradi, membrana esa komponentlarni selektiv ajratadi. Shu sababli texnologik sxema ko‘pincha bir necha bosqichdan tuziladi. Samaradorlik foizi yakka mezon emas: yuqori ajratish darajasi katta bosim yo‘qotilishi yoki regeneratsiya xarajatlari hisobiga erishilishi mumkin. Muhandislik tanlovida gazning real tarkibi, maksimal va minimal sarfi, loyihaviy bosim, korroziya xususiyatlari, portlash-yong‘in xavfsizligi hamda texnik xizmat ko‘rsatish qulayligi birgalikda baholanadi.

Iqtisodiy baholashda qurilmaning boshlang‘ich qiymati bilan birga elektr energiyasi, sovitish/isitish, adsorbentni almashtirish, regeneratsiya va rejadan tashqari to‘xtash xarajatlari hisobga olinishi lozim. Avtomatik bosim, harorat, sarf va namlik datchiklari jarayonni barqaror boshqarish hamda nosozlikni erta aniqlashga yordam beradi.

5. Xulosa. Texnologik gazlarni qayta ishlash qurilmalarini tanlashda unumdorlik, ish bosimi va harorati, ajratish samaradorligi, bosim yo‘qotilishi, energiya sarfi va ekspluatatsion ishonchlilik asosiy mezonlar hisoblanadi. Separator, adsorber, issiqlik almashtirgich va membranali modulning vazifalari turlicha bo‘lib, ularni oqilona birlashtirish gaz sifatini oshiradi va texnologik yo‘qotishlarni kamaytiradi. Keltirilgan grafikdagi foizlar faqat uslubiy namuna; amaliy loyihada ular tajriba natijalari yoki uskuna pasportidagi tasdiqlangan ma’lumotlar bilan almashtirilishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Kidnay, A. J., Parrish, W. R., McCartney, D. G. Fundamentals of Natural Gas Processing. 3rd ed. CRC Press, 2020.

2. GPSA Engineering Data Book. Gas Processors Suppliers Association, 14th ed., 2018.

3. Mokhatab, S., Poe, W. A., Mak, J. Y. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. 4th ed. Gulf Professional Publishing, 2019.

Arnold, K., Stewart, M. Surface Production Operations, Vol. 1: Design of Oil-Handling Systems and Facilities. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 2008.

ТЕХНОЛОГИК ГАЗЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ САМАРАДОРЛИГИ ТАҲЛИЛИ

С.Т. Абдиев[1], Ж.Т. Бозоров[2]

[1]Катта ўқитувчи, Иқтисодиёт ва педагогика университети, Қарши, 180100, Ўзбекистон

[2]Доцент, PhD, Иқтисодиёт ва педагогика университети, Қарши, 180100, Ўзбекистон.

e-mail: bozorovjurabek30@gmail.com

Аннотация. Мақолада нефть ва газ саноатида ҳосил бўладиган технологик газларни қайта ишлаш самарадорлигини баҳолашнинг асосий техник, энергетик ва экологик мезонлари таҳлил қилинган. Газни сепарациялаш, компримлаш, совитиш, кислотали газларни ажратиш, қуритиш ва углеводородларни қайтариб олиш босқичларининг ўзаро боғлиқлиги кўриб чиқилган. Самарадорликни баҳолаш учун моддий баланс, мақсадли компонентни ажратиб олиш даражаси, солиштирма энергия сарфи ва маҳсулот чиқишига асосланган ҳисоблаш ёндашувлари таклиф этилган. Илмий манбалар таҳлили жараён интеграцияси, иссиқликни қайта тиклаш ва автоматик бошқарув тизимларини қўллаш энергия сарфини камайтириш ва иқтисодий натижани яхшилашга хизмат қилишини кўрсатади.

Калит сўзлар: технологик газ, газни қайта ишлаш, самарадорлик, углеводородлар, кислотали газлар, абсорбция, компримлаш, энергия сарфи, моддий баланс, технологик интеграция.

Аннотация. В статье проанализирована эффективность переработки технологических газов, образующихся на предприятиях нефтегазовой отрасли, с использованием технических, энергетических и экологических показателей. Рассмотрена взаимосвязь стадий сепарации, компримирования, охлаждения, удаления кислых газов, осушки и извлечения углеводородов. В качестве основных критериев предложены материальный баланс, степень извлечения целевого компонента, удельное энергопотребление и выход продукции. Анализ научных источников показывает, что интеграция процессов, рекуперация теплоты и современные системы автоматического управления позволяют снизить энергозатраты и повысить экономическую эффективность газопереработки.

Ключевые слова: технологический газ, переработка газа, эффективность, углеводороды, кислые газы, абсорбция, компримирование, энергопотребление, материальный баланс, интеграция процессов.

Abstract. The paper analyzes the efficiency of processing technological gases generated in oil and gas facilities using technical, energy and environmental indicators. The interrelation of separation, compression, cooling, acid-gas removal, dehydration and hydrocarbon recovery stages is considered. Material balance, target-component recovery, specific energy consumption and product

yield are proposed as key indicators for efficiency assessment. The literature review shows that process integration, heat recovery and advanced process control can reduce energy consumption and improve the economic performance of gas-processing systems.

Keywords: technological gas, gas processing, efficiency, hydrocarbons, acid gases, absorption, compression, energy consumption, material balance, process integration.

1. Кириш. Технологик газлар нефть ва газни қазиб олиш, тайёрлаш, ташиш ҳамда қайта ишлаш жараёнларида ҳосил бўладиган кўп компонентли газ оқимларидир. Уларнинг таркиби манба ва технологик жараёнга қараб метан, этан, пропан, бутанлар, водород, углерод диоксиди, водород сульфид, азот ва сув буғидан ташкил топиши мумкин. Замонавий газни қайта ишлаш схемаларида газни фазаларга ажратиш, кислотали компонентларни чиқариш, қуритиш, табиий газ суюқликларини ажратиб олиш ва компримлаш босқичлари ўзаро боғланган ҳолда амалга оширилади [1,2].

Технологик газларнинг самарали қайта ишланиши икки муҳим вазифани бир вақтда ҳал қилади: қимматли углеводородларни йўқотмасдан товар маҳсулотга айлантириш ва атмосферага чиқариладиган зарарли компонентлар миқдорини камайтириш. Айниқса H_2S ва CO_2 ни ажратиш газ сифати, коррозия хавфи ва экологик кўрсаткичларга бевосита таъсир қилади [3,4].

Тадқиқот мақсади — технологик газларни қайта ишлаш самарадорлигини комплекс баҳолаш мезонларини шакллантириш, асосий энергия ва моддий йўқотиш манбаларини аниқлаш ҳамда жараённи оптималлаштиришнинг амалий йўналишларини асослаш.

2. Материаллар ва усуллар. Тадқиқотда газни қайта ишлаш технологик схемалари бўйича илмий адабиётлар таҳлил қилинди. Самарадорликни баҳолашда моддий баланс усули, компонентларни ажратиб олиш даражаси, солиштирма энергия сарфи ва маҳсулот чиқиши кўрсаткичларидан фойдаланилди. Бу кўрсаткичлар техник самарадорлик билан бир қаторда жараённинг иқтисодий ва экологик натижаларини ҳам баҳолаш имконини беради [1,5].

Мақсадли компонентни ажратиб олиш даражаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\eta = (G_i - G_o) / G_i \times 100\ \%,$$

бу ерда G_i — жараёнга киритилаётган мақсадли компонент массавий сарфи, кг/соат; G_o — чиқиш оқимида қолган компонент сарфи, кг/соат. Солиштирма энергия сарфи қуйидаги ифода билан баҳоланади:

$$e = E / M,$$

бу ерда, E — жараёнга сарфланган электр ва иссиқлик энергиясининг жами миқдори, кВт·соат; M — олинган маҳсулот миқдори, т. Ушбу кўрсаткичнинг пасайиши, бошқа шартлар ўзгармаган ҳолда, энергия самарадорлигининг ошганини англатади.

Газ таркибидаги компонентларнинг қайта ишлашдан олдин ва кейинги миқдори моддий баланс орқали текширилди. Баланснинг умумий кўриниши $\Sigma G_i = \Sigma G_o + \Sigma G$йўқотиш бўлиб, бу ерда Gйўқотиш — факеллаш, технологик чиқинди ёки қурилмалардаги бошқа йўқотишлар ҳисобига чиқиб кетган масса. Илмий тадқиқотларда газни қайта ишлаш энергия сарфини камайтириш учун жараён схемасини оптималлаштириш муҳим экани кўрсатилган; айрим моделлаштириш ишларида жараённи оптималлаштириш солиштирма энергия сарфини 10,7–21,1% гача камайтирган [5].

3. Натижалар. Таҳлил натижалари технологик газларни қайта ишлаш самарадорлигига энг катта таъсир кўрсатувчи омиллар газ таркиби, босим, ҳарорат, газ-суюқлик нисбати, компрессор юкламаси ва иссиқлик интеграцияси эканини кўрсатади. Газ таркибида оғир углеводородлар миқдори юқори бўлганда уларни совитиш-конденсациялаш ёки абсорбция орқали қайтариб олиш маҳсулот чиқишини оширади. Табиий газ суюқликларини ажратиб олиш жараёнларида технологик интеграция ва жараённи интенсивлаштириш иқтисодий кўрсаткичларни яхшилаши мумкин [2].

Кўрсаткич	Белгиланиши	Ҳисоблаш/баҳолаш	Самарадорлик мезони

Компонентни ажратиб олиш даражаси	η	$\eta=(G_i-G_o)/G_i\times100\%$	Юқори бўлиши
Солиштирма энергия сарфи	e	e=E/M	Паст бўлиши
Маҳсулот чиқиши	Y	Y=Ммаҳ/Мхом×100%	Юқори бўлиши
Моддий йўқотиш	L	L=Gйўқотиш/Gкир×100%	Паст бўлиши

Кислотали газларни ажратишда абсорбция, адсорбция, мембранали ва криоген усуллар қўлланилади. Абсорбция асосидаги қурилмаларда эритувчини регенерациялаш катта иссиқлик сарфини талаб қилиши мумкин; шунинг учун эритувчи сарфи, регенератор босими, ҳарорат ва иссиқлик алмашинувини оптималлаштириш муҳимдир [3].

Жараён самарадорлигини баҳолаш учун қуйидаги шартли кўрсаткичлар тизими юқоридаги жадвалда келтирилган.

Жадвалдан кўриниб турибдики, битта кўрсаткични алоҳида ошириш ҳар доим ҳам умумий самарадорликни оширмайди. Масалан, ажратиб олиш даражасини жуда юқори қийматга етказиш қўшимча компримлаш ёки регенерация энергияси талабини ошириши мумкин. Шунинг учун оптимал режим маҳсулот чиқиши, энергия сарфи ва экологик талабларнинг биргаликдаги натижаси асосида танланиши керак.

4. Муҳокама. Замонавий тадқиқотлар газни қайта ишлашда энергия самарадорлиги масаласи жараённинг алоҳида аппарати эмас, балки бутун технологик занжир нуқтаи назаридан ҳал қилиниши кераклигини кўрсатади. Иссиқликни қайта тиклаш, оқимларни интеграциялаш, компрессорларни оптимал юкламада ишлатиш ва автоматик бошқарув тизимларини жорий этиш энергия сарфини камайтиришнинг муҳим воситалари ҳисобланади [5,6].

Кислотали газларни ажратиш тизимларида сўнгги тадқиқотлар эритувчи танлаш, абсорбер ва регенератор параметрларини оптималлаштириш ҳамда жараёнларни интеграциялаш орқали энергия сарфини пасайтириш мумкинлигини кўрсатмоқда [3]. Айрим янги схемаларда икки босқичли флэш жараёнларидан фойдаланиш анъанавий схемаларга нисбатан энергия сарфини камайтириш имконини берган [4].

Ўзбекистон шароити учун ушбу ёндашувлар, айниқса, газ-кимё мажмуаларида қимматли углеводородларни максимал даражада қайтариб олиш, CO_2 ва H_2S ни самарали ажратиш, компрессор ва регенераторларнинг солиштирма энергия сарфини камайтириш нуқтаи назаридан муҳимдир. Шуртан газ-кимё мажмуаси шароитига яқин параметрлар асосида олиб борилган сўнгги моделлаштириш тадқиқотлари MEA ва MDEA эритувчиларини CO_2/H_2S ажратиш нуқтаи назаридан таққослаш ва энергия талабини оптималлаштириш имкониятини кўрсатган [7].

Шу билан бирга, жараённи автоматик назорат қилиш ва маълумотларга асосланган оптималлаштириш усулларидан фойдаланиш истиқболли йўналиш ҳисобланади. Илмий адабиётларда мураккаб нефт-кимё тизимларида анъанавий физик моделларни маълумотларга асосланган усуллар билан бирлаштириш энергия самарадорлигини оширишнинг муҳим йўналиши сифатида баҳоланган [6].

5. Хулоса. Технологик газларни қайта ишлаш самарадорлигини комплекс баҳолашда компонентларни ажратиб олиш даражаси, маҳсулот чиқиши, солиштирма энергия сарфи ва моддий йўқотишларни биргаликда ҳисобга олиш мақсадга мувофиқ. Технологик режимларни оптималлаштиришда газ таркиби ва оқим параметрларининг ўзгарувчанлиги инобатга олиниши зарур.

Тадқиқот натижалари жараён интеграцияси, иссиқликни қайта тиклаш, кислотали газларни ажратиш режимларини оптималлаштириш, компрессорлар ишини рационал бошқариш ва автоматлаштирилган мониторинг тизимларини жорий этиш технологик газларни қайта ишлашнинг техник-иқтисодий самарадорлигини оширишини кўрсатади. Бундай ёндашув қимматли углеводородларнинг йўқотилишини камайтиради, энергия сарфини пасайтиради ва экологик кўрсаткичларни яхшилайди.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Alcheikhhamdon Y., Hoorfar M. Natural gas quality enhancement: A review of the conventional treatment processes, and the industrial challenges facing emerging technologies. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016. Vol. 34. P. 689–701. DOI: 10.1016/j.jngse.2016.07.034.

2. Mazyan W., Ahmadi A., Ahmed H., Hoorfar M. Market and technology assessment of natural gas processing: A review. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016. Vol. 30. P. 487–514. DOI: 10.1016/j.jngse.2016.02.010.

3. Absorption-Based Optimization Technologies for Acid Gas Removal Units: A Review of Recent Trends and Challenges. Processes. 2025. Vol. 13(6). Article 1909.

4. Techno-Economic Analysis of a Novel Two-Stage Flashing Process for Acid Gas Removal from Natural Gas. Energies. 2019. Vol. 12(21). Article 4213. DOI: 10.3390/en12214213.

5. Franco S.V.A., Ribeiro D.C., Meneguelo A.P. A comprehensive approach to evaluate feed stream composition effect on natural gas processing unit energy consumption. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2020. Vol. 83. Article 103607. DOI: 10.1016/j.jngse.2020.103607.

6. Review: Energy efficiency evaluation of complex petrochemical industries. Energy. 2020. Vol. 203. Article 117893.

7. Solvent-Based Simulation and Techno-Economic Evaluation of CO_2/H_2S Separation at Shurtan Gas Chemical Complex. Engineering Proceedings. 2025. Vol. 124(1). Article 81.

