

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI**

QOBILOV NODIRBEK SOBIROVICH

**NEFT VA GAZ QUDUQLARINI BURG‘ULASH UCHUN SAMARADOR
MOYLOVCHI MATERIALLAR VA OG‘IRLASHTIRILGAN
BURG‘ULASH ERITMALARINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.08 - Neft va gaz kimyosi va texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTATSIYA AVTOREFERATI**

Toshkent - 2025

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата докторской диссертации (DSc)
Content of the dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Qobilov Nodirbek Sobirovich

Neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun samarador moylovchi materiallar
va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini ishlab chiqish.....3

Кобилев Нодирбек Собирович

Разработка эффективных смазывающих материалов и утяжеленных
буровых растворов для бурения нефтегазовых скважин..... 27

Kobilov Nodirbek Sobirovich

Development of effective lubricants and weighted drilling fluids
for drilling oil and gas wells51

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ

List of published works.....55

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI**

QOBILOV NODIRBEK SOBIROVICH

**NEFT VA GAZ QUDUQLARINI BURG‘ULASH UCHUN SAMARADOR
MOYLOVCHI MATERIALLAR VA OG‘IRLASHTIRILGAN
BURG‘ULASH ERITMALARINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.08 - Neft va gaz kimyosi va texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTATSIYA AVTOREFERATI**

Toshkent - 2025

Fan doktori (DSc) dissertatsiya mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.1.DSc/T737, raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.tkti.uz) hamda «Ziyonet» Axborot-ta'lim portali (www.ziyonet.uz) da joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:

Hamidov Bosit Nabiyevich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Yunusov Miraxmad Po'latovich
texnika fanlari doktori, professor

Yuldashev Tashmurza Raxmonovich
texnika fanlari doktori, professor

Saydaxmedov Elyor Egamberdiyevich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Farg'ona politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya instituti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.04.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil "18" 01 soat 9⁰⁰ da majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100011, Toshkent shahri, Shayxontoxur tumani, A.Navoiy ko'chasi, 32. Tel.: (99871) 244-79-20; faks: (99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz. Toshkent kimyo-texnologiya instituti Ma' muriy binosi, 2-qavat, anjumanlar zali)

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin. (850-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100011, Toshkent shahri, Shayxontoxur tumani, A.Navoiy ko'chasi, 32. Tel.: (99871) 244-79-20

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil "18" 12 kuni tarqatildi.
(2024 yil "18" 12 daqi № 489-raqamli reestr bayonnomasi)



[Handwritten signatures of Turobjonov S.M., Qodirov X.I., and Raxmonberdiyev G.R.]

Turobjonov S.M
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash raisi, t.f.d., akademik

Qodirov X.I
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., prof.

Raxmonberdiyev G.R.
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, k.f.d., prof.

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Neft va gaz sanoatini rivojlanishi sifatli moylash materiallari ishlab chiqarish, neft mahsulotli chiqindilarni qayta ishlash hamda neft va gaz quduqlarini sifatli va halokatlarsiz burg'ulash bilan chambarchas bog'liqdir. Neft va gaz zahira qatlamlarini burg'ulash va ochishda hozirgi kunda dunyo miqyosida 100 turdan ortiq moylovchi materiallar ishlab chiqarilmoqda hamda yangi samarador turlari kashf qilinmoqda. Moylovchi materiallar neft va gaz quduqlarini burg'ulovchi jihozlarning ishlash muddatini hamda burg'ulash tezligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Samarador moylovchi materiallar neft va gaz quduqlarini burg'ulash jarayonida uchraydigan turli xil halokatlarni oldini olishi va burg'ulash ishlari sifatini yaxshilashi bilan birga ularni zamonaviy talablarga javob beradigan turlarini yaratishga ham alohida ahamiyat berilmoqda.

Bugungi kunda neft-gaz quduqlarini burg'ulash jarayonlari samaradorligini oshirish, jihozlarning ishlash muddatini uzaytirish, ishlab chiqarishning energiyatejamkor texnologiyasini qo'llashga qaratilgan chuqur tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada neft va gaz quduqlarini burg'ulashda sanoatning mavjud va arzon ikkilamchi mahsulotlaridan foydalanib samarador moylovchi materiallar olish, mineral qatlam suvlaridan barqaror og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalari ishlab chiqarishning energiya sarfni qisqartirish imkonini beruvchi kam bosqichli texnologiyalarini jadallashtirish va sinovdan o'tkazishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda neft-gaz sohasini rivojlantirish, mahalliy xomashyolar va ikkilamchi mahsulotlardan foydalanib neft-gaz quduqlarini burg'ulashda yangi materiallarni olish, ishlab chiqarilayotgan mahsulot hajmi va sifatini oshirish hamda turlarini kengaytirishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqdi. Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida «sanoatni sifat jihatdan yangi bosqichga ko'tarish, mahalliy xomashyo manbalarini chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni jadallashtirish, yangi turdagi mahsulotlar va texnologiyalarni o'zlashtirish»¹ kabi muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada tuzli, yuqori bosimli qatlam va yuqori haroratli hududlarda foydalanish uchun barqaror moylovchi materiallar tarkibini tanlashda mahalliy xomashyo resurslardan foydalanish, burg'ulash eritmalarini olish, fizik-kimyoviy, ishchi xossalarini yaxshilash bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-60-son 2022 yil 28 yanvardagi «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi, 2019 yil 1 maydagi PF-4302-son «Sanoat kooperatsiyasini yanada rivojlantirish va talab yuqori bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2017 yil 21 apreldagi PF-2916-son «2017-2021 yillarda maishiy chiqindilar bilan bog'liq ishlarni amalga oshirish tizimini tubdan takomillashtirish va rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2019 yil 9 iyuldagi PQ-4388-son «Aholi va iqtisodiyotni energiya resurslari bilan barqaror

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60- son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida».

ta'minlash, neft va gaz tarmog'ini moliyaviy sog'lomlashtirish va uning boshqaruv tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2022 yil 7 iyuldagi PQ-309-son «Neft va gaz sohasida ta'lim ishlab chiqarish klasterini tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida»gi farmonlari va qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa normativ-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishi ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublikada fan va texnologiyalarni rivojlantirishning VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy tadqiqotlar sharxi². Neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun moylash materiallari olish va burg'ulash suyuqliklarida foydalanish bilan neft gaz qazib chiqarishni takomillashtirishga yo'naltirilgan ilmiy ishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta'lim muassasalari, jumladan, American Petroleum Institute, Missouri University of Science and Technology va New Mexico Institute of Mining and Technology (AQSh), American Canadian Petroleum Institute (Kanada), Imperial College London va Herriot-watt University (Buyuk Britaniya), Xitoy neft universiteti (Xitoy), Neft va gaz milliy tadqiqot insituti (Polsha), Aalborg University (Daniya), Norvegiya fan va texnologiya universiteti (Norvegiya), Gubkin nomidagi Moskva neft va gaz instituti, Tyumen neft va gaz instituti (Rossiya), O'zbekiston Respublikasi fanlari akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, O'zbekiston kimyo-farmatsevtika ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent kimyo-texnologiya institutida (O'zbekiston) olib borilmoqda.

Neft gaz quduqlarni burg'ulashda yuqori turg'un moylash xususiyatiga ega og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalaridan foydalanish, eritmalarining texnologik xususiyatlarini boshqarish bilan burg'ulash samaradoriligini oshirish, reagentlarni modifikatsiyalash, moylovchi materiallar tarkibidagi komponentlarning moylash xususiyatiga ta'sir mexanizmi asoslash bo'yicha qator, jumladan, quyidagi ilmiy-amaliy natijalar olingan: burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy va texnologik ko'rsatkichlarini boshqarish tizimi ishlab chiqilgan American Petroleum Institute (AQSh), Xitoy neft universiteti (Xitoy), burg'ulash suyuqliklari uchun samarador kimyoviy reagentlar va moylovchi materiallar yaratilgan American Canadian Petroleum Institute (Kanada) va Imperial College London va Herriot-watt University (Buyuk Britaniya), tarkibdagi komponentlarni moylash xususiyatiga ta'sir mexanizmi bo'yicha moylovchi materiallar asosini tanlash ilmiy asoslari yaratilgan Neft va gaz milliy tadqiqotn insituti (Polsha), Aalborg University (Daniya), quduqlarni burg'ulashda samarador moylovchi materiallar va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini tarkibi ishlab chiqilgan Norvegiya fan va texnologiya universiteti (Norvegiya), Gubkin nomidagi Moskva neft va gaz

²Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi. www.api.org, www.stanford.edu, www.utexas.edu, www.mst.edu, www.uh.edu, www.nmt.edu, www.acbpt.com, www.imperial.ac.uk, www.inig.pl, www.ntnu.edu, www.gubkin.ru, www.togi.ru, www.english.upc.edu.cn, www.en.cug.edu.cn, www.iipe.ac.in, www.kfupm.edu.sa, www.teqsa.gov.au, www.put.ac.ir, www.ionx.uz, www.tdtu.uz, www.tkti.uz.

instituti, (Rossiya) va O‘zbekiston Respublikasi fanlari akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti (O‘zbekiston).