NEFT YO‘LDOSH GAZLARINING C_2–C_4 FRAKSIYASINI AROMATIK UGLEVODORODLARGA AYLANTIRISH UCHUN Zn–ZEOLIT KATALIZATORLARINI YARATISH

Qurbonova Shaxnoza Damin qizi

Annotatsiya. Maqolada neft yo‘ldosh gazining etan–butan tarkibli qismi va propan–butan fraksiyasini aromatik uglevodorodlarga aylantirish uchun rux bilan modifikatsiyalangan zeolit katalizatorlarining ilmiy asoslari tahlil qilinadi. Tadqiqotning maqsadi mahalliy xomashyo asosida tayyorlanadigan zeolit tashuvchida Zn hamda Zn–Fe faol markazlarining kislota xossalari, g‘ovak tuzilishi va katalitik ko‘rsatkichlarga ta’sirini baholash dasturini ishlab chiqishdan iborat. Metodik yondashuvga xomashyo gazini gaz xromatografiyasida aniqlash, katalizatorni ion almashinish yoki shimdirish usulida tayyorlash, XRD, BET, NH_3-TPD, piridin-FTIR va termik tahlil bilan tavsiflash hamda oqimli reaktorda 450–650 °C oralig‘ida sinash kiritildi. Adabiyotlarda C_2–C_4 alkanlari uchun Zn- va Ga-tarkibli zeolitlarda aromatik mahsulotlar hosil bo‘lishi, metan ko‘p bo‘lgan gazda esa konversiya cheklanishi ko‘rsatilgan. Natijalar bo‘limida e’lon qilingan qiymatlar adabiyot mezoni sifatida muhokama qilinadi; mahalliy katalizator bo‘yicha o‘lchovlar muallif tajribasi sifatida taqdim etilmaydi. Taklif etilgan ish dasturi aktivlik, BTX selektivligi, kokslanish va katalizatorning ishlash muddatini birgalikda baholashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: neft yo‘ldosh gazi, propan–butan fraksiyasi, Zn-ZSM-5, Zn–Fe katalizator, aromatizatsiya, BTX, koks, zeolit

Kirish. Neft yo‘ldosh gazi (NYG) tarkibida metan bilan birga etan, propan, butan va oz miqdorda boshqa komponentlar bo‘lishi mumkin. Gazning aniq tarkibi kon, quduq va ajratish bosqichiga qarab o‘zgaradi, shu sababli aromatizatsiya texnologiyasini tanlashdan oldin gaz xromatografik tahlili zarur. C_2–C_4 alkanlarini benzol, toluol va ksilollar (BTX) kabi qiymatli mahsulotlarga aylantirish gazni yoqib yuborish yoki faqat yoqilg‘i sifatida ishlatish o‘rniga kimyoviy qayta ishlash yo‘lini ochadi [1].

ZSM-5 turidagi zeolitlar shakl-selektiv g‘ovak tizimi va kislota markazlari sababli yengil alkanlar aromatizatsiyasida ko‘p o‘rganilgan. Zn markazlari alkanlarning degidrogenlanishiga yordam beradi, zeolitning Brønsted kislota markazlari esa olefin oraliq mahsulotlarining

oligomerlanishi, sikllanishi va aromatlanishida qatnashadi. Faol markazlar miqdori ortishi doimo yaxshiroq natija bermaydi: ortiqcha metall g‘ovaklarni berkitishi, kislotalilikni kamaytirishi yoki koks hosil bo‘lishini kuchaytirishi mumkin [2–4].

Maqolaning maqsadi mahalliy mineral xomashyo asosida olinadigan zeolit tashuvchida Zn va Zn–Fe modifikatsiyalarini qiyoslash uchun ilmiy asoslangan tajriba rejasini ishlab chiqish hamda e’lon qilingan natijalar bilan solishtirish mezonlarini belgilashdir.

Tadqiqot metodikasi. Tadqiqot obyekti sifatida tarkibi gaz xromatografiyasida aniqlangan NYG yoki uning C_2–C_4 fraksiyasi olinadi. C_1–C_4 uglevodorodlari, CO_2, N_2 va H_2S miqdori alohida qayd etiladi. H_2S va suv katalizatorning faolligi hamda xavfsiz ishlashiga ta’sir qilishi mumkinligi sababli, xomashyoni tozalash zarurati kirish tarkibi asosida belgilanadi. C_2–C_4 aralashmasi NYGdagi asosiy aromatlanadigan fraksiyani laboratoriyada takroriy sinash uchun qulay model xomashyo bo‘la oladi.

Tashuvchi sifatida mahalliy xomashyo (masalan, bentonit)dan sintez qilingan yoki mahalliy mineral komponent bilan kompozitsiyalangan MFI-tipli zeolit ko‘rib chiqiladi. Bentonitning o‘zi ZSM-5 deb qabul qilinmaydi: Si/Al nisbatini moslashtirish, mineral aralashmalarni kamaytirish, gidrotermal kristallash va NH_4^+ almashinuvi bosqichlari alohida optimallashtirilishi kerak. Nazorat namunasi sifatida tijoriy HZSM-5 qo‘shilishi mahalliy tashuvchi natijalarini xolis qiyoslashga imkon beradi. $Zn(NO_3)_2$ eritmasi bilan shimdirish orqali 1–5 massa % Zn oraliqdagi seriya, so‘ng Zn miqdori o‘zgarmagan holda 1–3 massa % Fe qo‘shilgan qator tayyorlanadi. Ko‘rsatilgan tarkiblar tajriba uchun tavsiya etilgan boshlang‘ich diapazon bo‘lib, tayyor katalizator tarkibi ICP/XRF orqali tasdiqlanishi lozim.

Katalizatorlar quritish va havo muhitida kalsinatsiyadan so‘ng XRD, N_2 adsorbsiya-desorbsiya (BET), NH_3-TPD, piridin-FTIR, SEM-EDS va zarur bo‘lsa TGA/TPO usullarida tavsiflanadi. Katalitik sinovlar atmosfer bosimli oqimli sabit qatlamli reaktorda, 450–650 °C harorat, bir necha WHSV qiymati va kamida 10 soatlik vaqt bo‘yicha rejalashtiriladi. Mahsulotlar GC-FID/TCD yordamida tahlil qilinadi. Konversiya, aromatik mahsulotlar selektivligi va chiqimi uglerod balansini hisobga olgan holda beriladi; tajribalar takrorlanishi va balans yopilishi ko‘rsatiladi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Vosmerikova va hammualliflarining NYG va tabiiy gaz komponentlarini o‘zgartirish bo‘yicha ishida C_2–C_4 alkanlari uchun 550 °C da Ga-AS va Zn-ZSM-5 katalizatorlarida aromatik mahsulotlar selektivligi mos ravishda 44,6 va 37,8 % bo‘lgani, metanli gazni 650 °C da o‘zgartirishda esa ruxli zeolit bo‘yicha aromatik uglevodorodlar chiqimi 26,7 % ga yetgani qayd etilgan [1]. Bu sonlar ushbu maqola mualliflarining yangi tajriba natijalari emas, balki mahalliy namunalarning kelajakdagi sinovlari uchun adabiyot benchmarkidir.

Mazkur ma’lumotlar ikki xil xomashyo rejimini ajratish zarurligini ko‘rsatadi. C_2–C_4 ga boy fraksiya uchun o‘rta haroratda aromatizatsiya va BTX selektivligini oshirish asosiy vazifa bo‘lsa, metan ustun bo‘lgan gazda C–H bog‘ini faollashtirish va yuqori haroratdagi koks hosil bo‘lishi cheklovchi omillarga aylanadi. Shuning uchun «NYG aromatizatsiyasi» degan umumiy ko‘rsatkich o‘rniga C_1 va C_2–C_4 komponentlari bo‘yicha konversiya va uglerod selektivligini alohida hisoblash kerak.

Zn-ZSM-5 da metall markaz va kislota markazlarining muvozanati muhim. Zn miqdori ortishi degidrogenlanish bosqichiga foyda berishi mumkin, biroq g‘ovaklarga ortiqcha yuklanish yuzaning kamayishiga, kislotali markazlarning almashinishiga va aromatiklar hosil bo‘lish zanjirining uzilishiga olib kelishi mumkin [2,3]. Fe ni qo‘shish Zn ning dispersiyasi va yuqori haroratdagi barqarorligini yaxshilashi ehtimoli bor; bu ta’sirni XPS/TPR va vaqt bo‘yicha katalitik sinovlar bilan tekshirish lozim [2]. Mahalliy xomashyo asosidagi katalizator uchun asosiy ilmiy savol Zn ning eng maqbul miqdorini topish bilan cheklanmaydi: tashuvchining Si/Al nisbati, kislota markazlari, mezog‘ovaklar va metallning joylashuvi ham birgalikda optimallashtirilishi kerak.

Tajriba natijalari kelgusida quyidagi mezonlar bo‘yicha berilishi tavsiya qilinadi: (i) C_2–C_4 bo‘yicha konversiya; (ii) BTX va umumiy aromatiklar selektivligi; (iii) aromatiklar uglerod chiqimi; (iv) koks miqdori va turi; (v) katalizator faolligining vaqt bo‘yicha pasayishi; (vi) regeneratsiyadan keyingi faollikni tiklash. Ushbu ko‘rsatkichlarsiz yuqori boshlang‘ich konversiyaning amaliy qiymatini baholash qiyin.

Xulosa. Tahlil NYGning C_2–C_4 fraksiyasini aromatiklarga aylantirish uchun Zn bilan modifikatsiyalangan zeolitlar istiqbolli sinf ekanini, lekin xomashyo tarkibi, kislotalilik va koksga chidamlilikni birgalikda nazorat qilish lozimligini ko‘rsatadi. Mahalliy bentonit asosidagi tashuvchini HZSM-5 bilan qiyoslash va Zn–Fe kombinatsiyasini sinash ilmiy jihatdan asosli yo‘nalishdir. Keyingi bosqichda haqiqiy mahalliy NYG tarkibi hamda katalizator sinovlari asosida sonli natijalar bilan maqolani to‘ldirish kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] Vosmerikova L.N., Vosmerikov A.A., Barbashin Ya.E., Vosmerikov A.V. Conversion of the Components of Natural and Associated Petroleum Gases over Modified Zeolite Catalysts. Chemistry for Sustainable Development. 2020;28:226–235. https://doi.org/10.15372/CSD2020224

[2] Oseke G.G., Atta A.Y., Mukhtar B., et al. Highly selective and stable Zn–Fe/ZSM-5 catalyst for aromatization of propane. Applied Petrochemical Research. 2020;10:55–65. https://doi.org/10.1007/s13203-020-00245-9

[3] Dauda I.B., Yusuf M., Gbadamasi S., et al. Highly Selective Hierarchical ZnO/ZSM-5 Catalysts for Propane Aromatization. ACS Omega. 2020;5(6):2725–2733. https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03343

[4] Bhan A., Delgass W.N. Propane aromatization over HZSM-5 and Ga/HZSM-5 catalysts. Catalysis Reviews. 2008;50(1):19–151. https://doi.org/10.1080/01614940701804745

[5] Migliori M., Aloise A., Catizzone E., et al. Simplified kinetic modeling of propane aromatization over Ga-ZSM-5 zeolites: comparison with experimental data. Industrial & Engineering Chemistry Research. 2017;56(37):10309–10317. https://doi.org/10.1021/acs.iecr.7b02868

[6] Niu X., et al. CO_2-assisted propane aromatization over phosphorus-modified Ga/ZSM-5 catalysts. Catalysis Science & Technology. 2020;10(6):1881–1888. https://doi.org/10.1039/C9CY02589H

MAHALLIY BENTONIT ASOSIDA ZEOLIT TASHUVCHILARINI OLISH VA ULARNI NEFT YO‘LDOSH GAZI AROMATIZATSIYASI UCHUN MODIFIKATSIYALASH

Qurbonova Shaxnoza Damin qizi

Annotatsiya. Maqolada mahalliy bentonitdan foydalanib neft yo‘ldosh gazining yengil alkanlarini aromatik uglevodorodlarga aylantirishga mo‘ljallangan zeolit tashuvchilarini ishlab chiqish masalasi ko‘rib chiqiladi. Maqsad bentonit tarkibidagi kremniy va alyuminiy komponentlarini MFI-tipli g‘ovak tuzilma sintezi uchun moslashtirish hamda tashuvchining kislota-g‘ovak xossalarini Zn yoki Ga bilan modifikatsiya qilishga doir tajriba metodikasini asoslashdir. Metodika xomashyoni mineralogik-kimyoviy tahlil qilish, kislota/ishqoriy oldindan ishlov berish, gidrotermal kristallash, NH_4^+ almashinuvi, metallni ion almashinish yoki shimdirish yo‘li bilan kiritish va XRD, SEM-EDS, BET, NH_3-TPD hamda FTIR tahlillarini qamrab oladi. E’lon qilingan tadqiqotlar ZSM-5 da metallning dispersiyasi, kislotalilik va mikrog‘ovaklar saqlanishi aromatizatsiya ko‘rsatkichlariga ta’sir qilishini ko‘rsatadi. Maqoladagi natijalar bo‘limi adabiyotlardan kelib chiqadigan sintez-tuzilish-faollik bog‘lanishini muhokama qiladi; mahalliy bentonitdan sintezlangan namunalarning tahlil natijalari mavjud deb da’vo qilinmaydi. Taklif etilgan yondashuv mahalliy mineral xomashyoni qiymatli katalizator komponentiga aylantirish uchun tekshiriladigan ilmiy dastur beradi.

Kalit so‘zlar: mahalliy bentonit, MFI zeolit, ZSM-5, gidrotermal sintez, Zn modifikatsiyasi, kislotalilik, g‘ovaklik, neft yo‘ldosh gazi

Kirish. Katalizator tannarxida faol metall bilan bir qatorda tashuvchining manbasi, uni tayyorlash jarayoni va qayta ishlatish imkoniyati ham ahamiyatli. Mahalliy bentonit kremniyli va alyuminiyli komponentlarni saqlovchi mineral xomashyo bo‘lib, uning tarkibi kon va qatlam bo‘yicha o‘zgaradi. Shu sababli bentonitni to‘g‘ridan-to‘g‘ri zeolit yoki tayyor ZSM-5 deb hisoblash mumkin emas; avvalo mineralogik tarkibi, Si/Al nisbati, temir, kalsiy va ishqoriy aralashmalar miqdori aniqlanishi kerak.

MFI-tipli zeolitlarda mikro-g‘ovaklar shakl-selektivlikni, Brønsted kislota markazlari olefin oraliq birikmalarning oligomerlanishi va sikllanishini, o‘tuvchi metall markazlari esa alkanni degidrogenlashni qo‘llab-quvvatlaydi. Zn, Ga, Fe yoki Cr kabi qo‘shimchalar katalitik xossalarga ta’sir qiladi, biroq kristallik va kislotalilikni saqlash zarur [1–4]. Bentonitdan olingan kremniy-alyuminiy manbai sintezda qo‘llansa, uning sintetik gel tarkibiga ta’siri va mahsulotga o‘tishi hisobga olinishi lozim.

Maqolaning vazifasi bentonitni tayyorlash va MFI zeolit sintezi uchun tajriba ketma-ketligini taklif etish, mahalliy tashuvchi va tijoriy HZSM-5ni bir xil aromatizatsiya sharoitida qiyoslash uchun zarur mezonlarni belgilashdan iborat.

Tadqiqot metodikasi. Bentonit namunalari quritilib, maydalangandan so‘ng XRF yoki ICP-OES orqali Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na va K tarkibi, XRD orqali asosiy mineral fazalar aniqlanadi. Kislotali ishlov mineral karbonatlar va ayrim metall aralashmalarini kamaytirish uchun, ishqoriy eritish esa kremniy komponentini eritmaga o‘tkazish uchun alohida sinovdan o‘tkazilishi mumkin. Har bir ishlov uchun massa balansi va eritma tarkibi qayd qilinadi. Xomashyoni qayta ishlash samarasi faqat rentgenogramma bilan emas, eritmaga o‘tgan Si/Al miqdori va galogen/ishqoriy qoldiqlar bilan ham baholanadi.

MFI sintezi uchun ajratilgan Si va Al manbalari, ishqor, suv va strukturaviy yo‘naltiruvchi agentdan iborat gidrogel tayyorlanadi; bunda bentonitdan olingan komponentlar tarkibi bosqichma-bosqich oshiriladi va nazorat namunasi sifatida standart silika-alumina ishlatiladi. Kristallash harorati va muddati, gelning Si/Al nisbati va urug‘ kristallarining mavjudligi tajriba matritsasida o‘zgaruvchilar sifatida tanlanadi. Olingan Na-forma NH_4^+ eritmasi bilan almashinib, kalsinatsiya orqali H-formaga o‘tkaziladi. MFI faza XRD, morfologiya SEM, Si/Al nisbati EDS/ICP, g‘ovaklik N_2 adsorbsiya, kislotalilik NH_3-TPD va piridin-FTIR yordamida baholanadi.

Eng mos tashuvchilar 1–5 massa % Zn yoki 1–3 massa % Ga miqdor oralig‘ida modifikatsiyalanadi. Metall miqdori haqiqiy kimyoviy tahlil bilan tasdiqlanadi. Katalitik sinovda model propan yoki C_2–C_4 aralashmasi tanlanib, HZSM-5, mahalliy tashuvchi, metall bilan modifikatsiyalangan tijoriy zeolit va mahalliy tashuvchi asosidagi metall katalizator bir xil reaktor, granulometriya va kontakt vaqtida qiyoslanadi. Shu tartibda xomashyo manbasi ta’sirini metall turi ta’siridan ajratish mumkin.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, zeolitning katalitik ishlashi faqat uning kristall fazasiga bog‘liq emas. ZnO/ZSM-5 bo‘yicha tadqiqotda hierarxik g‘ovaklik va ZnO miqdori propan konversiyasi hamda aromatik selektivlik o‘rtasidagi muvozanatni o‘zgartirgan: mualliflar 0,3 M ishlov berilgan katalizatorda aromatik selektivlik 61,0 %, konversiya esa 17,3 % bo‘lganini, boshlang‘ich namunada mos ravishda 25,2 % va 39,7 % bo‘lganini bildirgan [1]. Bu ko‘rsatkichlar turli samaradorlik mezonlarining qarama-qarshi o‘zgarishi mumkinligini ko‘rsatadi va faqat selektivlikka qarab katalizator tanlash mumkin emasligini anglatadi.

Zn–Fe/ZSM-5 tadqiqotida Fe qo‘shilishi Zn tarqalishi va faollikning vaqt bo‘yicha saqlanishiga ko‘maklashgani, lekin metall yuklamasi ortishi kislota markazlari va sirt maydonini o‘zgartirishi mumkinligi muhokama qilingan [2]. Bu holat bentonit asosidagi tashuvchi uchun ayniqsa ahamiyatli: Fe, Ca yoki Na kabi tabiiy aralashmalar sintez jarayonida qolsa, ularning kislota markazlari, kristallanish va metall dispersiyasiga ta’siri alohida nazorat qilinishi kerak.

Mahalliy xomashyo bilan bog‘liq ilmiy yangilikni «bentonitdan katalizator olindi» degan umumiy bayon bilan cheklamaslik lozim. Yangilikni isbotlash uchun bentonitdagi kremniy-alyuminiy komponentlarining sintezga o‘tish darajasi, hosil bo‘lgan MFI fazaning miqdori, Si/Al va kislota markazlari bilan katalitik faollik o‘rtasidagi korrelyatsiya hamda tijoriy tashuvchi bilan bir xil

sharoitdagi qiyoslash zarur. Agar MFI kristallanishi yetarli bo‘lmasa, bentonitni ZSM-5 deb nomlash ilmiy jihatdan to‘g‘ri bo‘lmaydi; bunday holda «bentonit-kompozit tashuvchi» yoki «bentonit asosidagi zeolit-kompozit» atamasi ishlatiladi.

Sintez-tuzilish-faollik aloqasini baholash uchun XRD kristallik, BET mikro/mezog‘ovak hajmi, NH_3-TPD umumiy kislotalilik, piridin-FTIR Brønsted/Lewis markazlari nisbatini beradi. Ularni propan konversiyasi va BTX uglerod chiqimi bilan bir jadvalda solishtirish, shuningdek koks miqdorini TGA orqali aniqlash mahalliy xomashyo qo‘shgan qiymatni ko‘rsatadi. Bu bosqichda sonli ko‘rsatkichlar tajriba o‘tkazilmaguncha noma’lum; maqola loyihasiga ularni adabiyotdan ko‘chirib, o‘z natijasi sifatida kiritish mumkin emas.

Xulosa. Mahalliy bentonitdan MFI-tipli zeolit tashuvchisi olish mumkinligini faqat kimyoviy-mineralogik tahlil, sintez va faza tavsifi tasdiqlangandan keyingina xulosa qilish lozim. Zn/Ga bilan modifikatsiya va tijoriy HZSM-5 nazorat namunasini teng sharoitda solishtirish mahalliy xomashyo hissasini ajratishga yordam beradi. Eng ishonchli ilmiy natija tarkib, kristallik, kislotalilik, g‘ovaklik va BTX chiqimi o‘rtasidagi aniq bog‘lanishni ko‘rsatishdan iborat bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] Dauda I.B., Yusuf M., Gbadamasi S., et al. Highly Selective Hierarchical ZnO/ZSM-5 Catalysts for Propane Aromatization. ACS Omega. 2020;5(6):2725–2733. https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03343

[2] Oseke G.G., Atta A.Y., Mukhtar B., et al. Highly selective and stable Zn–Fe/ZSM-5 catalyst for aromatization of propane. Applied Petrochemical Research. 2020;10:55–65. https://doi.org/10.1007/s13203-020-00245-9

[3] Raad M., Hamieh S., Toufaily J., Hamieh T., Pinard L. Propane aromatization on hierarchical Ga/HZSM-5 catalysts. Journal of Catalysis. 2018;366:223–236. https://doi.org/10.1016/j.jcat.2018.07.035

[4] Baradaran S., Sohrabi M., Bijani P.M., Royaee S.J., Sahebdelfar S. Experimental and modelling study of propane aromatization over H-ZSM-5 catalysts prepared by different silica sources. Canadian Journal of Chemical Engineering. 2015;93(4):727–735. https://doi.org/10.1002/cjce.22160

[5] Bhan A., Delgass W.N. Propane aromatization over HZSM-5 and Ga/HZSM-5 catalysts. Catalysis Reviews. 2008;50(1):19–151. https://doi.org/10.1080/01614940701804745

[6] Vosmerikova L.N., Vosmerikov A.A., Barbashin Ya.E., Vosmerikov A.V. Conversion of the Components of Natural and Associated Petroleum Gases over Modified Zeolite Catalysts. Chemistry for Sustainable Development. 2020;28:226–235. https://doi.org/10.15372/CSD2020224

O‘SIMLIK MOYIDAN OLINGAN QO‘NDIRMALARNING KOMPOZITSION MOTOR MOYLARI QOVUSHQOQLIK-TEMPERATURA XOSSALARIGA TA’SIRI

Buriyeva Umida Zamon qizi

Annotatsiya. Maqolada mahalliy o‘simlik moyidan olingan qo‘ndirmalarning kompozitsion motor moylarida qovushqoqlik-temperatura xossalarini boshqarishdagi o‘rni tahlil qilinadi. Tadqiqot maqsadi qo‘ndirma turi va miqdorining 40 °C hamda 100 °C dagi kinematik qovushqoqlik, qovushqoqlik indeksi, bazaviy moy bilan moslik va oksidlanish barqarorligiga ta’sirini baholash uchun tajriba metodikasini ishlab chiqishdir. Usul xomashyoni tavsiflash, modifikatsiyalangan va modifikatsiyalanmagan qo‘ndirmalarni nazoratli miqdorda aralashtirish, reologik o‘lchovlar, termik sikllar va qiyosiy nazorat moylarini o‘z ichiga oladi. OAKda e’lon qilingan mahalliy ishda o‘simlik moyidan olingan qo‘ndirma bilan qovushqoqlik indeksi 96 dan 163 gacha oshgani va qotish harorati −17 °C dan −20 °C gacha pasaygani ko‘rsatilgan; bu natijalar ushbu maqolada manbaga nisbat berilgan holda muhokama qilinadi. Xalqaro tadqiqotlar bioresurs asosidagi polimer qo‘ndirmalar viskozlik indeksi yaxshilagich va depressor sifatida ishlatilishi mumkinligini ko‘rsatadi. Xulosa sifatida, xomashyo turi va kimyoviy modifikatsiyaning moydagi barqarorligi birgalikda sinovdan o‘tkazilishi lozim.

Kalit so‘zlar: o‘simlik moyi, qo‘ndirma, qovushqoqlik indeksi, kinematik qovushqoqlik, qotish harorati, oksidlanish barqarorligi, motor moyi

Kirish. Motor moyining qovushqoqligi harorat o‘zgarganda dvigatelning sovuq ishga tushishi, moy plyonkasining saqlanishi va ishqalanish yo‘qotishlariga ta’sir qiladi. Qovushqoqlik indeksi harorat oshishi bilan qovushqoqlikning qanchalik o‘zgarishini ifodalaydi; depressorlar esa past haroratdagi oqim xususiyatlarini yaxshilash uchun qo‘llanadi. Bu funksiyalar polimer qo‘ndirmalar, o‘simlik moyi hosilalari yoki ularning kompozitlari orqali boshqarilishi mumkin [2,3].

OAK e’lonida mahalliy xomashyodan olingan o‘simlik moyi qo‘ndirmasi bilan asos moyi qovushqoqlik indeksi 96 dan 163 gacha ko‘tarilgani va qotish harorati −17 °C dan −20 °C gacha pasaygani bildirilgan [1]. Boshqa mamlakat bazaviy moylarida poliakrilat qo‘ndirmalar qovushqoqlik indeksi va qotish nuqtasini yaxshilashi mumkinligi tajriba bilan ko‘rsatilgan [4]. Natijalar qo‘ndirmaning ta’siri faqat o‘simlik manbasiga emas, polimer tuzilmasi, molekulyar massa, doza va bazaviy moy bilan mosligiga bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Maqolaning maqsadi mahalliy o‘simlik moyi manbali qo‘ndirmalarning turli konsentratsiyada moy xossalariga ta’sirini tekshirish uchun takrorlanuvchi tajriba rejasini belgilash va e’lon qilingan natijalarni qiyosiy tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqot metodikasi. O‘simlik moyi xomashyosi uchun yog‘ kislotalari tarkibi GC-FID, kislota soni, namlik va zichlik o‘lchanadi. Qo‘ndirma modifikatsiyalanmagan triglitserid, ester hosilasi yoki polimer-kompozit shaklida tayyorlanishi mumkin; har bir variantning kimyoviy tarkibi FTIR va zarur bo‘lsa NMR orqali tekshiriladi. Mineral bazaviy moy bilan aralashish barqarorligi vizual nazorat, sentrifugalash va issiqlik-sovitish sikllari orqali baholanadi.

Tajriba matritsasida 0,5–10 massa % oralig‘idagi qo‘ndirma dozalari, qo‘ndirma turi va bazaviy moy tarkibi omil sifatida olinadi. Har bir namuna uchun 40 °C va 100 °C dagi kinematik qovushqoqlik, qovushqoqlik indeksi va past harorat ko‘rsatkichlari bir xil metodikada aniqlanadi. Qo‘ndirma qo‘shilmagan asos moyi va tijoriy motor moyi nazorat sifatida ishlatiladi. O‘lchovlar kamida uch takror bilan bajariladi, dispersiya va ishonch oralig‘i beriladi.

Qo‘ndirma samarasi kinematik qovushqoqlikning ortishi bilangina emas, balki haroratlar oralig‘ida qovushqoqlikning saqlanishi, qotish harorati, oksidlanishdan keyingi kislota soni va cho‘kma bilan baholanadi. Agar maqsad motor moyi sifatida tavsiya qilish bo‘lsa, qovushqoqlik darajasiga muvofiqlikdan tashqari yeyilish, ko‘piklanish, korroziya va dvigatel sinovlari talab qilinadi; faqat laboratoriya viskozlik natijasi xizmat ko‘rsatish toifasiga muvofiqlikni isbotlamaydi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. OAK e’lonidagi mahalliy natija qo‘ndirma bilan qovushqoqlik indeksida 67 birlik o‘sish va qotish haroratida 3 °C pasayishni bildiradi [1]. Bu qiymatlar qo‘ndirma qo‘shilgan kompozitsion asos moyi uchun avvalgi tadqiqotda xabar qilingan ko‘rsatkichlardir; yangi retsept uchun ular faqat benchmark sifatida ishlatiladi. Xalqaro sharhlarda o‘simlik moylaridan olingan polimer materiallar qovushqoqlik indeksi yaxshilagich va qotish nuqtasi depressori kabi bir necha vazifani bajarishi mumkinligi jamlangan [2].

Biroq qovushqoqlik indeksi yuqori bo‘lishi avtomatik ravishda oksidlanish barqarorligi ham yuqori degani emas. O‘simlik moyi tarkibidagi ayrim to‘yinmagan zanjirlar issiqlik va kislorod ta’sirida oksidlanishi mumkin; kimyoviy modifikatsiya sovuq oqimni va termik barqarorlikni yaxshilashi ehtimoli bor, lekin bu xususiyat har bir tarkibda alohida tekshiriladi [3,5]. Qo‘ndirma miqdori oshirilganda qovushqoqlik indeksi o‘sishi mumkin, shu bilan birga qovushqoqlik ortib, sovuq ishga tushishdagi nasoslanish yomonlashishi yoki aralashma barqarorligi pasayishi mumkin.

Abdul-saheb va Mohammedning Iraqi base oil bo‘yicha tadqiqotida poliakrilat hosilalari turli dozalarda tijoriy olefin kopolimer qo‘ndirmasi bilan qiyoslangan va VI hamda pour point bo‘yicha yaxshilanish ko‘rsatilgan [4]. Bu natija mahalliy tarkiblarni solishtirishda qo‘ndirma turi va dozasini bir xil bazaviy moyda sinash zarurligini qo‘llab-quvvatlaydi. Shuning uchun maqolada qo‘ndirma samarasi “ko‘paytirildi” kabi umumiy da’vo emas, qovushqoqlik-temperatura egri chizig‘i, VI, qotish harorati va takroriy o‘lchovlar bilan isbotlanishi kerak.

Keyingi bosqichda qo‘ndirma tarkibidagi o‘simlik manbali komponentning ulushi va kimyoviy modifikatsiya darajasi bilan oksidlanish va tribologik ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘lanish

aniqlanishi lozim. Hozirgi maqola loyihasi mahalliy yangi namunalar bo‘yicha o‘lchovlar mavjud deb da’vo qilmaydi.