Dunyoda tabiiy neft-gaz quduqlarini burg‘ulash jarayonlarini jadallashtirish, uning samaradorligini oshirish bo‘yicha qator, jumladan, quyidagi ustuvor yo‘nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda: tuzli, yuqori bosimli qatlam va yuqori haroratli hududlarda foydalanish uchun kimyoviy reagentlar olishda sanoatning mavjud va arzon ikkilamchi mahsulotlaridan foydalanish, barqaror moylovchi materiallar tarkibini faollashtiruvchi qo‘shimchalar bilan boyitish, mineral qatlam suvlaridan barqaror og‘irlashtirilgan burg‘ulash eritmalari ishlab chiqarish omillarini aniqlash va sharoitlarni maqbullashtirish.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Neft va gaz sohasi uchun moylovchi materiallar va kimyoviy reagentlar ishlab chiqish, burg‘ulash jarayonlari samaradorligini oshirish bo‘yicha P.A. Rebinder, O.K. Angelopoulo, Gray George, Paul Skalle, A.I.Bulatov, V.P. Ovchinnikov, E.G.Kister, V.N. Glushenko, V.M. Shkolnikov, Dina Kania, Robiah Yunus, Rozita Omar, Suraya Abdul Rashid, F.B. Growcock, Badrul Mohamad Jan, A.R. Reece, G.W. Green, M.D. Ruffin, B. De Wolfe, Jingyuan Ma, Junjie Xu, Shaocong Pang, Wei Zhou, Boru Xia, V.V. Ostrikov, R.S. Axmadeev, G.D. Dedusenko, S.Yu. Juxoviskiy, L.K. Miskarli, I.M. Timoxin, V.D. Gorodnov, N.F. Semenko, V.M. Kapustin, I.D. Fridman, I.N. Reznichenko, M. M. Gaydarov, K.S. Axmedov, U.D. Mamadjanov, S.S. Negmatov, A.K. Rahimov, G. Raxmonberdiev, M.P. Yunusov, B.N. Xamidov, S.M. Turobjonov, S. Abduraximov, Sh.M. Saydaxmedov, Y.K. Raximov, M.A. Silin, A. Raximov, Sh.Umedov, N. Yodgorov, K.S.Negmatova, T.R. Yuldashev va boshqalar ilmiy-tadqiqot ishlari olib borishgan.

Ular tomonidan, quduqlarni burg‘ulashda yuqori turg‘un moylash xususiyatiga ega burg‘ulash eritmalaridan foydalanishning nazariy asoslari rivojlantirilgan, burg‘ulash eritmalari eritmalarining texnologik xususiyatlarini boshqarish tizimlari yaratilgan, burg‘ulash reagentlari modifikatsiyalash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilgan.

Shu bilan birga burg‘ulashda aniq bir funktsiyani bajaradigan kimyoviy reagentlar olish, samarador moylovchi materiallar asosidagi burg‘ulash eritmalarida komponentlarning moylash xususiyatiga ta‘sir mexanizmi isbotlash, og‘irlashtirilgan burg‘ulash eritmalarining fizik-kimyoviy va texnologik ko‘rsatkichlarini nazorat qilish bilan texnologik tizimni takomillashtirish borasida ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institutining ilmiy tadqiqot ishlari rejasining FA-A13-T147 «Neft va GK xomashyosini distillashning qoldiq ulushi asosida moylash materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalarini ishlab chiqish» amaliy loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi mahalliy xom ashyolar va ishlab chiqarish chiqindilari asosida neft va gaz quduqlarini burg‘ulash uchun samarador moylovchi materiallar va og‘irlashtirilgan burg‘ulash eritmalarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

mahalliy xomashyolar va ishlab chiqarish chiqindilari asosida neft va gaz quduqlarini burgilash uchun samarador moylovchi materiallar ishlab chiqishning texnologik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligini ilmiy asoslash;

moylovchi materiallar va burgilash eritmalarini olishda ishlatiladigan mahalliy xomashyo, ishlab chiqarish chiqindilari va ingredientlarning fizik-kimyoviy xossalari o'rganish;

ishlab chiqilgan moylovchi materiallarning hamda og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlarining o'zgarish qonuniyatlarini organomineral ingredientlar tarkibi va miqdoriga bog'liqligini aniqlash;

ishlab chiqilgan moylovchi materiallarning fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlarini o'rganish, moylovchi materiallar va ular asosida og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining yangi tarkiblarini ishlab chiqish;

ishlab chiqilgan moylovchi materiallar va ular asosidagi og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini neft va gaz sanoati korxonalarida ishlab-chiqarish tajriba sinovidan o'tkazish;

neft va gaz quduqlarni burg'ulashda ishlatish uchun yaratilgan moylovchi materiallar va ular asosidagi og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining texnik-iqtisodiy samaradorligini aniqlash va ishlab chiqarishga tavsiyalar berish.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida neft, neft shlami, ishlatilgan motor moyi, gossipol smolasi, kaustik va kaltsinatsiyalangan soda, Na-karboksimetiltellyuloza, suv, bentonit, qizil gil, barit, gematit, okalina, marmar kukuni, dolomit va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmaları olingan.

Tadqiqotning predmetini neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun mahalliy xomashyolar va ishlab chiqarish chiqindilari asosida samarador moylovchi materiallar va ular asosidagi og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlarining o'zgarish qonuniyatlarini ingredientlar turi, tabiati va miqdoriga bog'liqligini aniqlash tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiyada zamonaviy fizik-kimyoviy, kimyoviy, statistik va texnologik tadqiqot usullari (IQ-spektroskopiyasi, gaz-suyuqlik xromatografiyasi, raman-spektrometriyasi, xromato-mass-spektrometriya va element tahlillari)dan va zamonaviy kompyuter dasturlaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

neft, ishlatilgan motor moyi, gossipol qatroni va neft shlamlari asosida neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun ishqalanish koeffitsienti 1,2-1,3 marta kamaytirilgan samarador moylovchi materiallar tarkibi aniqlangan;

organomineral ingredientlarning tabiati, tuzilishi, miqdori va tarkibiga bog'liq, og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining texnologik xususiyatlari qovushqoqlik, suv uzatishi, siljishning statik kuchlanishi va barqarorlikning o'zgarishi asoslangan;

barqarorligi 1,20-1,25 marta yaxshilangan, yuqori moylovchi xususiyatli og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining tarkiblari aniqlangan;

og'irlashtiruvchi materiallarning turi, miqdori va tabiatini tanlash bilan yuqori moylash xususiyatiga ega burg'ulash eritmalarining texnologik xossalarini boshqarish asoslangan;

burg'ulash jarayonlarida moylovchi materiallardan foydalanish burg'ulash eritmasining tuzli va yuqori haroratga chidamliligini oshirishi isbotlangan;

mahalliy xom ashyolar va ishlab chiqarish chiqindilari asosida burg'ulash eritmaları uchun yuqori tribologik xususiyatlarga ega moylovchi materiallar olish texnologiyasi ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan samarador moylovchi materiallar asosidagi og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

neft shlami, ishlatilgan motor moyi, gossipol smolasi, kaustik va kaltsinatsiyalangan soda, Na-karboksimetiltellyuloza, suv, bentonit, qizil gil, barit asosida neft-gaz quduqlarini burg'ulash uchun samarador moylovchi materiallar ishlab chiqarish maqbul parametrlari aniqlangan;

neft-gaz quduqlarini burg'ulash uchun samarador moylovchi materiallarning MBR-1, MBR-2, MBR-3 va MBR-4 olish texnologiyasi ishlab chiqilgan;

neft-gaz quduqlarini burg'ulashda samarador moylovchi materiallar asosida yuqori moylash xususiyatiga ega barqaror og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining maqbul tarkiblari yaratilgan;

barqaror og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalaridan qo'llash bilan neft-gaz quduqlarini burg'ulash texnologiyasi takomillashtirilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tahlilda zamonaviy fizik-kimyoviy usullar gaz xromotografiyasi, IQ- va mass-spektroskopiya, tribologik, qovushqoqlik, barqarorlik, siljishning statik kuchlanishi tahlillardan, eksperimental ma'lumotlarga statistik ishlov berishda jarayonlari kinetika va termodinamikasining zamonaviy nazariyalaridan foydalanilganligi, nazariy va tajriba tadqiqot natijalarining o'zaro mutanosibliги bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati neft, ishlatilgan motor moyi, gossipol smolasi va neft shlamlaridan foydalanib neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun moylovchi materiallar yaratishning ilmiy asoslari, fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlari, ingredientlar miqdori, tarkibi, kimyoviy tabiati, tuzilishi va turining burg'ulash eritmalarining tribologik va texnologik ko'rsatkichlariga ijobiy ta'sir etish xususiyatlari aniqlanganligi bilan izohlanadi;

tadqiqotning amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan samarador moylovchi materiallar va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmaları neft-gaz quduqlarining tuzli va yuqori haroratli qatlamlarini burg'ulash jarayonida sedimentasion turg'unligi tufayli burg'ulash eritmasining barqarorligini ta'minlaydi. Tuzilishi va tarkibi tufayli yuqori moylash xususiyatiga erishilgan va tribologik xususiyati 1,2-1,3 marta yaxshilangan. Bu esa o'z navbatida burg'ulashning mexanik tezligini oshiradi hamda sodir bo'ladigan turli xil halokatlarni oldini olish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Neft-gaz quduqlarini burg'ulash uchun samarador moylovchi materiallar va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmasi ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

neft-gaz quduqlarini burg'ulash uchun samarador moylovchi materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasi «SANEG» XK MChJning «2025-2030 yillar istiqboli ishlanmalar rejasi»ga kiritilgan («SANEG» XK MChJning 2024 yil 24 iyundagi UCX № 015-0084-1741-2024 sonli ma'lumotnomasi). Natijada mahalliy moylovchi materiallar MBR-1, MBR-2, MBR-3, MBR-4 ishlab chiqarish imkonini bergan;

neft-gaz quduqlarini burg'ulashda yuqori moylash xususiyatiga ega og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini ishlab chiqarish texnologiyasi «SANEG» XK MChJning «2025-2030 yillar istiqboli ishlanmalar rejasi»ga kiritilgan («SANEG» XK MChJning 2024 yil 24 iyundagi UCX № 015-0084-1741-2024 sonli ma'lumotnomasi). Natijada yuqori barqaror fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini mahalliyashtirish imkonini bergan;

neft-gaz quduqlarini burg'ulashda yuqori moylash xususiyatiga ega og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini ishlab chiqarish texnologiyasi «SANEG» XK MChJning «2025-2030 yillar istiqboli ishlanmalar rejasi»ga kiritilgan («SANEG» XK MChJning 2024 yil 24 iyundagi UCX № 015-0084-1741-2024 sonli ma'lumotnomasi). Natijada texnologik va tribologik xususiyatlari yaxshilangan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini ishlab chiqarish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 8 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 38 ta ilmiy ish chop etilgan. Shulardan O'zbekiston respublikasining Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 15 ta maqola, jumladan, 5 tasi respublika va 10 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan, 21 ta tezis xalqaro va Respublikadagi anjuman to'plamlarida hamda 2 ta monografiya chop qilingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 167 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY QISMI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zaruriyatligi asoslangan. Tadqiqotning maqsadi va vazifalari, ob'ekt va predmetlari tavsiflangan, respublika fan texnologiyalarini rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, tadqiqot natijalarning amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun moylash materiallari, kimyoviy reagentlar va burg'ulash eritmalarining joriy holati**» deb nomlangan birinchi bobida neft-gaz quduqlarini burg'ulashda ishlatiladigan moylovchi materiallar, og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish uchun kimyoviy reagentlar va ularning sinflari, og'irlashtiruvchi materiallar, oxirgi yillarda ishlab

chiqilgan materiallarning turlari, adabiyot manbalarning hozirgi holati hamda patent ma'lumotlarining tahlili keltirilgan.

Tahlil etilgan adabiyotlar asosida faol moylovchi materiallar va og'irlashtiruvchilarva boshqa kimyoviy reagentlar ishtirokida yuqori moylash xususiyatiga ega burg'ilash eritmalarida kechadigan jarayonlar, ishlab chiqiladigan moylovchi va og'irlashtiruvchi materiallar xususiyati va tuzilishining o'zgarish jarayonlariga yangi ilmiy texnik va ilmiy uslubiy yechim ishlab chiqish mazkur dissertatsiya ishining maqsadini belgilab berdi.

Dissertatsiyaning **«Dastlabki xomashyolar tavsifi va tadqiqotlarni o'tkazish usullari»** deb nomlangan ikkinchi bobida tajriba tadqiqotlarini o'tkazish uchun ob'ektlar tanlash bayon qilingan va asoslangan. Neft-gaz quduqlarini burg'ilash uchun moylovchi materiallar, og'irlashtirilgan burg'ilash eritmaları va ishlab chiqiladigan yuqori moylash xususiyatiga ega burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlarini tadqiqot qilish usullari keltirilgan.

Dissertatsiyaning **«Moylovchi materiallar va burg'ulash eritmalarini ishlab chiqish uchun mahalliy xom ashyo va sanoat chiqindilari asosidagi organik ingredientlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish»** deb nomlangan uchinchi bobida mahalliy xomashyolar va ishlab chiqarish chiqindilari, organomineral ingredientlari va moylovchi materiallarning fizik-kimyoviy xususiyatlari va eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan.

Samarador moylovchi burg'ulash reagenti (MBR) ishlab chiqish maqsadida mavjud xomashyo va ishlab chiqarish chiqindilari, organomineral ingredientlaridan tanlangan materiallarning fizik-kimyoviy xossalari tadqiq qilingan.

Fizik-kimyoviy, Gaz xromotografiya-mass spektroskopiya va IQ-spektroskopiya tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, moylovchi material tarkibidagi 25-57% gacha neft mahsulotlari, gossipol smolasi 25 % gacha, solishtirma og'irligi $1,05\text{g/sm}^3$, 5 % li eritmasining shartli qovushqoqligi 22 sek, 5% li eritmasining vodorod ko'rsatgichi 9, rangi qoramtir jigarrang, quyuc oquvchan suyuqlik, "Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi" MCh chiqindisi-neft shlami, ishlatilgan motor moylari, kaltsinatsiyalangan soda, kaustik soda hamda suv, shuningdek og'irlashtiruvchilarning tuzilishi tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlari tadqiq qilingan. Neft shlami va ishlatilgan motor moyinning asosiy sifat ko'rsatkichlari talab qilingan GOSTlar meyyorlari bilan aniqlandi va natijalar 1-jadvalda keltirirlgan.

Moylovchi materiallar ishlab chiqish uchun neft shlami suv va mexanik zarrachalardan tozalangan holda foydalaniladi.

Mineral og'irlashtirgichlar qizil gil, marmar kukuni, dolomit, barit, okalina, va gematitlarning fizik-kimyoviy xossalari tadqiq qilingan.

Mazkur bobda burg'ulash eritmalarini og'irlashtirish uchun ishlatiladigan organomineral xomashyo komponentlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari tadqiqoti natijalarini solishtirma nisbiy kattaliklari ham keltirilgan. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki sinov uchun olingan temir tarkibli tabiiy ruda gematit, okalina va barit asl zichligi $4,40\text{-}4,60\text{ g/sm}^3$, $4,30\text{-}4,50\text{ g/sm}^3$, $3,85\text{-}4,15\text{ g/sm}^3$ og'irlashtirgichlar import qilinadigan B sinfli barit konsentratlari GOST 4682-84

zichligiga 4,0-4,2 g/sm³ yaqin, neft va gaz quduqlarini qazish sanoatida og'irlashtirgich sifatida ishlatish mumkin.

1-jadval

Xomashyolarning asosiy sifat ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Uslub	Neft shlami	Ishlatilgan motor moyi
Tashqi ko'rinishi	vizual	Qoramtir, Quyuq	Quyuq oquvchan
Zichligi, 20 ⁰ C da, g/ sm ³	GOST 3900	0,98	0,92
Kinematik, qovushqoqlik t _{+50C} , mm ² /c	GOST 33-82	-	45,1
Suvsizlantirilgandagi zichligi, g/sm ³	GOST 3900	0,92	-
Suv miqdori, %	GOST 2477	25-30	0,05
Oltinugurt miqdori,	GOST 1437	1,23	
Mexanik zarrachalar miqdori, %	GOST 6370	15-20	0,62
Xlorid tuzlarining miqdori, mg/dm ³	GOST 21534	360	-
Asfalten miqdori, %	GOST 11858	5,82	
Qatronlarining miqdori, %	GOST 11858	17,02	
Yonish nuqtasi, ⁰ C	GOST 4333	+160	+195
Parafin miqdori, %	GOST 11858	8,0	

Shularga bog'liq holda O'zbekistan Respublikasida mavjud ko'rsatilgan xomashyo zahiralari hisobga olib ularni yuqori zichlikdagi burg'ilash eritmaları uchun og'irlashtiruvchi material sifatida foydalanish mumkin.