Xulosa. Mahalliy o‘simlik moyidan olingan qo‘ndirma motor moyining qovushqoqlik-temperatura va past harorat xossalarini yaxshilash uchun istiqbolli komponent bo‘lishi mumkin. OAKda e’lon qilingan VI 96→163 va qotish harorati −17→−20 °C natijalari avvalgi ishga tegishli. Yangi tajribada qo‘ndirma turi va dozasi, mineral moy bilan moslik, oksidlanish va tribologik xususiyatlar birgalikda o‘lchanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi. Kurbanova S.B. “Mahalliy xomashyolardan foydalangan holda kompozision asos moylarning tarkibini va olish texnologiyasini ishlab chiqish” mavzusidagi PhD dissertatsiya himoyasi e’loni. Ixtisoslik: 02.00.08. https://oak.uz/pages/7196

[2] Karmakar G., et al. A Short Review on Polymeric Biomaterials as Additives for Lubricants. Polymers. 2021;13(8):1333. https://doi.org/10.3390/polym13081333

[3] Guo L., et al. Pour Point Depressants and Viscosity Index Improvers for Lubricating Oil: A Mini-Review. Recent Innovations in Chemical Engineering. 2017;10(2). https://doi.org/10.2174/2405520410666170530121312

[4] Abdul-saheb R.F., Mohammed M.A. A Comparative Study of the Influence of Different Types of Polymers on Viscosity Index and Pour Point of Iraqi Base Oils. Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering. 2019;20(3):7–13. https://doi.org/10.31699/IJCPE.2019.3.2

[5] Karmakar G., Ghosh P., Sharma B.K. Chemically Modifying Vegetable Oils to Prepare Green Lubricants. Lubricants. 2017;5(4):44. https://doi.org/10.3390/lubricants5040044

[6] Unnikrishnan G., et al. Bio-lubricants from vegetable oils: Characterization, modifications, applications and challenges – Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023;182:113413. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113413

MAHALLIY XOMASHYOLAR ASOSIDA KOMPOZITSION MOTOR MOYLARI OLISHNING ILMIY-TEXNOLOGIK ASOSLARI

Buriyeva Umida Zamon qizi

Annotatsiya. Maqolada mahalliy mineral bazaviy moylar va o‘simlik moyidan olinadigan qo‘ndirmalarni uyg‘unlashtirib kompozitsion motor moyi olish yondashuvi ko‘rib chiqiladi. Maqsad xomashyo sifatini baholash, bazaviy komponentlarni aralashtirish va qo‘ndirma paketini tanlash orqali viskozlik-temperatura, past harorat va ishqalanishga qarshi xossalarni boshqarish uchun tajriba metodikasini asoslashdir. Taklif etilgan metodika bazaviy moy va o‘simlik qo‘ndirmasining kimyoviy-fizik tavsifi, aralashma matritsasi, qovushqoqlik, qovushqoqlik indeksi, qotish harorati, chaqnash harorati, ko‘piklanish va tribologik sinovlarni qamrab oladi. OAKda e’lon qilingan avvalgi PhD natijalarida o‘simlik moyidan olingan qo‘ndirma asosida kompozitsion moy qovushqoqlik indeksini 96 dan 163 gacha oshirgani va qotish haroratini −17 °C dan −20 °C gacha pasaytirgani qayd etilgan. Ushbu qiymatlar muallifning yangi tajribasi emas, oldingi tadqiqot uchun adabiyot benchmarkidir. Tahlil mahalliy xomashyo resurslari asosida yangi tarkib ishlab chiqish bilan birga oksidlanish barqarorligi, moslik va motor sinovlarini ham tasdiqlash zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: kompozitsion motor moyi, bazaviy moy, mahalliy xomashyo, o‘simlik moyi qo‘ndirmasi, qovushqoqlik indeksi, qotish harorati, tribologiya

Kirish. Motor moyi dvigatel ishqalanadigan juftliklarini moylaydi, issiqlikni olib chiqadi va yeyilish mahsulotlarini muallaq holatda ushlab turishga yordam beradi. Uning ishlash qobiliyati faqat mineral bazaviy moyga emas, balki viskozlik indeksi yaxshilagich, depressor, antioksidant, yuvuvchi-disperslovchi va yeyilishga qarshi qo‘ndirmalar uyg‘unligiga bog‘liq [2,3]. Shu sababli

“mahalliy xomashyo asosidagi motor moyi” atamasi xomashyo manbasini ko‘rsatishi bilan cheklanmay, yakuniy moyning foydalanish xossalari va sinov mezonlarini ham aniqlashi kerak.
O‘zbekiston OAK e’lonida 02.00.08 ixtisosligi doirasida mahalliy xomashyolardan kompozitsion asos moyi olish texnologiyasi muhokama qilingan. Unda o‘simlik moyidan olingan qo‘ndirma qo‘llanganda qovushqoqlik indeksining 96 dan 163 gacha oshgani, qotish haroratining −17 °C dan −20 °C gacha pasaygani, shuningdek M-14B2 moyi uchun 100 °C dagi kinematik qovushqoqlik 13,5–14,5 mm²/s oralig‘ini ta’minlovchi retsept yaratilgani qayd etiladi [1]. Bu natijalar yangi maqolalarda qayta “yangi kashfiyot” sifatida emas, keyingi tadqiqotlar uchun taqqoslash nuqtasi sifatida ishlatilishi lozim.
Ushbu maqolaning maqsadi mahalliy bazaviy moy va o‘simlik manbali qo‘ndirma asosida kompozitsion motor moylarini tayyorlashning tajriba dizaynini taklif qilish hamda OAKda e’lon qilingan ko‘rsatkichlar va xalqaro adabiyotlar bilan qiyoslash mezonlarini belgilashdir.

Tadqiqot metodikasi. Tadqiqot obyekti sifatida neftni qayta ishlashdan olingan, sifati laboratoriya tahlilida tasdiqlangan bazaviy moy fraksiyalari va mahalliy o‘simlik moyidan ajratilgan yoki kimyoviy qayta ishlangan qo‘ndirma tanlanadi. Har bir xomashyo uchun zichlik, kinematik qovushqoqlik, kislota soni, namlik va kul miqdori qayd etiladi. O‘simlik moyi qo‘ndirmasining oksidlanishga moyilligi, to‘yinmaganlik darajasi va bazaviy moyda eruvchanligi aniqlanadi. Tayyorlashdan oldin o‘simlik manbali materialni to‘g‘ridan-to‘g‘ri moyga qo‘shish yoki ester/oligomer hosilasiga aylantirish variantlari alohida ko‘riladi; xom moyni avtomatik ravishda motor moyiga mos deb qabul qilib bo‘lmaydi. Aralashmalar 0–10 massa % qo‘ndirma miqdori va bazaviy moylarning bir necha nisbatida tayyorlanadi. Aralashtirish harorati, muddati va qo‘ndirma qo‘shish ketma-ketligi bir xil ushlab turiladi; tiniqlik, cho‘kma va faza ajralishi 24 soat va issiqlik siklidan keyin tekshiriladi. Nazorat namunasi sifatida qo‘ndirmasiz bazaviy moy va mavjud tijoriy motor moyi olinadi. Har bir retsept kamida uch marta tayyorlanib, o‘rtacha qiymat va tarqalish ko‘rsatkichi beriladi.

Kinematik qovushqoqlik 40 °C va 100 °C da, qovushqoqlik indeksi esa haroratga bog‘liq qovushqoqlik ma’lumotlari asosida hisoblanadi. Qotish harorati, chaqnash harorati, ko‘piklanish va korroziy xossalar mos laboratoriya metodlari bilan aniqlanadi. Tribologik bahoda to‘rt sharli qurilma yoki ball-on-disk sinovi orqali ishqalanish koeffitsiyenti va yeyilish izi o‘lchanadi. Oksidlanish barqarorligini baholash uchun tezlashtirilgan oksidlanish sinovi va sinovdan keyingi kislota soni, qovushqoqlik o‘zgarishi hamda cho‘kma miqdori qayd etiladi. Motor moyi darajasidagi yakuniy da’volar esa faqat standartga mos to‘liq sinovlar, jumladan dvigatel sinovlari o‘tkazilgandan keyin bildiriladi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. OAK e’lonida mahalliy xomashyodan olingan kompozitsion asos moyi uchun qovushqoqlik indeksining 96 dan 163 gacha ortishi va qotish haroratining −17 °C dan −20 °C gacha kamayishi qayd etilgan [1]. Ushbu ko‘rsatkichlar o‘simlik moyi qo‘ndirmasining bazaviy moyning haroratga bog‘liq oqim xususiyatlariga ijobiy ta’sirini ko‘rsatuvchi mahalliy benchmark bo‘lib xizmat qiladi. Xalqaro sharhlarda o‘simlik moyi va uning kimyoviy o‘zgartirilgan hosilalari bazaviy suyuqlik yoki qo‘ndirma sifatida ishlatilishi, biroq oksidlanish barqarorligi va past harorat xossalari tarkib hamda modifikatsiya usuliga bog‘liqligi ta’kidlanadi [2,4].
Bu natijalarni yangi retsept uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirib bo‘lmaydi. O‘simlik moyi tarkibidagi to‘yinmagan zanjirlar oksidlanishga sezgir bo‘lishi mumkin; esterifikatsiya, epoksidlash yoki boshqa kimyoviy modifikatsiya viskozlik-temperatura xossalarini yaxshilashi mumkin, ammo materialning termik barqarorligi va mineral moy bilan mosligi eksperimentda tasdiqlanishi zarur [4,5]. Qo‘ndirmaning ortiqcha ulushi esa qovushqoqlikni keragidan ziyod oshirishi, sovuqda oquvchanlik yoki filtrlanishni yomonlashtirishi mumkin.
Shuning uchun tadqiqot natijalarini taqdim etishda faqat qovushqoqlik indeksi emas, balki 40 va 100 °C dagi qovushqoqlik, qotish harorati, chaqnash harorati, ko‘piklanish, ishqalanish koeffitsiyenti, yeyilish izi va oksidlanishdan keyingi o‘zgarishlarni bir jadvalda solishtirish tavsiya qilinadi. Bu ko‘rsatkichlar bazaviy moyning o‘zi, mahalliy qo‘ndirmali kompozitsiya va tijoriy nazorat namunasi

uchun bir xil sharoitda o‘lchanadi. Shu tariqa tarkib-tuzilish-xossa bog‘lanishi va qo‘ndirmaning real hissasi ajratib ko‘rsatiladi.
Mavjud ochiq dalillar mahalliy komponent bilan kompozitsion asos moyi ishlab chiqish mumkinligini asoslaydi; biroq yangi maqolaning eksperimental yangiligi yangi xomashyo manbasi, modifikatsiya usuli yoki ish rejimi bilan ifodalanishi kerak. Ushbu maqola loyihasida yangi namuna bo‘yicha o‘lchovlar mavjud deb da’vo qilinmaydi.

Xulosa. Mahalliy xomashyo asosidagi kompozitsion motor moyini ishlab chiqishda bazaviy moy, o‘simlik manbali qo‘ndirma va qo‘ndirma paketi o‘zaro moslashtirilishi kerak. OAKda e’lon qilingan VI 96→163 va qotish harorati −17→−20 °C natijalari takrorlanishi kerak bo‘lgan yangi natija emas, taqqoslash mezonidir. Yangi tadqiqot uchun viskozlik, past harorat, oksidlanish va tribologik xossalarni birgalikda tasdiqlash talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi. Kurbanova S.B. “Mahalliy xomashyolardan foydalangan holda kompozision asos moylarning tarkibini va olish texnologiyasini ishlab chiqish” mavzusidagi PhD dissertatsiya himoyasi e’loni. Ixtisoslik: 02.00.08. https://oak.uz/pages/7196
[2] Karmakar G., Ghosh P., Sharma B.K. Chemically Modifying Vegetable Oils to Prepare Green Lubricants. Lubricants. 2017;5(4):44. https://doi.org/10.3390/lubricants5040044
[3] Sarma R.N., Vinu R. Current Status and Future Prospects of Biolubricants: Properties and Applications. Lubricants. 2022;10(4):70. https://doi.org/10.3390/lubricants10040070
[4] Karmakar G., et al. A Short Review on Polymeric Biomaterials as Additives for Lubricants. Polymers. 2021;13(8):1333. https://doi.org/10.3390/polym13081333
[5] Cheenkachorn K., Fungtammasan B. Development of engine oil using palm oil as a base stock for four-stroke engines. Energy. 2010;35(6):2552–2556. https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.03.002
[6] Unnikrishnan G., et al. Bio-lubricants from vegetable oils: Characterization, modifications, applications and challenges – Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023;182:113413. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113413

MAHALLIY MINERAL XOMASHYO ASOSIDA GIDROTOZALASH KATALIZATORI TASHUVCHISINI YARATISH

Ro'ziyev Fazliddin Baxriddin o'g'li

Annotatsiya. Neft fraksiyalarini gidrotozalashda katalizator faolligi va xizmat muddatini belgilovchi omillardan biri tashuvchining g‘ovak tuzilishi, kislota markazlari va metall bilan o‘zaro ta’siridir. Maqolada mahalliy paligorskit, bentonit va regeneratsiyalangan alyuminiy oksidini tashuvchi komponenti sifatida qo‘llashga doir ilmiy yondashuv ishlab chiqildi. Navbahor karbonatli paligorskit gili hamda ishlatilgan Al2O3 ni tayyorlash, shakllantirish, metall bilan shimdirish va tavsiflash bosqichlari bayon qilindi. OAK e’lonlarida keltirilgan avvalgi natijalar bilan xalqaro adabiyotdagi gilli tashuvchilar bo‘yicha ma’lumotlar taqqoslandi. Yangi laboratoriya namunalari bo‘yicha o‘lchovlar taqdim etilmagani sababli sonli xossalar yangi natija sifatida da’vo qilinmaydi; maqola tajriba dizayni va natijalarni baholash mezonlarini belgilaydi.
Kalit so‘zlar. gidrotozalash, mahalliy xomashyo, paligorskit, bentonit, alyuminiy oksidi, NiMo katalizatori, katalizator tashuvchisi, g‘ovaklik, oltingugurt.

Kirish. Neft fraksiyalaridagi oltingugurtli birikmalarni kamaytirish gidrotozalash jarayonining asosiy vazifalaridan biridir. Sanoat katalizatorlarida MoS2 tipidagi faol faza va Co yoki Ni promotorlari qo‘llanadi, tashuvchi esa faol fazani tarqatish, mexanik mustahkamlikni ta’minlash va reaksiyaga kirishuvchi molekulalarning g‘ovaklarga kirishini boshqaradi [1,6]. Shu bois tashuvchi

tarkibini mahalliy mineral xomashyo bilan qisman almashtirish iqtisodiy va texnologik jihatdan dolzarbdir.

O‘zbekiston OAK ma’lumotida karbonatli paligorskit gili va alyuminiy gidroksid asosida dizel distillyatini gidrotozalash katalizatori tashuvchisi yaratilgani, ANMP-211 katalizatori istiqbolli ishlanmalar ro‘yxatiga kiritilgani qayd etilgan [8]. Bu mavjud ilmiy ishlanma yangi izlanish uchun mahalliy tayanch nuqtani beradi. Yangi maqola doirasida asosiy ilmiy masala — xomashyoning tabiiy tarkib o‘zgaruvchanligini nazorat qilish, tashuvchining g‘ovak va kislota xossalarini takrorlanuvchan boshqarish hamda faol metall fazaning dispersiyasiga ta’sirini aniqlash.

Tadqiqot metodikasi. Tadqiqotda Navbahor koni karbonatli paligorskit gili, mahalliy bentonit va gidrotozalash qurilmasida ishlatilgan Al2O3 alohida xomashyo variantlari sifatida olinadi. Namuna mineralogik tarkibi XRD, kimyoviy tarkibi XRF yoki ICP-OES, sirt maydoni va g‘ovak parametrlari N2 sorbsiyasi (BET), morfologiyasi SEM-EDS yordamida tekshiriladi. Xomashyo fraksiyasi elakdan o‘tkazilib, yuvish va quritishdan so‘ng zarur bo‘lsa kislota bilan faollashtirish yoki issiqlik bilan ishlov berish bosqichlariga bo‘linadi.

Tashuvchilar ikki yondashuvda shakllantiriladi: paligorskit/bentonitning Al2O3 bilan kompozitsiyasi va ishlatilgan Al2O3 ni yuvish, quritish hamda nazoratli kuydirish orqali qayta tayyorlash. Ekstruziya yoki tabletkalashda bog‘lovchi miqdori va namlik doimiy ushlab turiladi. Tayyor shakllar quritilib, kuydiriladi; so‘ng Ni va Mo (yoki Ni–Co–Mo–P) prekursorlari eritmadan bosqichma-bosqich shimdiriladi. Quruq massa asosida metall yuklamasi hisoblanadi. Sulfidlanish H2S/H2 aralashmasida maxsus himoyalangan oqimli tizimda bajariladi; xavfsizlik va chiqindi gazni yutish tizimi majburiy.

Taqqoslash uchun tijoriy γ-Al2O3 tashuvchisi va metall yuklamasi bir xil bo‘lgan nazorat katalizatori ishlatiladi. Katalizatorlarda umumiy sirt, mezog‘ovak hajmi, kislota markazlari (NH3-TPD), mexanik mustahkamlik, metall taqsimoti va sulfidlanish darajasi baholanadi. Reaksiya sinovida bitta model oltingugurtli birikma va real dizel fraksiyasi bilan ishlashni alohida olib borish, natijalarni boshlang‘ich oltingugurt miqdoriga nisbatan hisoblash lozim.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. OAKda keltirilgan oldingi tadqiqot mahalliy karbonatli paligorskit–alyuminiy gidroksid asosidagi tashuvchini amaliy gidrotozalash katalizatori uchun istiqbolli deb ko‘rsatadi [8]. Ushbu dalil mahalliy mineralning shunchaki arzon to‘ldiruvchi emas, balki tashuvchi tuzilishini shakllantirishda faol komponent bo‘lishi mumkinligini anglatadi. Biroq gil tarkibidagi karbonat va boshqa mineral fazalar kuydirishda g‘ovaklikni o‘zgartirishi, kislotalikni pasaytirishi yoki metall faza bilan kuchli o‘zaro ta’sirga kirishishi mumkin. Shuning uchun mineral miqdorini oshirish avtomatik ravishda faollikni oshiradi, degan xulosa chiqarib bo‘lmaydi.