Dissertatsiyaning «**Organomineral ingredientlardan foydalanib moylovchi materiallar va og'irlashtirilgan burg'ilash eritmalarini tadqiq qilish hamda maqbul tarkiblarini ishlab chiqish**» deb nomlangan to'rtinchi bo'limida mahalliy xomashyolar va ishlab chiqarish chiqindilari asosida ishlab samarador moylovchi materiallar va ulardan foydalanib og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining maqbul tarkiblarini ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar keltirilgan. Shuningdek burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlariga organomineral og'irlashtirgichlarning ta'siri tadqiqot natijalari ham bayon qilingan. Hozirgi kunda neft va gaz quvurlarini burg'ulashda ishlatilish kelayotgan moylovchi materiallar neft, SMAD-1, grafit va ishlab chiqilgan moylovchi materialning asosiy xususiyatlari tadqiq qilindi va natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Moylovchi material (MBR) va yuqori moylash xususiyatiga ega burg'ulash eritmalarini ishlab chiqish uchun tanlangan xom ashyolar, ishlab chiqarish chiqindilari va og'irlashtirgichlar organomineral ingredientlaridan foydalanib og'irlashtirilgan burg'ilash eritmalarining asosiy ko'rsatkichlari zichlik, qovushqoqlik, suv uzatishi-suv bera olish qobiliyati, statik siljish kuchlanishi, stabillik, moylash xususiyati, elektrstabilligi, sedimentatsiya va vodorod ko'rsatkichi tadqiq qilingan. Shuning uchun biz tomonimizdan 10-25 massa qisml

gossipol smolasi va 30-55 massa qismlı neftr yoki ishlatilgan motor moyi hamda neft shلامي shuningdek 5-10 % li ishqorlardan va suvdan tashkil topgan moylovchi materiallarning yangi modul tarkibi experimentlar natijasida tanlab olingan. Moylovchi materiallarning burg'ulash eritmasining qovushqoqlik, suv uzatish (suv beraoluvchanlik) hamda vodorod ko'rsatkichiga ta'siri tadqiq qilindi (API RP 13B-1:2019³, GOCT 33213-2014 (ISO 10414-1:2008)⁴, GOCT 33697-2015 (ISO 10414-2:2011)⁵ va uning natijalari 1-rasmıda keltirilgan. Ishlab chiqiladigan moylovchi materiallar fizik-kimyoviy xususiyatlari va og'irlashtirilgan burg'ilash eritmalari texnologik ko'rsatkichlari tadqiq qilishda yuqorida ko'rsatilgan moylovchi materiallar (MBR), neft, qatlam suvi, barit, qizil gil, marmar kukuni, dolomit, okalina va gematitdan foydalanilgan, so'ngra MBR asosidagi burg'ilash eritmalarining fizik-kimyoviy xususiyatiga tanlangan og'irlashtirgichlarning ta'siri tadqiq qilingan. (1-rasm)

2-jadval

Moylovchi materiallarning asosiy fizik kimyoviy xususiyatlari

Ko'rsatkichlar	Neft	SMAD	Grafit	MBR-1	MBR-2	MBR-3	MBR-4
Tashqi ko'rinishi	Qo'n g'ir, suyuq	Qo'n g'ir, quyuq	Qora, kukunsi mon	Qoramt ir jigar rang, quyuq	Qong'ir jigar rang, quyuq	Qong'ir jigar rang, quyuq	Qong'ir jigar rang, quyuq
Zichlik, g/sm ³	0,88	0,9	2,26	1,07	1,04	1,05	1,08
Qovushqoqlik, t _{50C} , mm ² /c	41	45	-	48	67	49	73
Vodorod ko'rsatkichi, pH	6	6-7	6-7	8-9	8-9	8-9	8-9
Yonish harorati, °C	110	65	-	220	225	240	250
Mexanik zarrachalar miqdori, %	0,79	0,15	0,35	0,91	0,96	0,84	0,87

Moylovchi materiallar nafaqat ishqalanish koeffitsiyentini kamaytirishi balki burg'ulash eritmasining turg'unligi, reologik, suv uzatish, va vodorod ko'rsatkichlarini ham yaxshilaydi. Moylovchi materiallarni burg'ulash eritmasidagi miqdorini 1 dan 6% vodorod ko'rsatkichini 9 gacha oshiradi hamda suv uzatishini 3-4 gacha kamaytirish imkonini beradi.

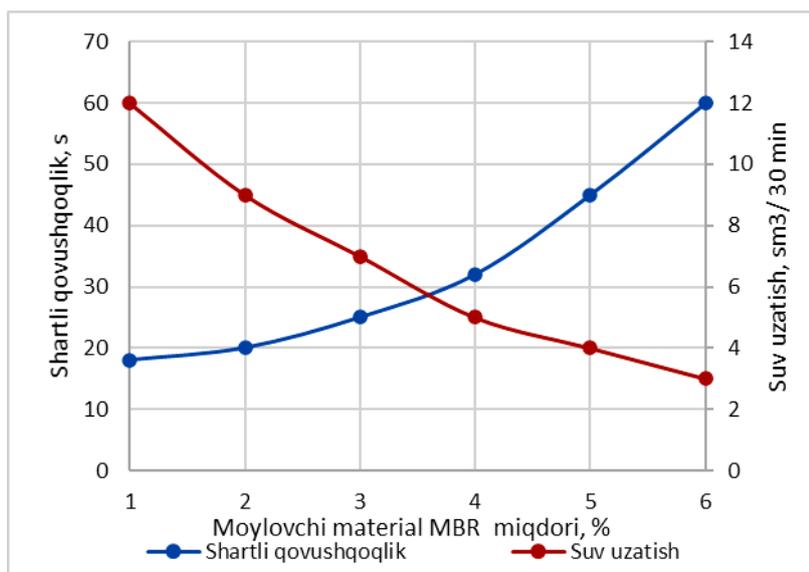
Moylovchi material (MBR) miqdorini oshirish bilan burg'ulash eritmasining moylash xususiyati yaxshilanadi natijada ishqalanish koeffitsiyentining qiymati kichiklashadi. Moylovchi materiallar miqdorini 1 da 6%

³API RP 13B-1:2019 Field Testing Water-based Drilling Fluids.

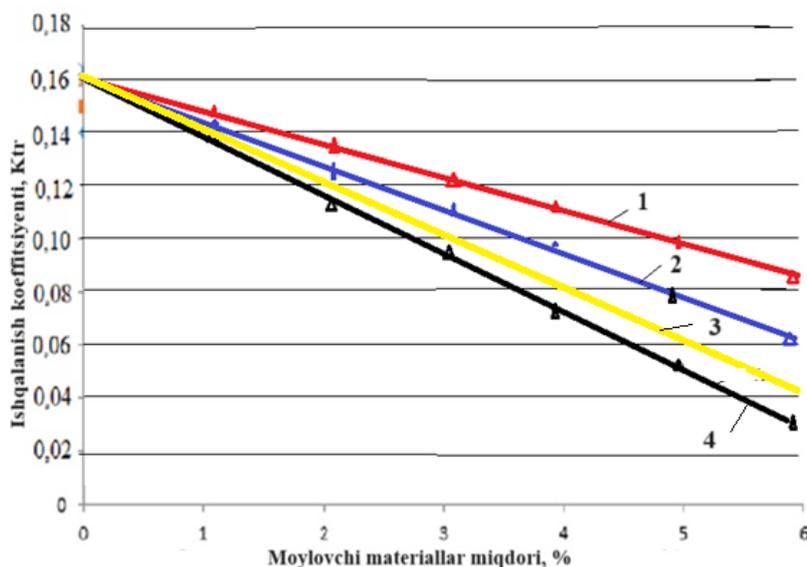
⁴ГОСТ 33213-2014 (ISO 10414-1:2008) Межгосударственный стандарт контроль параметров буровых растворов в промысловых условиях растворы на водной основе.

⁵ГОСТ 33697-2015 (ISO 10414-2:2011) Межгосударственный стандарт контроль параметров буровых растворов в промысловых условиях растворы на углеводородной основе.

gacha oshirish ishqalanish koeffitsiyentini mos ravishda MBR bilan 0,16 dan 0,03 gacha, neft bilan 0,06 gacha, SMAD bilan 0,04 gacha hamda grafit bilan 0,08 gacha kamaytirish imkonini beradi. Yuqoridagi bog'liqlikdan shuni xulosa qilish mukimki MBR bilan olingan burg'ulash eritmasi tarkibiy jihatiga ko'ra yuqori samaradorlik ko'rsatadi ya'ni tarkibidagi gossypol smolasi ishqorlar natijasida suvda eruvchan yog' kislotalari hamda ishlatilgan motor moylari qattiq fazalar yuzasida silliq plenka hosil qiladi natijada eritma tizimi bo'ylab yuqori moyylash samaradorligi kelib chiqadi. (2-rasm).



1-rasm. Moylovchi material miqdorining burg'ulash qovushqoqligi va suv uzatishiga bog'liqligi.

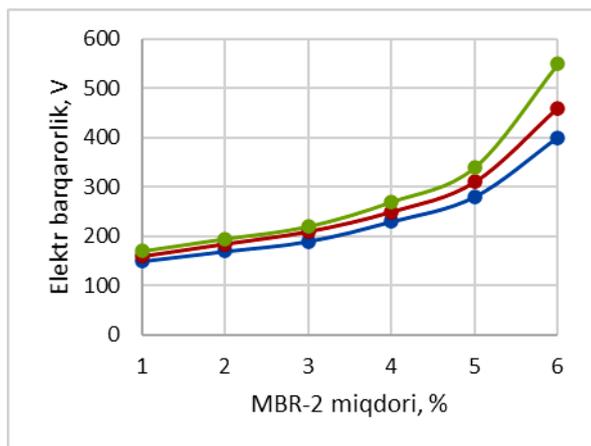


2-rasm. Moylovchi material miqdorining ishqalanish koeffitsiyentiga bog'liqlik grafigi. Bu yerda, 1-grafitli, 2- neftli, 3- SMAD; 4-MBRli burg'ulash eritmalari

Moylovchi material (MBR) asosida olingan burg'ulash eritmasidagi neft emulsiyalarining elektr barqarorligining o'zgarish qonuniyatlari 3 va 4-rasmda keltirilgan. Moylovchi material miqdorini 1 dan 6% gacha oshirish burg'ulash eritmasidagi neft emulsiyasi elektr barqarorligini 150 V dan 440 V va 550 V gacha oshirishi mumkin. Neft emulsiyasi elektr barqarorligi normal holatda bo'lgan burg'ulash eritmasiga og'irlashtiruvchi material barit 10 dan 30% gacha

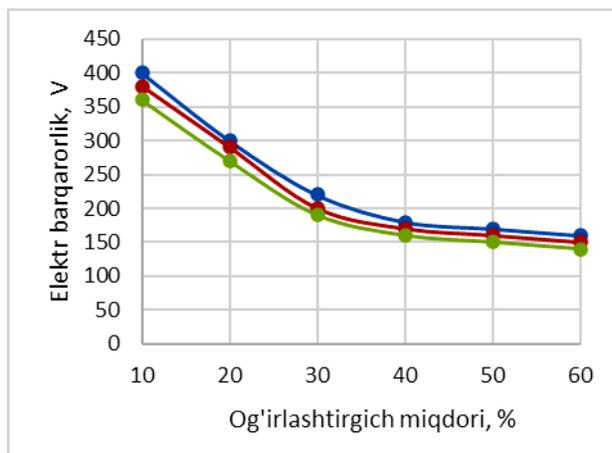
qo'shilganda uning qiymatini 140-150 V gacha tushirishini ko'rishimiz mumkin bo'ladi.

Ishlab chiqilgan yuqori moylash yuqori moylash xususiyatiga ega burg'ulash eritmasining reologik va texnologik ko'rsatkichlariga og'irlashtiruvchi materilallarning ta'siri tadqiq qilindi. O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlarga ko'ra moylovchi materillar asosida olingan burg'ulash eritmalariga qizil gil miqdorini 35% gacha, marmar kukuni 45% gacha, dolomitni 55% gacha, baritni va okalinani 65% gacha va gematitni 70% gacha oshirish burg'ulash eritmasining oquvchanligini ta'minlagan holda ularning zichligini oshirib borish imkonini beradi.



3-Rasm. Moylovchi material (MBR-2) miqdorining neft emulsiyasining elektr barqarorligiga bog'liqligi.

— Grafitli, — Neftli, — MBR li



4-Rasm. Neft emulsiyasi elektr barqarorligining og'irlashtiruvchi barit miqdoriga bog'liqligi.

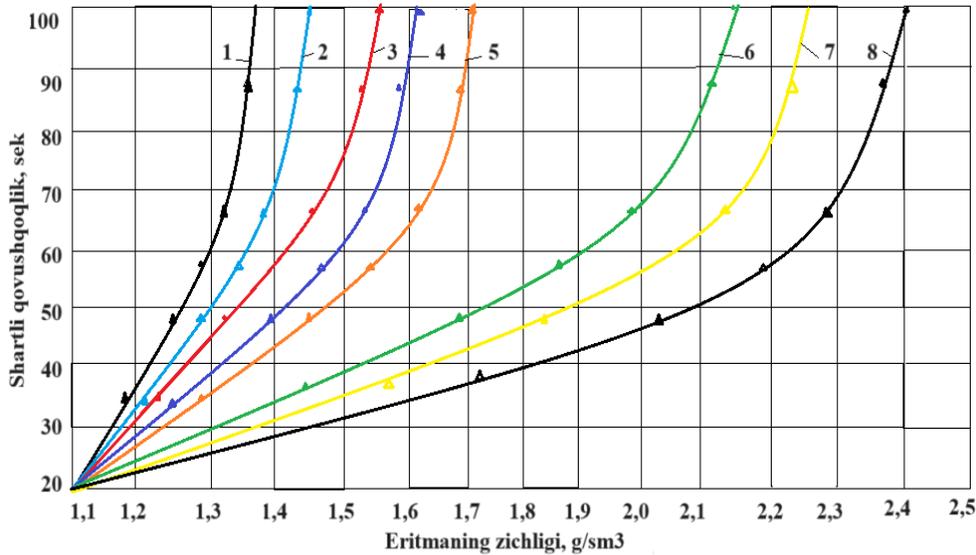
— MBR li, — Neftli, — Grafitli

Bunda eritmaning shartli qovushqoqligi mos ravishda 70-80 s, 72-81 s, 75-84 s, 74-85 s, 73-86 s oralig'ida bo'ladi. 10 minutdagi siljishning statik kuchlanishi (SSK) miqdori og'irlashtirgich miqdorini oshishi bilan mos ravishda 25-32 mgs/sm², 30-42 mgs/sm², 31-44 mgs/sm², 34-48 mgs/sm² va 36-49 mgs/sm² bo'ladi. Eritmaning suv uzatish ko'rsatkichi 30 minutda 3-4 sm³ oralig'ida vodorod ko'rsatkichi esa 9-10 oralig'ida bo'ladi. Eksperimental tadqiqot natijalaridan xulosa qilish mumkinki, moylovchi materiallar va fosfogips, qizil gil, karbonat polimer shlami, marmar kukuni, dolomit, barit, okalina va gematit asosidagi og'irlashtirgichlari ishtirokida zichligi mos ravishda 1,38 g/sm³, 1,42 g/sm³, 1,54 g/sm³, 1,60 g/sm³, 1,71 g/sm³, 2,16 g/sm³, 2,25 g/sm³ va 2,41 g/sm³ gacha bo'lgan og'irlashtirilgan va normal qovushqoqlikka ega burg'ulash eritmalarini olishda foydalanish mumkin.

Quyida moylovchi materiallar va har xil og'irlashtirgichlar asosidagi burg'ulash eritmasi qovushqoqligining ularning zichligiga bog'liqligi tadqiqot natijalari keltirilgan. (5-rasm).

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, moylovchi material (MBR) asosida olingan burg'ulash eritmalarining talab qilingan zichlik va qovushqoqlik xossalari har xil og'irlashtiruvchi materiallardan foydalanish orqali boshqarish imkonini beradi.