2025-yilgi tadqiqotda faollashtirilgan kaolin va bentonit tashuvchilarida 5% Co–10% Mo katalizatorlari og‘ir gazoylni past bosim sharoitida qayta ishlash uchun o‘rganilgan; mualliflar ikki qatlamli kaolin/bentonit konfiguratsiyasida oltingugurtning 93,38% gacha kamayishini bildirgan [2]. Bu ko‘rsatkich muayyan xomashyo, reaktor konfiguratsiyasi va sinov sharoitiga tegishli; mahalliy xomashyo bilan takrorlanadi deb qabul qilinmasligi kerak. U faqat gilga asoslangan tayanch tizimni tajribada tekshirish mumkinligiga dalil bo‘ladi.

Xomashyolarni saralashda faqat BET sirt maydoniga qarash yetarli emas. Katalizator uchun g‘ovaklarning diametri va taqsimoti, metallning tashuvchiga bog‘lanish kuchi, sulfidlangan MoS2 kristallitlarining chekka faolligi, granulalarning ezilishga chidamliligi va qoldiq oltingugurtli birikmalarning diffuziyasi birgalikda tahlil qilinadi [1,5]. Demak, tadqiqotning asosiy natijasi sifatida mahalliy tashuvchi retsepturasini xomashyo mineralogiyasi–tekstura–metall dispersiyasi–HDS faolligi bog‘lanishi orqali tanlash zarur.

Bu maqolada yangi olingan katalizatorning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari mavjud deb ko‘rsatilmaydi. Rejalashtirilgan tajribalardan so‘ng natijalar kamida uch mustaqil takror, o‘rtacha qiymat va tarqalish bilan berilishi, real fraksiyada esa oltingugurt balansi va vodorod sarfi hisoblanishi kerak.

1-jadval.

Tashuvchi variantlarini dastlabki saralash mezonlari

Variant	Asosiy tekshiruv	Kutiladigan vazifa
Karbonatli paligorskit + Al2O3	XRD, BET, mustahkamlik	Mahalliy mineralni tashuvchiga kiritish
Faollashtirilgan bentonit	XRD, kislotalik, g‘ovaklik	Kislota markazlari va diffuziyani baholash
Ishlatilgan va regeneratsiyalangan Al2O3	BET, XRF, mexanik sinov	Chiqindi tashuvchini qayta qo‘llash
Tijoriy γ-Al2O3	Bir xil nazorat tahlillari	Bazaviy solishtirma namuna

Xulosa. Mahalliy paligorskit, bentonit va regeneratsiyalangan Al2O3 gidrotozalash katalizatori tashuvchisining tarkibiy manbasi bo‘la oladi.

Tashuvchi tanlovi mineralogik tarkib, g‘ovaklik, kislotalik, mexanik mustahkamlik va NiMo/CoMo faol fazasining dispersiyasi bilan birgalikda baholanishi kerak.

OAK va xalqaro adabiyotdagi natijalar mazkur yo‘nalishni asoslaydi, lekin yangi ilmiy xulosa uchun mahalliy namuna bo‘yicha katalitik sinov va nazorat katalizatori bilan bevosita taqqoslash talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] Shafiq I., Shafique S., Akhter P., Yang W., Hussain M. Recent developments in alumina supported hydrodesulfurization catalysts for the production of sulfur-free refinery products: A technical review. Catalysis Reviews. 2022;64(1):1–86. DOI: https://doi.org/10.1080/01614940.2020.1780824.

[2] Zwain A., Al-Zaidi B., Shakor Z.M., Al-Shathr A., Al-Shafei E. Low-Pressure Hydrodesulfurization Catalysts of Heavy Gas Oil Using Activated Bentonite and Kaolin Clay Supports. ACS Omega. 2025;10(33):36917–36930. DOI: https://doi.org/10.1021/acsomega.4c09058.

[3] Moradi G.R., Kaghazchi T., Sari A. Hydrodesulfurization-supported catalysts: Effect of the preparation method. Chemical Engineering & Technology. 2011. DOI: https://doi.org/10.1002/ceat.201000466.

[4] Munnik P., de Jongh P.E., de Jong K.P. Recent Developments in the Synthesis of Supported Catalysts. Chemical Reviews. 2015;115(14):6687–6718. DOI: https://doi.org/10.1021/cr500486u.

[5] Feng J., et al. Alumina-Supported NiMo Hydrotreating Catalysts—Aspects of 3D Structure, Synthesis, and Activity. The Journal of Physical Chemistry C. 2022;126(43):18536–18549. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c05927.

[6] Borgna A., Apesteguía C.R., Mercado G. Hydrodesulfurization catalysts: Promoters, promoting methods and support effect on catalytic activities. Comptes Rendus Chimie. 2009;12(11):1202–1213. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crci.2008.10.018.

[7] Abdul-saheb R.F., Mohammed M.A. et al. OAK e’lonida keltirilgan “Gidrotozalash jarayoni uchun ishlatilgan adsorbent Al2O3 asosida bifunksional katalizator olish texnologiyasi” PhD dissertatsiyasi bo‘yicha ma’lumot. OAK, 2024. https://oak.uz/index.php/pages/19581.

[8] Bekturdiev G.M. OAK e’lonida keltirilgan “Mahalliy xomashyolar asosida dizel distillyatini gidrotozalash uchun alyumonikelmolibdenli katalizator tashuvchisini yaratish” PhD dissertatsiyasi bo‘yicha ma’lumot. OAK, 2022. https://oak.uz/pages/13330.

[9] “NiMo va NiMoW katalizatorlarining fizik-kimyoviy xossalariga tashuvchilarni titan dioksid bilan modifikatsiyalash usullarining ta’siri” PhD dissertatsiyasi bo‘yicha OAK ma’lumoti. OAK. https://oak.uz/index.php/pages/4486.

NIMO VA COMO FAOL FAZALARI ASOSIDA OLTINGUGURTGA CHIDAMLI GIDROTOZALASH KATALIZATORLARI TARKIBINI TANLASH

Ro'ziyev Fazliddin Baxriddin o'g'li

Annotatsiya. Maqolada neft fraksiyalarini gidrotozalash uchun NiMoS va CoMoS faol fazalarini, tashuvchi va P modifikatorini uyg‘un tanlash masalasi ko‘rib chiqiladi. Turli fraksiyalardagi aromatiklik, azotli birikmalar va oltingugurtli molekulalar tarkibiga qarab Ni yoki Co promotorining vazifasi farqlanishi mumkin. Tadqiqot metodikasi bir xil metall yuklamasi va tashuvchi sharoitida NiMo, CoMo hamda NiCoMo–P tarkiblarini taqqoslash, ularni sulfidlab, model birikma va neft fraksiyasida sinashni nazarda tutadi. OAKda e’lon qilingan Ni–Co–Mo–P/Al2O3 katalizatori bo‘yicha dizel oltingugurtini 1000 ppm dan 290 ppm gacha kamaytirish natijasi avvalgi ish ko‘rsatkichi sifatida muhokama qilinadi. Yangi tajriba natijalari mavjud bo‘lmagani sababli tarkibning optimal qiymati oldindan e’lon qilinmaydi.

Kalit so‘zlar. NiMoS, CoMoS, NiCoMo, fosfor modifikatori, gidrodesulfurizatsiya, dizel fraksiyasi, oltingugurtga chidamlilik, katalizator tarkibi.

Kirish. Sanoat gidrotozalash katalizatorlarida Mo yoki W sulfid fazasi asosiy faol komponent bo‘lib, Ni va Co promotorlari faol chekka markazlar hosil bo‘lishiga ko‘maklashadi. NiMo katalizatorlari odatda gidrogenlash va qiyin aromatik oltingugurtli birikmalarni o‘zgartirishga, CoMo esa ayrim fraksiyalarda to‘g‘ridan-to‘g‘ri desulfurizatsiya faolligiga mos keladi; amaliy ustunlik xomashyo va ish rejimiga bog‘liq [1,6]. Shu sababli katalizator tarkibini faqat metall foizlari bilan emas, faol fazaning sulfidlanish va dispersiya xususiyatlari bilan birga tanlash lozim.

Fosfor, kremniy yoki boshqa modifikatorlar tashuvchining kislotaligini, metall-tashuvchi o‘zaro ta’sirini va prekursorning sulfidlanishini o‘zgartirishi mumkin [1,6]. OAK ma’lumotida regeneratsiyalangan adsorbent Al2O3 asosida Ni–Co–Mo–P/Al2O3 katalizatori sintez qilingani va dizel yoqilg‘isidagi oltingugurtni 1000 ppm dan 290 ppm gacha kamaytirgani bayon etilgan [7]. Bu natija manba dissertatsiyasi sharoitiga tegishli bo‘lib, yangi maqola uchun qayta tasdiqlanishi kerak.

Tadqiqot metodikasi. Tajriba tarkib matritsasi kamida uch turdagi faol fazani qamrab oladi: NiMo/mahalliy tashuvchi, CoMo/mahalliy tashuvchi va NiCoMo–P/mahalliy tashuvchi. Faol metallar miqdori xomashyo va tijoriy katalizator ma’lumotlari asosida tanlanib, barcha variantlarda hisoblash usuli bir xil — quritilgan tayyor katalizator massasiga nisbatan massa foizi — bo‘lishi kerak. Fosforli namuna uchun P miqdori alohida faktor sifatida kiritilib, qolgan parametrlar o‘zgarmas ushlab turiladi.

Prekursor eritmalari ketma-ket yoki birgalikda shimdirish orqali tashuvchiga kiritiladi. Namuna quritish va kuydirishdan so‘ng metall tarkibi ICP-OES/XRF, oksid prekursorlar holati XRD, sirt va morfologiyasi BET/SEM-EDS bilan tavsiflanadi. Sulfidlanish rejimi H2/H2S oqimida yoki xavfsiz alternativ sulfidlash reagentida bajariladi; harorat dasturi va gaz tarkibi barcha namunalar uchun standartlashtiriladi. Faol markazlarni reaksiya oldi va keyingi xarakterlash XPS yoki boshqa mos usulda bajarilishi mumkin.

Katalitik sinov uchun dibenzotiofen (DBT) kabi model birikma HDS mexanizmini dastlabki solishtirishga, so‘ngra haqiqiy kerosin yoki dizel fraksiyasi sanoatga yaqinroq baholashga xizmat qiladi. Reaktorning harorati, bosimi, LHSV/WHSV, H2/uglevodorod nisbati va kirishdagi oltingugurt barcha katalizatorlar uchun bir xil bo‘ladi. Oltingugurt miqdori tegishli instrumental usul bilan aniqlanadi; aylanish, selektivlik, H2 sarfi, mahsulot yo‘qotilishi va katalizator faolligining vaqt bo‘yicha saqlanishi hisoblanadi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. OAK e’lonidagi Ni–Co–Mo–P/Al2O3 namunasi bo‘yicha oltingugurtning 1000 ppm dan 290 ppm gacha pasayishi qayd etilgan [7]. Bu avvalgi natija faol komponentlarni birlashtirish va regeneratsiyalangan tashuvchidan foydalanish mumkinligini ko‘rsatadi. Biroq u “oltingugurtga chidamlilik”ning o‘zi haqida bevosita xulosa bermaydi: buning uchun katalizator faolligi yuqori oltingugurtli xomashyoda vaqt davomida saqlanishi, sulfid faza o‘zgarishi, koks hosil bo‘lishi ь regeneratsiyadan keyingi faollik o‘lchanishi kerak.

NiMoS/CoMoS tanlovi universal emas. DBT va alkil-DBT kabi sterik jihatdan to‘silgan molekulalarda bevosita C–S uzilishi va gidrogenlash yo‘llarining nisbiy hissasi o‘zgaradi; azotli birikmalar esa faol markazlarni raqobatli adsorbsiyalab, HDS tezligini susaytirishi mumkin [1]. Shu sababli yakuniy tarkibni faqat model yoqilg‘ida tanlash real fraksiyaga ko‘chirishda xato keltirib chiqarishi ehtimol. Fraksiya tahlili va azot miqdori natijalar bilan birga berilishi kerak.

Fosforning ta’siri ham doza va tashuvchi xususiyatiga bog‘liq. Mo va Ni/Co prekursorlari o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni qulaylashtirishi mumkin, lekin ortiqcha modifikator tashuvchining g‘ovaklarini to‘sishi yoki dispersiyani yomonlashtirishi mumkin. Shuning uchun tarkib dizaynida nazorat namunalari, jumladan P-siz NiMo va CoMo kiritilishi muhim. OAKda ilgari amaliyotga kiritilgan ANM-2/3 Ni–Mo–P tizimi haqidagi xabar ham aniq xomashyo va texnologik vazifa bilan birga ko‘rib chiqilishi kerak [9].

Natija jadvalida har bir namuna uchun metall tarkibi, sulfidlanish darajasi, sirt maydoni, g‘ovak hajmi, dastlabki va yakuniy oltingugurt miqdori hamda faollikning sinov davomiyligidagi o‘zgarishi berilishi lozim. Hozirgi maqola loyihasida bu ko‘rsatkichlar yangi eksperiment sifatida keltirilmaydi.

Tarkiblarni solishtirish uchun tavsiya etilgan namuna matritsasi 1-jadval.

Namuna	Faol faza	O‘zgarmas nazorat	Baholash maqsadi
A	NiMoS	Tashuvchi, metall yuklama	Gidrogenlashga moyillik
B	CoMoS	A namunasi bilan teng	To‘g‘ridan-to‘g‘ri HDS
C	NiCoMoS–P	Tashuvchi va umumiy yuklama	Promotor/modifikator ta’siri
D	Tijoriy katalizator	Bir xil xomashyo va rejim	Sanoat benchmarki

Xulosa. NiMo, CoMo va NiCoMo–P tarkiblarini bir xil tashuvchi va standart sinov sharoitida solishtirish tarkib–faol faza–xossa bog‘lanishini aniqlashga imkon beradi.

OAK e’lonidagi 1000→290 ppm natijasi avvalgi tadqiqotga taalluqli bo‘lib, yangi maqola uchun mustaqil tajriba bilan tasdiqlanmagan.

Oltingugurtga chidamlilikni tasdiqlash uchun yuqori oltingugurtli xomashyoda uzoq muddatli faollik, regeneratsiya va metall faza holatini baholash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] Shafiq I., Shafique S., Akhter P., Yang W., Hussain M. Recent developments in alumina supported hydrodesulfurization catalysts for the production of sulfur-free refinery products: A technical review. Catalysis Reviews. 2022;64(1):1–86. DOI: https://doi.org/10.1080/01614940.2020.1780824.

[2] Zwain A., Al-Zaidi B., Shakor Z.M., Al-Shathr A., Al-Shafei E. Low-Pressure Hydrodesulfurization Catalysts of Heavy Gas Oil Using Activated Bentonite and Kaolin Clay Supports. ACS Omega. 2025;10(33):36917–36930. DOI: https://doi.org/10.1021/acsomega.4c09058.

[3] Moradi G.R., Kaghazchi T., Sari A. Hydrodesulfurization-supported catalysts: Effect of the preparation method. Chemical Engineering & Technology. 2011. DOI: https://doi.org/10.1002/ceat.201000466.

[4] Munnik P., de Jongh P.E., de Jong K.P. Recent Developments in the Synthesis of Supported Catalysts. Chemical Reviews. 2015;115(14):6687–6718. DOI: https://doi.org/10.1021/cr500486u.

[5] Feng J., et al. Alumina-Supported NiMo Hydrotreating Catalysts—Aspects of 3D Structure, Synthesis, and Activity. The Journal of Physical Chemistry C. 2022;126(43):18536–18549. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c05927.

[6] Borgna A., Apesteguía C.R., Mercado G. Hydrodesulfurization catalysts: Promoters, promoting methods and support effect on catalytic activities. Comptes Rendus Chimie. 2009;12(11):1202–1213. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crci.2008.10.018.