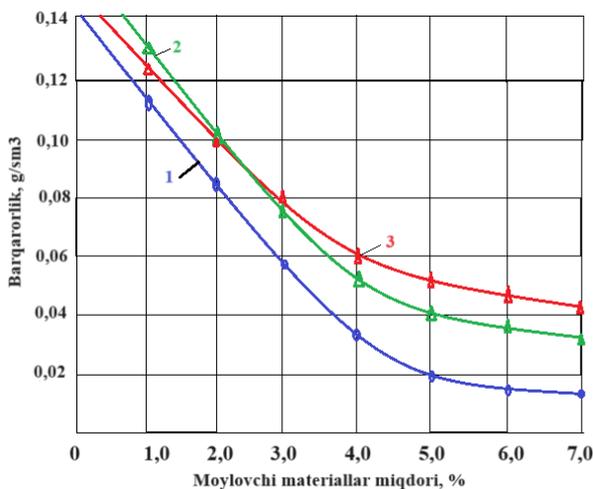
Moylovchi material (MBR)ning miqdorini 1% dan 7% gacha oshirish burg'ulash eritmasining barqarorlik ko'rsatkichini mos ravishda grafit bilan 0,04 g/sm³ gacha, neft bilan 0,03 g/sm³ gacha va MBR bilan 0,017 g/sm³ gacha tushirish imkonini beradi. Eritmalarning barqarorlik ko'rsatkichi qanchalik kichkina bo'lishi ishlatilayotgan moylovchi materialning shunchalik samarador ekanligidan dalolat beradi. (6-rasm).



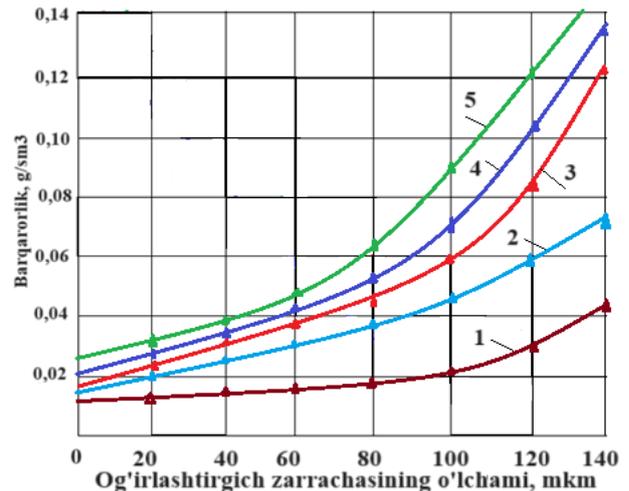
Bu yerda: 1- fosfogips; 2- qizil gilmoya, 3-Karbonat polimer Shlami, 4-marmar kukuni; 5- dolomit; 6- bariti; 7- okalina; 8- gematit

5-rasm. Moylovchi material asosida olingan burg'ulash eritmasi zichligining qovushqoqlikka bog'liqligi.

Moylovchi material (MBR) miqdorining har xil og'irlashtirgichlar bilan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining barqarorligiga bog'liqligi keltirilgan.



6-rasm. Moylovchi material miqdorining og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining barqarorligiga bog'liqligi: 1-barit; okalina; 3-gematit.



7-rasm. Og'irlashtirgich zarrachalarining o'rtacha o'lchamining burg'ulash eritmalarining barqarorligiga bog'liqligi: 1-qizilgilmoya, 2-dolomit, 3-barit, 4-okalina, 5-gematit.

Moylovchi material (MBR) asosida olingan burg'ulash eritmasining barqarorlik ko'rsatkichini og'irlashtiruvchi materiallarning o'lchamiga bog'liqligi

keltirilgan. Burg'ulash eritmalarining barqarorlik jarayoniga qattiq fazalarning dispersligi ham katta ta'sir ko'rsatadi, zarrachalar o'lchamining 10 mkm gacha kamayishi barqarorlik ko'rsatkichini 0,01 g/sm³ gacha kamaytiradi. Tadqiqotlar ko'rsatadiki, og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining barqarorligini ta'minlash uchun og'irlashtirgich zarrachalarining o'lchami 10-40 mkm oralig'ida bo'lishi isbotlandi. Shunda burg'ulash eritmasining talab qilingan barqarorlik ko'rsatkichining qiymati maksimal qiymati 0,06 g/sm³ ga erishiladi. (7-rasm).

O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga muvofiq samarador moylovchi materiallar va ular asosida og'irlashtirilgan burg'ulash eritmaları ishlab chiqildi hamda ularning tarkiblari, texnologik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari 1-6 jadvallarda keltirilgan. Mineral qatlam suvi asosida moylovchi materiallar va baritdan foydalanib zichligi 1,48 dan 2,13 g/sm³ gacha va suv uzatishi 3-4 sm³/30 min, bo'lgan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmaları olish imkonini beradi. Moylovchi materialning eritmadagi miqdor 5% bo'lganda bentonit (PBG) asosli burg'ulash eritmasining texnologik ko'rsatkichlari zichligi 1,10 g/sm³, shartli qovushqoqligi 23 s, suv uzatishi 3 sm³/30 min, vodorod ko'rsatkichi pH-9, ishqalanish koeffitsienti 0,01 va turg'unligi 0,005 g/sm³ ga teng. Burg'ulash eritmasiga barit miqdorini 50% dan 200% gacha oshirish uning zichligini 1,48 dan 2,13 g/sm³ gacha shartli qovushqoqlik qiymatini 23 dan 94 s gacha oshirish imkonini beradi. Bunda burg'ulash eritmasining vodorod ko'rsatkichi 9 saqlanib qoladi, ishqalanish koeffitsienti 0,010, korka qalinligi 0,6 mm dan 0,8 mm gacha oshadi va turg'unlik esa 0,05 g/sm³ gacha oshadi. (3-jadval).

3-jadval

Moylovchi material MBR, mineral qatlam suvi va barit asosida olingan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmasining texnologik tavsiflari

№	Burg'ulash eritmasining tarkibi			Texnologik ko'rsatkichlar						
	Dastlabki eritma (Suv+Bentonit(PBG)+ Na ₂ CO ₃ + KMS)	MBR, %	Barit, %	γ, g/sm ³	T ₅₀₀ , s	B, sm ³ /30 min	K, mm	pH	K _{tr}	S g/sm ³
2	№1 Eritma	-	-	1,10	21	4	0,6	8	0,10	0,01
3	№1 Eritma	5	-	1,10	23	3	0,5	9	0,10	0,005
4	№1 Eritma	5	50	1,48	54	3	0,5	9	0,10	0,02
5	№1 Eritma	5	100	1,66	60	3	0,6	9	0,10	0,03
6	№1 Eritma	5	150	1,83	82	3	0,7	9	0,12	0,04
7	№1 Eritma	5	200	2,13	94	3	0,8	9	0,12	0,05

Moylovchi materialdan (MBR) foydalanib gematit og'irlashtirgichi asosidagi burg'ulash eritmalarining yangi tarkiblari ishlab chiqildi hamda ularning texnologik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Gematit asosidagi burg'ulash

eritmalarining yangi tarkiblari va ularning texnologik ko'rsatkichlari 4-jadvalda keltirilgan.

Moylovchi materiall (MBR), mineral qatlam suvi va gemamitdan foydalanib zichligi $2,35 \text{ g/sm}^3$ gacha va suv uzatishi $3-4 \text{ sm}^3/30 \text{ min}$, bo'lgan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmaları olish imkonini beradi. Burg'ulash eritmasiga gematit miqdorini 50% dan 250% gacha oshirish uning zichligini 1,49 dan $2,35 \text{ g/sm}^3$ gacha shartli qovushqoqlik qiymatini 21 dan 91 s gacha oshirish imkonini beradi. Bunda burg'ulash eritmasining vodorod ko'rsatkichi 9 saqlanib qoladi, ishqalanish koeffitsienti 0,010, korqa qalinligi 0,6 mm dan 0,8 mm gacha oshadi va turg'unlik esa $0,06 \text{ g/sm}^3$ gacha oshadi. (4-jadval)

Moylovchi material asosida olingan burg'ulash eritmasining tuzga chidamliligi tadqiq qilindi, tadqiqoti natijalari 5-jadvalda keltirilgan

Moylovchi material (MBR) va barit asosidagi burg'ulash eritmasining tuzga chidamliligini tadqiq qilish uchun burg'ulash eritmaga NaCl tuzini 5% da to 25 % gacha qo'shib uning texnologik ko'rsatkichlari tadqiq qilindi. Bunda har bir namunaga tuz qo'shilganda 10-15 daqiqa tuz to'liq eriguncha aralashtirgichda aralashtiriladi. Hosil bo'lgan eritmaning texnologik ko'rsatkichlari (zichlik, qovushqoqlik, suv uzatishi, korqa qalinligi, vodorod ko'rsatkichi, ishqalanish koeffitsiyenti va eritmaning barqarorligi) standart talablari bo'yicha aniqlanadi.

4-jadval

Moylovchi material (MBR), mineral qatlam suvi va gematit asosida olingan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmasining texnologik tavsiflari

№	Burg'ulash eritmasining tarkibi			Texnologik ko'rsatkichlar						
	Dastlabki eritma Suv+Bentoni t (PBG)+ (KMS)	MBR, %	Gema tit	γ , g/sm^3	T_{500} , s	B, $\text{sm}^3/$ 30 min	K, mm	pH	K_{tr}	S g/sm^3
1	№1 Eritma	-	-	1,10	21	4	0,6	9	0,10	0,01
2	№1 Eritma	5	50	1,49	52	3	0,5	9	0,10	0,02
3	№1 Eritma	5	100	1,67	57	3	0,6	9	0,10	0,03
4	№1 Eritma	5	150	1,84	65	3	0,7	9	0,12	0,04
5	№1 Eritma	5	200	2,18	78	3	0,8	9	0,12	0,05
6	№1 Eritma	5	250	2,35	91	3	0,8	9	0,12	0,06

Barit bilan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmasiga NaCl miqdorini 5% dan 25 % gacha oshirish uning zichligini 2,14 dan 2,18 g/sm^3 gacha oshiradi va shartli qovushqoqligini 94 dan 83 s gacha kamaytiradi suv uzatishini esa $3 \text{ sm}^3/30 \text{ min}$ dan $6 \text{ sm}^3/30 \text{ min}$ gacha oshiradi, korqa qalinligi 0,8 mm dan 1,0 mm gacha oshadi eritmaning vodorod ko'rsatkichi 9-8 gacha kamayadi, ishqalanish koeffitsienti 0,01 dan 0,12 gach oshiradi va turg'unligini esa 0,03 dan 0,07 g/sm^3 gacha oshadi. Bu texnologik ko'rsarkichlarning o'zgarishi eritmada borayotgan eritma tarkibidagi

moylovchi material va makromolekulalariga tuzning destruksion ta'siri bilan izohlanadi. (5-jadval).

Moylovchi material (MBR) va gematit asosidagi burg'ulash eritmasining tuzga chidamliligini tadqiq qilish uchun burg'ulash eritmaga NaCl tuzini 5% da to 25 % gacha qo'shib uning texnologik ko'rsatkichlari tadqiq qilindi.

5-jadval

Moylovchi material (MBR) va barit asosida olingan burg'ulash eritmasining tuzga chidamliligi

№	g'ulash eritmasining tarkibi			Texnologik ko'rsatkichlar						
	Dastlabki eritma (Suv+Bentonit (PBG)+ KMS+barit)	MBR, %	NaCl, %	γ , g/sm ³	T ₅₀₀ , s	B, sm ³ /30 min	K, mm	pH	K _{tr}	S g/sm ³
1	Dastlabki eritma (Suv+Bentonit (PBG)+ KMS+barit)									
2	№1 Eritma	5		2,13	94	3	0,8	9	0,12	0,03
3	№1 Eritma	5	5	2,14	92	3	0,8	9	0,12	0,04
4	№1 Eritma	5	10	2,15	90	4	0,9	9	0,14	0,05
5	№1 Eritma	5	15	2,16	86	4	0,9	9	0,14	0,06
6	№1 Eritma	5	20	2,17	85	5	1,0	8	0,14	0,06
7	№1 Eritma	5	25	2,18	83	6	1,0	8	0,16	0,07

6-jadval

Moylovchi material va gematit asosida olingan burg'ulash eritmasi texnologik ko'rsatkichlarini tuzga chidamliligi

№	Burg'ulash eritmasining tarkibi			Texnologik ko'rsatkichlar						
	Dastlabki eritma (Suv+Bentonit KMS+Gematit)	MBR, %	NaCl, %	γ , g/sm ³	T ₅₀₀ , s	B, sm ³ /30 min	K, mm	pH	K _{tr}	S g/sm ³
1	Dastlabki eritma (Suv+Bentonit KMS+Gematit)									
2	№1 Eritma	5		2,35	91	3	0,8	9	0,10	0,04
3	№1 Eritma	5	5	2,36	90	3	0,8	9	0,10	0,05
4	№1 Eritma	5	10	2,37	88	4	0,9	9	0,12	0,05
5	№1 Eritma	5	15	2,38	87	5	0,8	9	0,12	0,06
6	№1 Eritma	5	20	2,39	85	6	1,0	8	0,14	0,06
7	№1 Eritma	5	25	2,40	82	7	1,0	8	0,14	0,07

Gematit bilan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmasiga NaCl miqdorini 5% dan 25 % gacha oshirish uning zichligini 2,35 dan 2,40 g/sm³ gacha oshiradi va shartli qovushqoqligini 91 dan 82 s gacha kamaytiradi suv uzatishini esa 3 sm³/30 min dan 7 sm³/30 min gacha oshiradi, korka qalinligi 0,8 mm dan 1,0 mm gacha oshadi eritmaning vodorod ko'rsatkichi 9-8 gacha kamayadi, ishqalanish

koeffitsienti 0,01 dan 0,14 gacha oshiradi, turg'unligini esa 0,04 dan 0,07 g/sm³ gacha oshadi. Bu texnologik ko'rsatkichlarning o'zgarishi eritmada borayotgan eritma tarkibidagi moylovchi material va polimerlarga tuzning destruksion t'siri bilan izohlanadi. (6-jadval).

Neft va gaz quduqlaridagi haroratni hisobga olib moylovchi material va og'irlashtiruvchi material asosida mineral qatlam suvidan foydalanib ishlab chiqilgan burg'ulash eritmasining texnologik ko'rsatkichlariga haroratning ta'siri tadqiq qilindi. O'tkazilgan tadqiqot natijalari 6 va 7 jadvallarda keltilirilgan.

Moylovchi material (MBR) va barit asosida lingan burg'ulash eritmasining texnologik ko'rsatkichlari haroratni 100⁰C dan 160⁰C gacha oshirish qovushqoqlik ko'rsatkichiga ijobiy, filtratsion va emulsiyaning elektr turg'unligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. (7-jadval).

7-jadval

Moylovchi material (MBR) va barit asosida olingan burg'ulash eritmasining haroratga chidamliligi

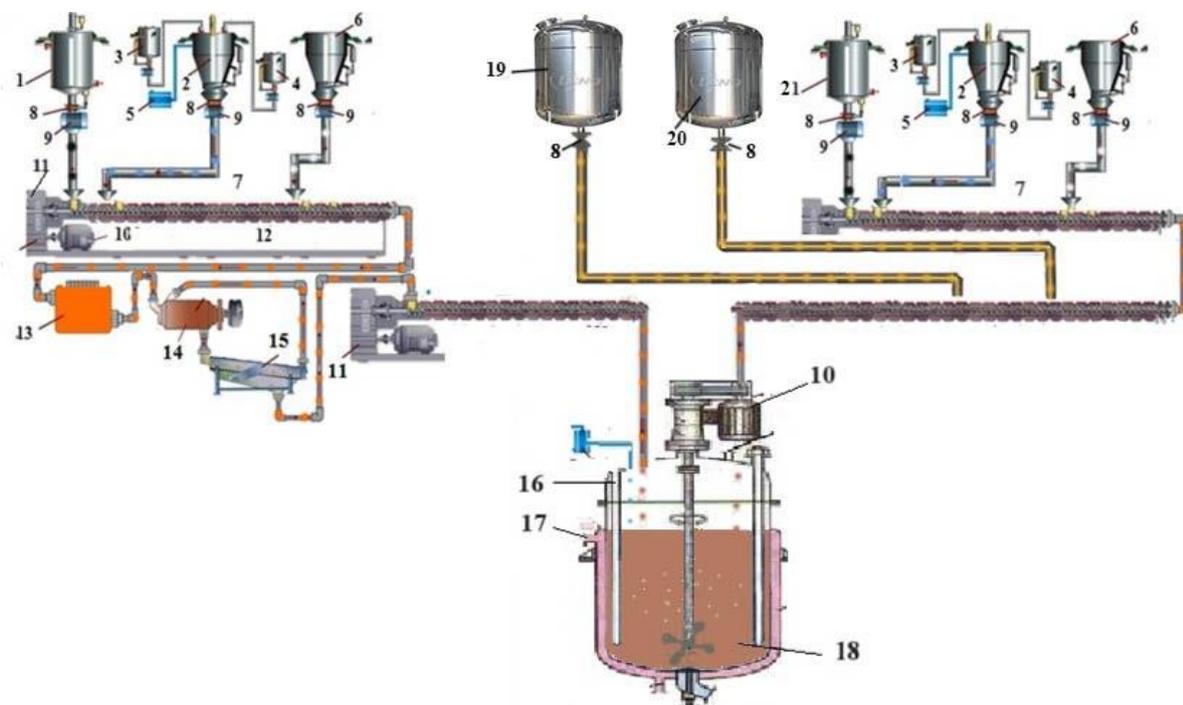
№	Burg'ulash eritmasining tarkibi	Texnologik ko'rsatkichlar						
		γ , g/sm ³	T ₅₀₀ , s	B, sm ³ /30 min	K, mm	pH	K _{tr}	S g/sm ³
1	Dastlabki eritma (Suv + Bentonit (PBG) + KMS+ MBR+Barit)							
2	№1 Eritma	2,13	94	3	0,8	9	0,12	0,03
3	№ 1 eritmani 100 ⁰ C da 2 soat qizdirish	2,13	89	6	1,0	9	0,12	0,04
4	№ 1 eritmani 120 ⁰ C da 2 soat qizdirish	2,13	86	6	1,0	9	0,12	0,05
5	№ 1 eritmani 140 ⁰ C da 2 soat qizdirish	2,13	83	6	1,0	9	0,14	0,06
6	№ 1 eritmani 160 ⁰ C da 2 soat qizdirish	2,13	78	7	1,0	9	0,14	0,07