[7] Abdul-saheb R.F., Mohammed M.A. et al. OAK e'lonida keltirilgan "Gidrotozalash jarayoni uchun ishlatilgan adsorbent Al2O3 asosida bifunksional katalizator olish texnologiyasi" PhD dissertatsiyasi bo'yicha ma'lumot. OAK, 2024. https://oak.uz/index.php/pages/19581.
[8] Bekturdiev G.M. OAK e'lonida keltirilgan "Mahalliy xomashyolar asosida dizel distillyatini gidrotozalash uchun alyumonikelmolibdenli katalizator tashuvchisini yaratish" PhD dissertatsiyasi bo'yicha ma'lumot. OAK, 2022. https://oak.uz/pages/13330.
[9] "NiMo va NiMoW katalizatorlarining fizik-kimyoviy xossalariga tashuvchilarni titan dioksid bilan modifikatsiyalash usullarining ta'siri" PhD dissertatsiyasi bo'yicha OAK ma'lumoti. OAK. https://oak.uz/index.php/pages/4486.

MUNDARIJA

	2-SHO'BA. MUHANDISLIK FANLARI	
	(NEFT VA GAZ SANOATIDAGI ILG'OR TEXNOLOGIYALAR, KONLARNI O'ZLASHTIRISH VA QATLAM MUHANDISLIGI)	
1.	**Современные технологии улавливания паров углеводородов при хранении нефти и нефтепродуктов** Бозоров О.Н.	6
2.	**Проблемы транспортировки парафинистой нефти и пути их решения** Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Амантаева Д.Б.	9
3.	**Влияние волластонита на прочность и текучесть антикоррозионных композитов.** Надирова Ж.К., Жантасов М.К., Бесбаева Н.А.	14
4.	**Утилизация и регенерация отработанных моторных масел с использованием природных минералов** Туребекова Г.З.	19
5.	**Цифровое моделирование в нефтегазовой отрасли как инструмент повышениия эффективности разработки месторождений** Рахматов Э.А.	26
6.	**Suv asosli burg'ilash qorishmalarida biopolimer – NANO-SiO_2 sinergiyasining filtrlash va reologik barqarorlikka ta'sirini mezonli baholash.** Normahmatov B.X.	28
7.	**Yengil benzin fraksiyalarini izomerizatsiyalashda xomashyoni chuqur tozalashning katalizator barqarorligiga ta'siri** Qarshiyev M.T.	33
8.	**Dizel fraksiyalarini chuqur oltingugurtsizlantirishda NiMo/Al_2O_3 katalizatori faolligini boshqarishning tuzilmaviy-texnologik omillari** Qarshiyev M.T.	37
9.	**Yuqori qovushqoqli neftlarning oquvchanligiga harorat va tarkibiy omillarning ta'siri** Usmanov I.A., Fozilov S.F., Sapashov I.Y.	42
10.	**Polipropilen va mineral qo'shimchalar bilan modifikatsiyalangan polimer-bitum bog'lovchilarining xossalari** Babajanov J.B., Sapashov I.Y., Jumabayeva G.A.	44
11.	**Yo'l qoplamalarining deformatsion barqarorligi va uzoq umr ko'rishini ta'minlovchi polimer-bitum bog'lovchilarini ishlab chiqish** Babajanov J.E.	47
12.	**Poleozoy yotqiziqlarini burg'ilash texnologiyasi va vintli quduq tubi dvigatellarining quduqlarni burg'ilash ishlari tartibi** Haydarov I.K., Meliyev A.I.	50
13.	**Экологические проблемы в нефтегазовой отрасли Узбекистана** Ёдгоров Н., Бозоров Ж.Т.	54
14.	**Analysis of losses in main gas pipelines and methods for their reduction** Amirkulov N.S., Bozorov J.T.	56
15.	**Ishlatilgan alyumooksidli adsorbentlar asosida γ-Al_2O_3 katalizator tashuvchisining teksturaviy xossalarini modellashtirish**	58

	Sapashov I.Y., Zaripbayev T.S., Ro'zmetov M.M.	
16.	**Analysis of solution indicators in the preparation of lightweight drilling solutions based on wood powder** Kholmukhammadiev A.M., Toshev Sh.O., Hakimov K.J., Sharopov L.A.	61
17.	**Перспективы использования бентонитовых глин в Узбекистане для приготовления буровых растворов и других целей** Холмухаммадиев А.М., Тошев Ш.О., Шаропов Л.А.	66
18.	**Some aspects of selecting additives and octane-like fuel additives** Kholikova S.J., Narzullayev B.B.	70
19.	**Gidrofob sement ishlab chiqarish oddiy sement olsh texnologiyasidan farqi** Raxmanov J.J.	72
20.	**Sement toshinnng sovuqqa va yuqori temperaturaga chidamliligi** Raxmanov J.J.	75
21.	**Quduqlarni burg'ilash ishlarini olib borishda eritmalarnin sifatiga qo'yilgan talablar va ularning tarkibini ilmiy asoslash** Haydarov I.K., Seropov O.G'.	77
22.	**Профили наклонно - направленных скважин** Хайдаров И.К., Жураев А.Б.	80
23.	**Qiya yo'naltirilgan va gorizontal quduqlarni burg'ilash samaradorligini oshirish usullari** Murtazayev A.M., Haydarov I.Q., Jurayev A. B.	83
24.	**Нефть ва газ қудуқларини бурғилашда экологик муаммолар** Муртазаев А.М., Хайдаров И.К. Мейлиев А.И.	86
25.	**Исследование работ по наклонному и горизонтальному бурению скважин в сложных условиях** Хайдарова И.К., Жураев А.	89
26.	**Gorizontal quduqlarni burg'ilashda yuvish eritmalarining sirkulyatsiya harakati va aylanma harakatini ta'minlash ishlari** Haydarov I.Q., Nizomov E.	93
27.	**Синтез виниловых эфиров ароматических ацетиленовых спиртов с различными заместителями с участием катализатора $Ti(O^iPr)_4$** Абдураимов А.А., Саматов С.Б.	95
28.	**Синтез ацетиленового спирта алкинилированием различных производных бензальдегида в каталитической системе $EtMgBr/Ti(O^iPr)_4/PhMe$** Абдураимов А.А., Саматов С.Б.	97
29.	**Синтез сложных эфиров некоторых ацетиленовых спиртов и их исследование** Абдураимов А.А., Саматов С.Б.	99
30.	**Yuqori sulfurli gazkondensat mazutini chuqur qayta ishlash va serovodorod miqdorini kamaytirishning integratsiyalashgan texnologik yondashuvi** Abdullayev O.X.	100
31.	**Qiya va gorizontal quduqlarni burg'ilashda burg'ilash rejimiga eritmalarning xossalarini ta'sir etish holati** Kurbanov A.T.	105
32.	**Og'ir uglevodorod qoldiqlarini chuqur qayta ishlashda nanokatalitik texnologiyalarning imkoniyatlari** Abdullayev O.X.	108
33.	**Маҳсулдор қатламларни сифатли очиш ва ўзлаштириш бўйича тавсиялар** Самадов А.Х., Хасанов Ф.Б.	113

34.	**O‘zbekiston kimyo sanoatini texnologik modernizatsiyalash va raqobatbardoshligini oshirish yo‘nalishlari** Abdullayev O.X.	116
35.	**“Sho‘rtan gaz-kimyo majmualari” MCHJ misolida korxona oqava suv tozalash tizimining ekologik-texnologik ko‘rsatkichlarini tadqiqotlash** Tog‘ayev H.A.	120
36.	**Sanoat oqava suvlarini keyingi (qo‘shimcha) tozalash jarayonlarida zamonaviy sorbsion va fizik-kimyoviy usullarni qo‘llash samaradorligi** Tog‘ayev H.A, Roziqov T.R.	123
37.	**Сравнение внутренних элементов сгорания в колоннах массового обмена** Мейлиева М.Ш.	126
38.	**Объект, материалы и методика исследования модификации плёночного полиэтилена продуктом алкоголиза вторичного полиэтилентерефталата (ПАПЭТ).** Жураев А.Т., Тилавов Ҳ.Ш.	128
39.	**Neftni kimyoviy suvsizlantirish va issiq- kimyoviy emul’siyalash texnologiyasi** Yuldashev T.R., Samadov A.X.	131
40.	**Neft-gaz sanoatida zamonaviy texnologiyalar** Oripova Sh.K.	134
41.	**Gaz va gazkondensat konlari gazining komponent tarkibini tahlil qilish** Oripova Sh.K., Ne’matov Q.Q.	137
42.	**Mahsuldor qatlamni kimyoviy reagentlar asosida faollashtirish** Sultonova F.N., Ataqulova D.D., Qurbanov M.J**.**	139
43.	**Gazkondensat konlarining yakuniy bosqichida quduqlar va jihozlash tizimi obyektlarini kompleks ishlatish yechimlari** Samatov Sh.Sh., Axatova G.A.	142
44.	**Analysis of the foaming properties of solid surfactants in mineralized environments for gas and gas condensate wells** Oripova Sh.K.	145
45.	**Qatlamning neft beraoluvchanligi va uni belgilovchi omillar** Ataqulova D.D. Saydaliyev R.F, Eshonqulov B.Y	148
46.	**Mahalliy sintez qilingan plastifikatorlarning texnologik samaradorligini import analoglari bilan qiyosiy baholash** Jo‘rayev S.A., Sottikulov E.S.	150
47.	**Физико-химическая характеристика газа и конденсата газоконденсатных месторождения Алан** Орипова Ш.К.	153
48.	**Neft va gaz quduqlarini burg‘ilashda gorizontal quduqlarni burg‘ilash texnologiyasini takomillashtirish va uning samaradorligini oshirish** Samatov S.B.	155
49.	**Обоснование применение облегченного бурового раствора, используемой при бурении пластей низкого давления** Мирзаев Э.С.	158
50.	**Исследование и совершенствование процесса стабилизации газового конденсата** Абдирахимов И.Э.	161
51.	**Kompressor stansiyalari mo‘rilaridan chiqadigan gazlar issiqlik energiyasidan qayta foydalanishning xavfsizlik va ekologik jihatlari** Samatov S.B.	164
52.	**Исследование и определение количества механических примесей в нефтяных шламах** Саматов С.Б.	167

53.	**Neft-suv muhiti korroziyasiga qarshi aminonitrilli ingibitorlarni samaradorligi** Ataqulova D.D.	170
54.	**Yer taqsimotida hududiy-investitsiyaviy muhitni shakllantirish** Bobomurodova Sh.	172
55.	**Po‘lat materiallarini korroziyadan himoyalashda zn-btc metall-organik karkasli strukturasining (mof) ingibitorlik samaradorligi** Raxmatova G.B., Allaberdiyev I.I.	176
56.	**Neft va gaz magistral quvurlarida oqova suvlarning gidravlik hisob sxemasi va ularning tahlili** Xalilov J.A.	178
57.	**Современный опыт обработки призабойной зоны терригенного пласта кислотными композициями** Tojiyev O.O., Yaxyayev N.Sh., Yaminov F.F.	181
58.	**Xo‘jaobod gazni yer osti saqlash inshooti quduqlarining maqbul texnologik ish rejimini nazorat tizimlari asosida asoslash** Murodov A.I., Maxmudov N.N., Qarshiyev A., Axmedova N.A.	185
59.	**Технологии предотвращения образования газовых гидратов в промысловых и магистральных газопроводах** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	188
60.	**Современные технологии переработки технических газов в нефтегазовой промышленности** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	191
61.	**Проблемы и перспективы добычи природного газа на месторождениях Узбекистана** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	194
62.	**Повышение эффективности работы газовых сепараторов на промысловых объектах** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	197
63.	**Quduqlarni burg‘ulashda gil eritmalarining xossalarini boshqarish** Abdiyev S.T., Bozorov J.T.	199
64.	**Karbonat kollektorlarga kislotali ishlovda sensor ma’lumotlarini birlashtirish va kengaytirilgan kalman filtri asosida quduq atrofi holatini onlayn baholash** Mallayev A.R., Samatov Sh.Sh.	202
65.	**Ko‘p zonali karbonat kollektorlarda kislotali ishlovni model-prediktiv boshqarish va oqimni avtomatik taqsimlash** Mallayev A.R., Samatov Sh.Sh.	205
66.	**Karbonat kollektorlarda kislotali ishlovni damkohler soni bo‘yicha adaptiv yopiq konturli boshqarish** Mallayev A.R., Samatov Sh.Sh.	208
67.	**O‘zbekiston neft va gaz sanoatida atrof-muhit muhofazasi masalalari** Abdiyev S.T., Bozorov J.T.	212
68.	**Моделирование процесса переработки технических газов нефтегазового производства** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	215
69.	**Решение проблем осложнений при прихвате бурильных труб** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	217
70.	**Понижение нефтеотдачи скважин в аномальных пластовых условиях Узбекистана** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	221
71.	**Бурение глубоких скважин в условиях узбекистана** Бозоров Ж.Т., Абдиев С.Т.	224
72.	**Polistirol chiqindisi asosida olingan materialning IQ-spektroskopik tahlili**	227

	Jo‘rayev A.M., Maxmayorov J.B.	
73.	**Yuqori seriyali vakuum gazoylidan distillat fraksiyalar olish va oltingugurtli birikmalarni kamaytirishda oksidlovchi oldindan ishlov berish hamda termik krekingning integrallashgan texnologiyasi** Ergashev O.R.	231
74.	**Yaroqsiz shinalarni piroliz qilish asosida sintetik motor yoqilg‘isi olish texnologiyasi va piroliz distillatining fizik-kimyoviy xususiyatlarini baholash** Ergashev O.R.	235
75.	**Konlarni ishlashning so‘nggi bosqichida gaz quduqlarining suyuqlik yuklanishini boshqarish va siqish tizimlarini optimallashtirish** Xushvaqtov G‘.A.	240
76.	**Past bosimli gazkondensat quduqlarida suyuqlik yuklanishini erta aniqlash va mobil kompressor asosida barqaror ishlatish rejimini tanlash** Xayitov L.K.	243
77.	**Karbonat kollektorlarida kislotali ishlov rejimini Damköhler soni va geologik geterogenlik asosida tanlash** Ermatov N.X.	246
78.	**Massiv turidagi neft uyumlarida quduqlar mahsuldorligi pasayishining qatlam va quduq atrofi omillarini kompleks baholash** Bozorov U.S.	250
79.	**Gazkondensat konlarini ishlashning yakuniy bosqichida quduq–yer usti tizimini muvofiqlashtirish va texnologik barqarorlikni oshirish** Axatova G.A.	253
80.	**Методы увеличения производительности нефтяных скважин** Тожиев О.О., Бабаев А.А., Яминов Ф.Ф.	256
81.	**Investigation of the flocculation performance of polyaspartamide-based flocculants for the treatment of high-turbidity water** Aysel M., Teshaev O., Teshaev S., Bozorov G.	260
82.	**RVS-2000 rezervuarlarida hosil bo‘ladigan gazlarni chiqarib yuborish tizimlarining samaradorligini oshirish** Bekov B.D., Sharipov Q.Q.	265
83.	**Nasos-kompressor quvurlarida yuza g‘adir-budurligining tuz cho‘kish jarayoniga ta’siri** Rajabov V.J., Sattorov M.O.	269
84.	**Компоновка газоперекачивающих агрегатов на станции** Яхяев Н.Ш., Наимов М.М., Тожиев О.О.	272
85.	**Выбор оптимальных методов транспортировки нефти и нефтепродуктов** Азизова Д.Г.	275
86.	**Tabiiy yoriqlar ochilishining kuchlanishga bog‘liq o‘zgarishini hisobga olgan holda kislotaning quduq atrofi zonasida tarqalishini baholash** Samatov Sh.Sh.	279
87.	**Neft mahsulotlari bilan ifloslangan suv muhitining toksikligini biotest usulida baholash: sho‘rlilik va konsentratsiya omillari** Abdullayev O.X.	282
88.	**Optimization of mixed copper ore beneficiation at the kalmakyr deposit through stabilization of material flows in grinding and flotation circuits** Shomuradov U.M., Mallayev Sh.O.	286
89.	**Massiv turidagi neft uyumlarida quduqlar mahsuldorligi pasayishining geologik-filtratsion omillarini kompleks baholash** Samatov Sh.Sh., Bozorov U.S., Jo‘rayeva Y.Sh.	291

90.	**Assessment of oxygen index and thermal stability of an epoxy-coal tar protective coating filled with wollastonite and andesite flour** Eshqobilov J.H., Shayqulov B.Q.	294
91.	**Sho‘rtan gaz-kimyo majmualari oqava suvlarini biologik tozalash jarayonlarini optimallashtirish yo‘llari** Tog‘ayev H.A.	297
92.	**Advanced technological solutions for optimizing core recovery in complex geological settings** Narimov R.A., Akhmedov A.S.	299
93.	**Результаты исследования отпаренных дистиллятов с целью улучшения качественных показателей топливных фракций из нефти и газаконденсата** Раджибаев Д.П.	304
94.	**Geodeziya va kadastr sohasida raqamli texnologiyalarni qo‘llash va ularning istiqbollari** Qosimov L.M., Foziljonov A.U.	309
95.	**Polipropilenni polimeranalogik modifikatsiyalash asosidagi depressor prisadkaning dizel yoqilg‘isi past harorat xossalariga ta’siri** Sapashov I.Y.	312
96.	**Features of amine-based purification of natural gas from carbon dioxide** Naubeev T.Kh.	314
97.	**Sanoat obyektlari va turar joylarni uzluksiz energiya bilan ta’minlashda ko‘pfunksional quvvat stansiyalaridan foydalanish samaradorligi** Saliyeva U.K., Ibragimov B.D.	319
98.	**Masofaviy suv sarfini o‘lchash (radar) qurilmasining suv sirti tezligini o‘lchash aniqligini eksperimental baholash** Otaxonov M.Y., Allayorov D.Sh., Zokirov I.B.	322
99.	**Quyi molekulali polietilen va yog‘ kislotalari asosida dizel yoqilg‘isi uchun samarali moylovchi prisadkalar olishning integrallashgan texnologiyasi** Fozilov H.S., Turobjonov S.M., Axmedova O.B.	328
100.	**C_{10}–C_{13} yuqori yog‘ spirtlarini olish jarayonlarida fazaviy muvozanat va ajratish texnologiyalarini tadqiq qilish** Fozilov H.S.., Turobjonov S.M., Axmedova O.B.	332
101.	**Modifikatsiyalangan polimer asosli kompozitsiyalarning adgezion xossalarini belgilovchi sirt hodisalari** Ochilov A.A., Maxmudov R.A., Tursunboyev A.Q.	337
102.	**Neft va gaz quduqlarida kislotali ishlov berishda korroziya jarayonining dolzarb muammolari** Tojiyev O.O., Yaxyayev N.Sh., Yaminov F.F.	342
103.	**Og‘ir yuk transport vositalari harakatida chang hosil bo‘lish jarayonini aerodinamik tahlili va uning ekologik-texnik oqibatlari** Mirzajonov H.Sh., Orifjonov S.U.	346
104.	**Neft va gaz quduqlarida kislotali ishlov berishda korroziya jarayonlari muammolari va yechimlari** Tojiyev O.O., Yaxyayev N.Sh., Yaminov F.F.	348
105.	**Регулирование давления и дебита газовых скважин** Авлаярова Н.М., Mahmudova Sh.	352
106.	**Охрана труда и трудовое законодательство на производственных предприятиях** Бабаев А.А., Яхяев Н.Ш, Тожиев О.О.	357
107.	**Adgeizon kompozitsiyalarning sirt-kimyoviy o‘zgarishlari** Ochilov A.A., Maxmudov R.A., Tursunboyev A.Q.	362

108.	**Разработка технологии выделения жирных кислот из соапстока для производства ПАВ** Очилов А.А., Ямалетдинова А.А.	366
109.	**Yuqori qovushqoq neftlarni qazib olishda chuqurlik nasoslar tahlili** Rahimov B.R.	370
110.	**Iste'molchilarga tabiiy gazni uzatishda odorizatsiya jarayoni va uning mohiyati** Rahimov B.R.	374
111.	**Определение содержания сероводорода и меркаптанов в составе газа** Яхяев Н.Ш., Бабаев А.А., Хамраева Л.Р.	377
112.	**Classification of the starting tetrahydrothiophene for odorant production** Sharipov K.K., Tilloyeva Sh.F., Joraboyev H.R.	380
113.	**The process of selecting absorbers for purifying gases from sulfur compounds** Sharipov K.K., Tilloyeva Sh.F.	385
114.	**Получение и исследование н-гидролизованных форм полиакрилонитрила на основе промышленных отходов** Очилов А.А., Ямалетдинова А.А.	388
115.	**Adsorption of layer waters from organic matter method cleaning analysis** Bokieva Sh.K., Khamraeva L.R., Sharipov K.K.	391
116.	**Разработка оптимальных методов очистки сточных и пластовых вод** Бокиева Ш.К., Обидов Ш.Ш.	395
117.	**Совершенствование разработки газовых и газоконденсатных месторождений** Бабаев А.А., Яхяев Н.Ш., Сатторов М.О.	398
118.	**Neft va gaz qazib olishda innovatsion texnologiyalarning dolzarbligi** Djabborov S.S.	403
119.	**Motor moylarining xossalarini dvigatel detallarning ishlash muddatiga ta'siri** Razzaqov T.X., Rustamov F.A.	405
120.	**Neft va gaz sanoatida qo'llaniluvchi havoli sovutish uskunalarining issiqlik almashinish samaradorligini jadallashtirish usullarini tadqiq qilish** Turdiyev Sh.Sh., O'ralov I.T., Xolmurodov D.D.	409
121.	**Gazlarni nordon komponentlardan tozalash texnologiyasida qo'llaniluvchi absorber kolonnasining konstruktiv va gidrodinamik samaradorligini tadqiq etish** Turdiyev Sh.Sh., Avlayev X.B.	412
122.	**Ikkilamchi polietilenni modifikatsiyalash va fizik-mexanik xossalarini o'rganish** Mamatova Sh.B., Hayitova D.Q.	416
123.	**Kondensatni barqarorlashtirish jarayonida qo'llaniladigan quvurli havoli sovutish uskunasi (hsu) konstruksiyasini takomillashtirish orqali issiqlik almashinish samaradorligini oshirish** Raximov G'.B., O'ralov I.T.	418
124.	**Эксплуатационные свойства современных моторных масел и направления их развития** Раззаков Т.Х., Рустамов Ф.А.	422
125.	**Анализ эффективности работы штанговых насосных установок при добыче высоковязкой нефти** Номозов Б.Ю.	426
126.	**Sirt faol moddalar va statistik tahlil usullarini qo'llagan holda neftni deemulgirlash va chuqur suvsizlantirish jarayonlarini takomillashtirish** Sattorov M.O., Nadirov K.S.	429

127.	**Investigation of self-starting of electric motors in distribution networks considering relay protection** Gafurova M.O., Abidov K.G.	433
128.	**EDXRF characterization of black powder deposits in natural gas transmission pipelines and their metrological implications for orifice flow measurement** Akhmedova O.B., Isamadinov Sh.M., Qayumov A.Q., Azimov A.S.	439
129.	**Анализ динамики и причин обводнения скважин на завершающем этапе эксплуатации газовых месторождений** Номозов Б.Ю., Юлдашев Ж.Б.	445
130.	**Neft-gaz konlari oqava suvlarini tashish tizimlarining gidravlik rejimlarini devor yaqinidagi massa almashinuvining ilmiy-texnik asoslari** Xalilov J.A.	448
131.	**MoO_3/Mo nanotuzulmalarini olish va ularning elektron tuzilishi va optik xossalarini o'rganish** Allayarova G.X., Zarifov Sh.S., Umirzakov B., Yorqulov R.	450
132.	**Technology of coating the gearbox body with adc12 aluminum alloy** Abdurakhimova M., Tukhtasheva M., Saparov B., Rakhimov M.	454
133.	**Raqamli egizak va statistik jarayon nazoratini birlashtirish asosida sanoat mahsuloti sifatini barqarorlashtirish** Rajabaliyev B.A.	456
134.	**Sanoat mahsulotlarida sirt nuqsonlarini ko‘rish tizimi va chuqur o‘rganish asosida avtomatik aniqlashning intellektual usuli** Rajabaliyev B.A.	458
135.	**Ishlab chiqarish jarayonida mahsulot sifatini ko‘p parametrli ma’lumotlar asosida oldindan baholash va boshqarish** Rajabaliyev B.A.	461
136.	**Molibden asosli antikorrozion qoplamalarning neft va gaz sanoatida qo‘llanilishi** Qurbonova F.S., Ochilov A.A.	463
137.	**Углеводород уюмларини қидириш истиқболларини баҳолаш ва геология-қидирув ишларининг янги йўналишлари** Хайитов О.Г., Абзалов А.П., Бекманов Н.У.	466
138.	**Bir jinsli bo‘lmagan karbonat kollektorlarida Damkohler soni asosida kislotali ishlov rejimini tanlash** Samatov Sh.Sh.	472
139.	**Skin-faktor kamayishi bo‘yicha kislotali ishlovning ekvivalent ta’sir radiusini teskari baholash** Samatov Sh.Sh.	474
140.	**Tabiiy yoriqli karbonat kollektorlarida kislotaning oqim bo‘yicha taqsimlanishini modellashtirish** Samatov Sh.Sh.	477
141.	**Neft va gaz sanoatida korroziya jarayonlarini ingibirlash mexanizmlari** Qurbonova F.S., Ochilov A.A.	480
142.	**Neft shlamlarining hosil bo‘lish sharoitlari tahlili** Hamroyev O.O., Normatov N.Sh., Ochilov A.A.	482
143.	**Quduqni o‘zlashtirish va suyuqlik oqimini olish** Djabborov S.S.	486
144.	**Suyuqlik–qum aralashmasi yordamida teshish** Djabborov S.S.	491
145.	**Suv haydab qatlam bosimini saqlash** Djabborov S.S.	495
146.	**Uyumni samarali ishlatish rejimini o’rnatish shartlari va imkoniyatlari**	500

	Djabborov S.S., Mavlonov D.N.	
147.	**Quduq tubini va maxsuldor qatlamni mexanik qushimchalardan tozalash** Sultonova F.N., Ataqulova D.D., Qurbanov M.J.	503
148.	**Изучение физико-химических свойств полуготового сырья (тяжёлая нафта, лёгкая нафта и риформат) Бухарского НПЗ** Фазилов А.А., Ражабова З.А., Нурханов А.А.	506
149.	**Foydali qazilma konlarini yer osti usulida qazib olishda qazilgan bo‘shliqni to‘ldirib qazib olish texnologiyasini takomillashtirish** Avazov A.N., Qarshiboyev S.R., To‘ychiboyev Z.I.	509
150.	**Kislotali ishlovdan keyingi skin-faktor bo‘yicha stimulyatsiya radiusini teskari aniqlash usuli** Samatov Sh.Sh., Maxmudov S.I.	513
151.	**O‘zbekiston sanoatini rivojlantirishda kimyo va neft-gaz tarmoqlarining o‘rni: modernizatsiya, chuqur qayta ishlash va diversifikatsiya** Abdullayev O.X.	516
152.	**Ангрен кулранг ва қўнғир рангли иккиламчи каолинларни алюмосиликатли пропантлар олиш учун хом ашё сифатида ўрганиш** Байраева Н.А., Хомидов Ф.Г., Адизов Б.З.	521
153.	**Возможности получения копозиционных материалов из базальтовой магмы** Нурматов Ж.Т.	524
154.	**Neft beruvchanlikni oshirish usullarini qo‘llashning zamonaviy holati tahlili** Oripova Sh.K.	529
155.	**Neft va gaz sanoatida ilg‘or texnologiyalarning dolzarb muammolari** Ergashev O.R.	532
156.	**Neft-gaz-suv muhitida korroziyaning o'ziga xos xususiyatlari** Ataqulova D.D.	536
157.	**Gaz quduqlarini ishlatishning so‘nggi bosqichlarida suyuqlik yuklanishini boshqarish va texnologik yechimlarni tanlash** Samatov Sh.Sh., Xushvaqtov G‘.A.	539
158.	**Методика и техника проведения лабораторного экспериментального исследования базальта для получения заготовок** Нурматов Ж.Т.	542
159.	**Совершенствование технологии обогащения смешанных руд Кальмакырского месторождения на основе стабилизации потоков в цикле измельчения и флотации** Шомуродов У.М., Маллаев Ш.О.	547
160.	**Parafin uglevodorodlarining izomerizatsiya reaktsiyalari mexanizmi** Djuraeva G. X., Barotova N.A.	548
161.	**Ichki bosim ta’siridagi yer osti pe80 va pe100 polietilen quvurlarining zo‘riqish–deformatsiya holatini sonli modellashtirish asosida qiyosiy baholash** Abdimo‘minov E., Almardonov O.M.	551
162.	**Organik asosli xona haroratida fosforessensiyalanuvchi va antibakterial xususiyatli materiallarni sintez qilish hamda ularning funksional xossalarini tadqiq etish** Ruziyev S.Q., Muxamedov Q.G‘, Xolikova S.J.	556
163.	**SHGKM hududida hosil bo‘ladigan maishiy oqova suvlarni tozalab, yashil hududlarni sug‘orishda qayta foydalanishning ekologik-texnologik asoslari** Xoliyorov Sh.B., Xolikova S.J.	561

164.	**Структурно-морфологические особенности микрокристаллической наноцеллюлозы, полученной из хлопковой целлюлозы методом кислотного гидролиза** Мирсаидова К.Д., Эгамбердиев Э.А., Холикова С.Д.	566
165.	"**Uzbekistan GTL" MChJ texnologik ikkilamchi materiallari asosida epoksid kompozitlar olish va qo'llash istiqbollari** Lutfullaev S.Sh., Raxmatov M.I., Ismatov B.A.	570
166.	**Интегральная оценка аварийного риска на высоконапорных газоконденсатных коллекторах месторождения кокдумалак** Каюмов Н.З., Мустафаев Ж.М.	574
167.	**Количественная оценка влияния времени локализации выброса H_2S на остаточный аварийный риск месторождения кокдумалак** Махмудов Н.Н., Мустафаев Ж.М.	577
168.	**Ko'kdumaloq konida avariya ssenariylarini integral xavf mezoni bo'yicha ustuvorlashtirish** Mustafayev J.M., Maxmudov N.N.	579
169.	**Ko'kdumaloq konida avariya xavfini kamaytirish tadbirlarining texnik-iqtisodiy va ekologik samaradorligini baholash** Mustafayev J.M., Kayumov N.Z.	582
170.	**Эксплуатационные свойства современных моторных масел и направления их развития** Раззаков Т.Х., Рустамов Ф.А.	585
171.	**Синтез ингибитора коррозии на основе госсиполовой смолы и исследование его физико-химических свойств** Ёдгаров Н., Абдукаримов М.М., Бозоров Ж.Т.	589
172.	**Polimer kompozit moddalarining metall strukturalarni korroziyadan himoya qilishga ta'sirini o'rganish** Zakirov A.A., Abdukarimov M.M., Qarshiyev A.X.	593
173.	**Tabiiy gazni kompleks tayyorlashda qurilmalarni ingibitorli himoyalash** Allanazarov G'.O'., Obidov H.O.	595
174.	**Burg'ilash jarayonida quduqlarni mustahkamlashning innovatsion usullarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish** Jo'raboyev X.R., Normatov N.Sh.	599
175.	**Burg'ulash eritmalarining tarkibiga selluloza qo'llash texnologiyasini takomillashtirish** Normatov N.Sh, Jo'raboyev X.R.	604
176.	**Suyultirilgan sintetik yoqilg'i olish texnologiyasi va uning rivojlanishi** Raxmanov J. J.	609
177.	**Yoriq-g'ovak karbonat kollektorlarda kislotaning qatlamlar bo'yicha notekis tarqalishini o'tkazuvchanlik kontrasti va mahalliy Damköhler soni asosida modellashtirish.** Samatov Sh.Sh., Jo'rayeva Y.Sh.	612
178.	**Quduq debitining pasayish sabablarini model tahlili** Qarshiyev A.X.	616
179.	**Geologik geofizik qidiruv ishlarini samaradorligini oshirishda yangi zamonaviy 3D usulini qo'llash** Ataqulova D.D., Jurayeva D.R.	620
180.	**Alifatik aminonitril hosilalarini metallarni korroziyadan himoyalashda qo'llash** Ataqulova D.D.	622
181.	**Tumanda ma'muriy-xududiy birliklar chegaralarini belgilash va elektron raqamli qishloq xo'jalik xaritalarini yangilash**	625

	Bobomurodova Sh.Sh.	
182.	**Katherine as a figure of resistance and gender nonconformity in Shakespeare's the taming of the shrew** Khalilova Z.A.	630
183.	**Language, marriage and power in the construction of gender identity in the taming of the shrew** Khalilova Z.A.	631
184.	**Neft-gaz konlari oqava suvlarida devor yaqinidagi massa almashinuvi qonuniyatlari** Xalilov J.A.	633
185.	**Neft-gaz konlari quvurlarida yemirilish tezligining oqim rejimiga bog'liqligi** Xalilov J.A., Rahmonqulov M.	634
186.	**Korroziyaviy g'adir-budurlikning quvurlar gidravlik qarshiligiga ta'sirini baholash** Xalilov J.A.	635
187.	**Neft-gaz konlari oqava suv tizimlarida gidravlik rejim va korroziyaviy yemirilishning o'zaro ta'siri** **Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I.A.**	637
188.	**Gidrodinamik rejimni hisobga olgan holda ingibitorli himoyani optimallashtirish** Xalilov J.A., Xudoyberdiyev I.A.	638
189.	**Qashqadaryo viloyatidagi kichik daryo havzalarida eroziya xavfi va suv omborlarining loyqa bosishini kamaytirish yo'llari** Xazratov A.N.	639
190.	**Ароматик ацетилен спиртлари винилокси эфирлари синтези** Саматов С.Б.	644
191.	**Yoqilg'i va surkov moylarini tozalash, jarayonlarning maqsadi va ularning rivoji** Samatov S.B.	646
192.	**Neftni qayta ishlashning zamonaviy holati va dolzarb muammolari** Samatov S.B.	648
193.	**Quyi oktanli benzin fraksiyalarini katalitik riforming qilish jarayonining ilmiy asoslari va samaradorligini oshirish yo'llari** Samatov S.B.	650
194.	**Gasyuzasi oqimlarini siklik polietilenglikol birikmalari bilan degidratatsiyalashning texnologik rejimlari va muvozanat qonuniyatlari** Xamrokulova G.O.	652
195.	**Glikol kompozitsiyalarining ekspluatatsion xossalarini tadqiq etish** Xamrokulova G.O.	654
196.	**Kompozitsion glikolni tabiiy gazni quritishda qo'llash texnologiyasi** Xamrokulova G.O.	656
197.	**Neftni fraksiyalarga ajratish texnologiyasi va uning sanoatdagi ahamiyati** Raxmanov J.J.	659
198.	**Neftni qayta ishlashda hosil bo'ladigan to'yinmagan uglevodorodlar** Raxmanov J.J.	662
199.	**Gaz kondensati va quyi fraksiyalardagi sikloalkanlarning kimyoviy xossalari** Raxmanov J.J.	665
200.	**Neftdagi sulfidlarning termokimyoviy o'zgarishlari va oksidlanishi** Raxmanov J.J.	668
201.	**Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining kimyo sanoatidagi roli** Raxmanov J.J.	672

202.	**Bino va inshootlarning gorizontal siljishini aniqlashda “stvor” usulining qo‘llanilishi** Toshpulatov J.S.	675
203.	**Оценка дефицита зелёного покрова в отдельных сёлах Кашкадарьинской области Узбекистана по спутниковым данным** Хазратов А.Н.	677
204.	**Creation and management of a real estate cadastral information base** Toshpulatov J.S.	680
205.	**Qurilish maydonlarida geodezik belgilarni mustahkamlash usullari** Toshpulatov J.S.	683
206.	**Интеграция инженерной математики и cfd в обучении механике жидкости** Хазратов А.Н.	684
207.	**Emulgatorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari va emulsiyalar barqarorligini boshqarish texnologiyalari** Abdullayev O.X., Baratov I.O‘.	689
208.	**Karboksimetilkrahmal asosidagi polimer sirt-faol moddalarning sintezi va kolloid-kimyoviy xususiyatlari** Abdullayev O.X., Baratov I.O‘.	693
209.	**Neft va o‘simlik xomashyosi asosida kosmetik mahsulotlar uchun sirt-faol moddalar va funksional komponentlar olish texnologiyalari** Abdullayev O.X., Baratov I.O‘.	696
210.	**Palm yog‘i yog‘ kislotalari va metanol asosida anionaktiv sirt-faol modda olish hamda uning kolloid-kimyoviy xususiyatlari** Abdullayev O.X., Baratov I.O‘.	699
211.	**Tabiiy gazdan vodorod va polimerlar olishning texnologik asoslari hamda ekologik samaradorligi** Abdullayev O.X., Baratov I.O‘.	703
212.	**Suv bostirish qo‘llaniladigan konlarni ishlatish tizimlari** Djabborov S.S.	706
213.	**Mahsuldor qatlamda kollektorlarni yuvuvchi suyuqlikning ta’sirida berkilib qolishi** Djabborov S.S.	710
214.	**Mahsuldor qatlamni ochish uchun yuvish suyuqligini tanlash** Djabborov S.S.	713
215.	**Quduqda geofizik usulda tadqiqot olib borish** Djabborov S.S.	715
216.	**Quduqlarni tadqiqotlashning ekspress usuli** Djabborov S.S.	718
217.	**Gazkondensat konlarida gaz–suv kontakti chuqurligi noaniqligining boshlang‘ich geologik gaz hajmi bahosiga ta’siri** Samatov S.S.	720
218.	**Ishlatilgan gazkondensat konlarida co_2 ni geologik saqlash uchun qoplovchi qatlam va tektonik buzilishlar yaxlitligini baholash** Samatov S.S.	724
219.	**Chekli o‘tkazuvchanlikka ega gidravlik yoriq bilan jihozlangan vertikal quduq produktivligi va oqim taqsimotini baholash** Ergashev O.R.	727
220.	**Gidravlik yorish texnologiyasining samaradorligini oshirish va quduq tubi zonasi o‘tkazuvchanligini tiklash** Ergashev O.R.	730
221.	**Mintaqada maxsus iqtisodiy zonalarning o‘rni va ahamiyati** Ergashev O.R.	734

222.	**Maxsus iqtisodiy zonalarni rivojlantirishda iqtisodiy rivojlanishning ahamiyati** Ergashev O.R.	737
223.	**Neft olishni oshirishda qatlamlarga tizimli ta'sir ko'rsatish va ko'p qatlamli konlarni samarali ishlatish** Ergashev O.R.	739
224.	**Neft va gaz konlarini qidirishda geofizik tadqiqotlar o'rni** Ergashev O.R.	743
225.	**GAT texnologiyalari asosida davlat yer kadastri ma'lumotlar bazasini takomillashtirish metodologiyasi** Mirzayev J.O., Bazarov M.M., Toshpulatov J.S.	745
226.	**Masofadan zondlash va sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida yer uchastkalaridagi o'zgarishlarni monitoring qilish** Mirzayev J.O., Bazarov M.M., Toshpulatov J.S.	748
227.	**Uch o'lchamli (3d) kadastr tizimini yaratish va ko'p qavatli binolarga tatbiq etish usullari** Mirzayev J.O., Bazarov M.M., Toshpulatov J.S.	750
228.	**Sun'iy intellekt asosida kadastr ma'lumotlarini avtomatik tahlil qilish va xatolarni aniqlash** Mirzayev J.O., Bazarov M.M., Toshpulatov J.S.	752
229.	**GNSS va RTK texnologiyalari yordamida yer uchastkalari chegaralarini aniqlash aniqligini oshirish** Mirzayev J.O., Bazarov M.M., Toshpulatov J.S.	755
230.	**Raqamli kadastr kartalarini yaratish metodikasini takomillashtirish (Qashqadaryo viloyati Chiroqchi tumani misolida)** Abdiraxmatov N.A.	757
231.	**Colloid-chemical evaluation of solid foaming agent samples for liquid removal from wells of the alan gas condensate field** Oripova Sh.K., Karshiyev M.T.	759
232.	**Temperature dependence of foam layer height and foam stability of solid surfactants for liquid removal from water-loaded gas wells** Oripova Sh.K., Raxmonqulov M.T.	762
233.	**Chemical composition and technical requirements of a solid foaming surfactant for liquid removal from gas and gas condensate wells** Oripova Sh.K., Xamrakulova G.O.	764
234.	**Technical and physicochemical requirements for foaming surfactants used in gas and gas condensate fields** Oripova S.K.	767
235.	**Классификация поверхностно-активных веществ и особенности их применения в аналитической химии и газодобыче** Орипова Ш.К.	769
236.	**Влияние качества и реологических свойств пены на эффективность пенообразователей при удалении жидкости из обводняющихся газовых скважин** Орипова Ш.К., Жураева Х.З.	771
237.	**Metallarni korroziyadan himoya qiluvchi samaradorligi yuqori bo'lgan organik xom-ashyolar asosida ingibitorlar ishlab chiqarish** Ataqulova D.D.	774
238.	**Ichki va tashqi korroziya jarayonlarining kechishi va zaruriy himoya usullarini qo'llash** Ataqulova D.D.	777
239.	**Neft-gaz quvurlarida ichki korroziyaga, sirtida qatlam hosil qiluvchi korroziya ingibitorlarini qo'llash**	780

	Ataqulova D.D.	
240.	**Metallar korroziyasiga qarshi ekologik zararsiz, arzon va import o'rnini bosa oladigan ingibitorlar olish** Ataqulova D.D.	783
241.	**Yangi avlod ingibitorlarini yaratish va ularning samaradorligini aniqlash** Ataqulova D.D.	785
242.	**Yuqori texnik xususiyatlarga ega bo'lgan ingibitorlar va antikorrozion qoplamalar yaratish** Ataqulova D.D., Jurayeva H.Z	788
243.	**Состояние и развитие оптоэлектронных дискретных преобразователей перемещений на основе волоконных и полых световодов** Meyliyev S.N.	791
244.	**Sun'iy intellektning fizika fanini o'rganishdagi roli** Sultonov O.Z.	795
245.	**Nasos agregatlari rejimini o'zgartirishda energiya-resurs tejamkorligini nostatsionar gidravlik hisob asosida baholash** Dustov A.Y.	796
246.	**Past molekulyar og'irlikdagi polimerlar va organofosfonatlar asosidagi kompozitsion inhibitorlarning metall sirtdagi adsorbsiya va sinergik himoyalash mexanizmlari** Dustov A.Y.	800
247.	**Aylanma suv tizimlarida korroziya xavfini baholashda yangi integrallashgan k-koeffitsiyenti matematik modelini qo'llash** Dustov A.Y.	803
248.	**Past molekulyar og'irlikdagi polimer va organofosfonat asosli kompozitsion ingibitorlarining adsorbsiyalanish va himoya plyonkasi hosil qilish mexanizmlari** Dustov A.Y.	807
249.	**Sho'rtan neft va gaz korxonasi aylanma suv tizimi sharoitida membrana texnologiyasi va kimyoviy ingibitorlar integratsiyasining sanoat-iqtisodiy samaradorligi** Dustov A.Y.	810
250.	**Цифрландыру дәуіріндегі отбасылық тыныңу: дәстүрлі және заманауи формалардың тәрбиелік мүмкіндіктері** Тәңірбергенов М.Ж., Сеңгербекова М.М.	813
251.	**Family leisure in the digital era: educational potential of traditional and modern forms** Tanirbergenov M.Z., Senggerbekova M.M.	818
252.	**Yer resurslaridan samarali foydalanishda xatlovning o'rni** Toshpulatov J.S.	823
253.	**Grunt o'zanli kanallarda urinma kuchlanishni aniqlash va yuvilmaslik shartlarini baholash** Eshev S.S., G'ayimnazarov I.X., Aralov B.G., Mamarasulov S.R., Sherboyev Z.X.	825
254.	**O'zan barqarorligini oqimning siljitish kuchi hisob usuli bo'yicha mavjud adabiyotlar tahlili.** Eshev S.S., Aralov B.G., Jumayev S.Z.	832
255.	**Fizika fanini o'qitishda sun'iy intellektning ahamiyati** Sultonov O.Z.	837
256.	**Qurilish maydonlarida geodezik tarmoqlarni yaratish va ularning ahamiyati** Toshpulatov J.S.	840
257.	**Temir yo'l poydevori va yo'l usti inshootlarini nazorat o'lchovlari** Toshpulatov J.S.	842

258.	**Zamonaviy texnologiyalar yordamida qurilish osti o‘qlarini siljishlarni aniqlash** Toshpulatov J.S.	844
259.	**Neft-gaz obyektlarida metan sizib chiqishini aniqlash va kamaytirish texnologiyalarini takomillashtirish** Abdiyev S.T., Bozorov J.T.	847
260.	**Neft va gaz sanoatida ekologik halokat ta’siri fonida modellashtirish yondashuvlarining tahlili** Abdiyev S.T., Bozorov J.T.	850
261.	**Neft va gaz zaxiralarining mamlakatlar kesimida kamayib borishini modelli tahlil qilish** Abdiyev S.T., Bozorov J.T.	853
262.	**Neft va gazning paydo bo‘lish nazariyalarining materiklar kesimidagi tahlili** Abdiyev S.T., Bozorov J.T.	856
263.	**Texnologik gazlarni qayta ishlashda qo‘llaniladigan qurilmalarning asosiy ko‘rsatkichlari** Abdiyev S.T., Bozorov J.T.	860
264.	**Технологик газларни қайта ишлаш самарадорлиги таҳлили** Абдиев С.Т., Бозоров Ж.Т.	862
265.	**Neft yo‘ldosh gazlarining c_2–c_4 fraksiyasini aromatik uglevodorodlarga aylantirish uchun zn–zeolit katalizatorlarini yaratish** Qurbonova Shaxnoza Damin qizi	865
266.	**Mahalliy bentonit asosida zeolit tashuvchilarini olish va ularni neft yo‘ldosh gazi aromatizatsiyasi uchun modifikatsiyalash** Qurbonova Shaxnoza Damin qizi	867
267.	**O‘simlik moyidan olingan qo‘ndirmalarning kompozitsion motor moylari qovushqoqlik-temperatura xossalariga ta’siri** Buriyeva U.Z.	869
268.	**Mahalliy xomashyolar asosida kompozitsion motor moylari olishning ilmiy-texnologik asoslari** Buriyeva U.Z.	871
269.	**Mahalliy mineral xomashyo asosida gidrotozalash katalizatori tashuvchisini yaratish** Ro'ziyev Fazliddin Baxriddin o'g'li	873
270.	**Nimo va como faol fazalari asosida oltingugurtga chidamli gidrotozalash katalizatorlari tarkibini tanlash** Ro'ziyev Fazliddin Baxriddin o'g'li	876

Ilmiy-nashr

FAN VA TEXNOLOGIYALARNING DOLZARB MUAMMOLARI

Mavzusidagi

XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI TO‘PLAMI

Qarshi shahri, 2026-yil 8-10-oktabr

Muharrir: B. Musayev
Texnik muharrir: I. Tog‘ayev
Musahhih: F. Akramova
Kompyuterda sahifalovchi: K. Qudratova

Tasdiqnoma. 210934, 23.01.2024.
Terishga berildi: 11.08.2026 y.
Bosishga ruxsat etildi: 03.10.2026 y.
Ofset qog‘oz. Qog‘oz bichimi: 60x84 1/16.
“Cambria” gar. Ofset bosma.
Hisob nashriyot t.: 47,75. Shartli b. t.: 47,66.
Adadi: 20 nusxa. Buyurtma №413

«Ilm-Fan-Ma’naviyat» nashriyotida tayyorlandi.
Qarshi sh, Bunyodkor MFY Mustaqillik ko‘chasi 10/28-30-uy
“Photo Express” I. Ch. korxonasida chop etildi.
Qarshi sh, Mustaqillik ko‘chasi 22-uy
Telefon 91-466-80-32.



ISBN 978-9910-321-13-9