Bunda eritmaning qovushqoqligi 94 dan 78 s gacha kamayadi ya'ni oquvchanligi yaxshilanadi, biroq suv uzatishi 3 sm³/30 minutdan 7 sm³/30 minutgacha oshadi, eritmaning turg'unligi 0,03 dan 0,07 g/sm³ gacha oshadi. Burg'ulash eritmasining vodorod ko'rsatkichi 9 va korka qalinligi 0,8 mm dam 1 mm gacha oshadi. Burg'ulash eritmasining texnologik ko'rsatkichlarining bunday o'zgarishi eritmada boradigan termooksidlanish destruksiya tufayli sodir bo'ladi. Biroq moylovchi material tarkibidagi mavjud gossipol smolasi va uglevodorodli birikmalar bunday jarayonga turg'unligi tufayli bu ko'rsatkichlar talab qilingan me'yoriy qiymatlarini saqlab qoladi.

Yuqorida bayon qilingan ilmiy tadqiqot natijalarga muvofiq xulosa qilish mumkinki, yangi ishlab chiqilgan moylovchi material 160⁰C haroratda va 25% NaCl bilan minerallanganda zichligi barit bilan 1,49 dan 2,18 g/sm³, pH 8-9, qovushqoqligi 52-91 s, suv uzatishi 3-7 sm³/30 min, korka qalinligi 0,5-1,0 mm,

turg'unligi $0,03 \text{ g/sm}^3$ $0,08 \text{ g/sm}^3$ gacha bo'lgan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish imkonini beradi va ularni Respublikamiz hududidagi tuzli va gilli qatlamlarni burg'ulashda tadbiq qilish maqsadga muvofiqdir.

Dissertatsiyaning «**Ishlab chiqilgan samarador moylovchi materiallar va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalaridan foydalanishning amaliy va iqtisodiy jihatlari**» deb nomlangan beshinchi bobida mahalliy xom ashyolar va ishlab chiqarish chiqindilari asosida moylovchi materiallar va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish texnologiyasi, ishlab chiqarishdagi sinov natijalari hamda ularning iqtisodiy samaradorligi hisobi keltirilgan. Neft va gaz quduqlarini burg'ulashda moylovchi materiallar va ular asosidagi og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalaridan foydalanishning amaliy va iqtisodiy jihatlari ko'rib chiqilgan. Mahalliy xomashyolar va har xil ishlab chiqarish chiqindilar, organomineral ingredientlaridan moylovchi materiallarning bir qator turlari MBR-1, MBR-2, MBR-3 va MBR-4 larni ishlab chiqarishni tashkil qilish uchun texnologik liniya ishlab chiqilgan va takomillashtirilgan.

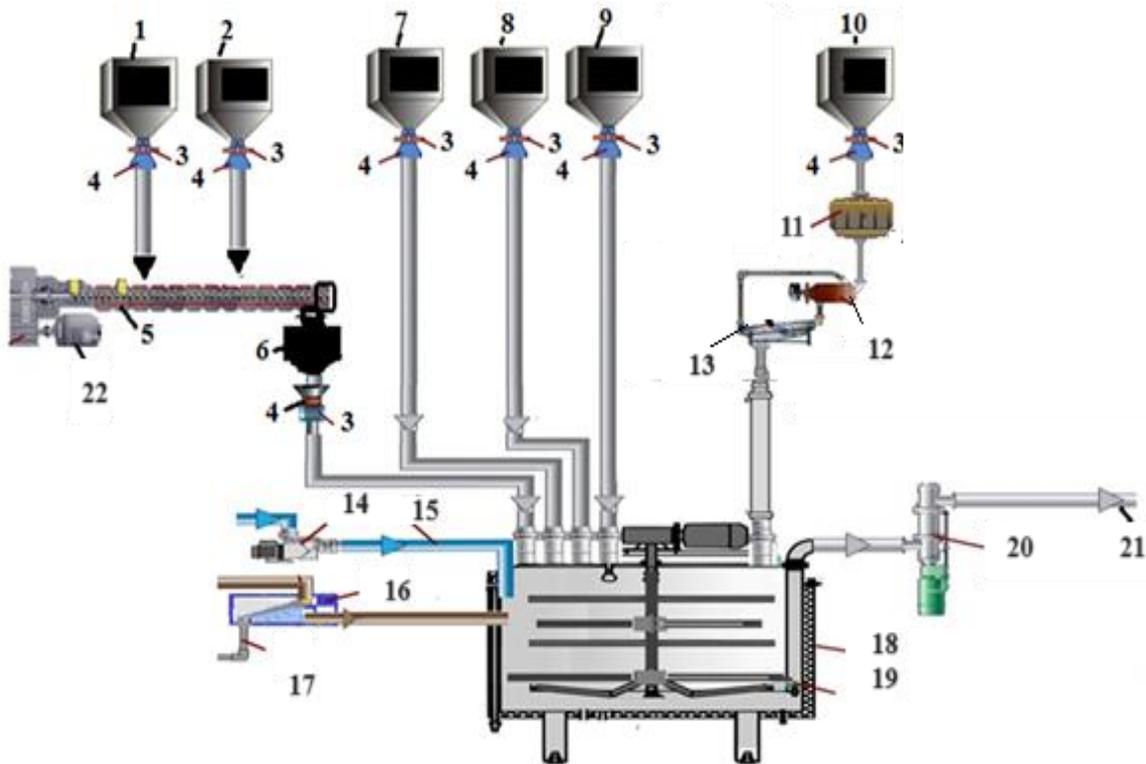


8-rasm. Moylovchi burg'ulash materiali (MBR) ning olinish texnologiyasi sxemasi.

Bu yerda 1-Xomashyo uchun rezervuar, 2-Ishqoriy eritma uchun rezervuar, 3-Kaustik soda uchun rezrvuar, 4-Alyuminiy tarkibli chiqindi uchun rezervuar, 5-suv liniyasi, 6-kalsinatsiyalangan soda uchun rezervuar, 7-aralastirgich shnek, 8-dozaator, 9-kraynik, 10-elektrodvigatel, 11-reduktor, 12-transporter, 13-quritgich, 14-maydalagich tegirmon, 15-elak, 16-reaktor, 17-bug' uchun qopqoq, 18-aralastirgich meshalka, 19-Neft uchun rezervuar, 20-ishlatilgan motor moyi uchun rezervuar, 21-neft shlami uchun rezervuar.

Yuqoridagi 8-rasmda moylovchi burg'ulash materiali (MBR) ning olinish texnologiyasi sxemasi keltirilgan. Ishlab chiqilgan texnologiya asosida neft, neft shlami, ishlatilgan motor moylari, gossipol smolasi va qo'shimcha

ingrediyentlardan foydalanib samarador moylovchi materiallarning seriyalari ishlab chiqariladi. Texnologiyaning ishlash prinsipi quyidagicha. 1-rezervuardan 80-90⁰C gacha qizdirilgan gossypol smolasi 8-kraynik va 9-dozatordan o'tib 12 aralashtirgichga quyiladi. Unga 2-rezervuardan ishqor eritmasi 8-kraynik va 9-dozatordan o'tib qo'shiladi. Shundan so'ng 12 aralashtirgichda 5-10 daqiqa bir xil massa hosil bo'lguncha aralashtiriladi. Songra hosil bo'lgan massani yanada kukunsimon holatga o'tkazish uchun unga 6-rezervuardan kalsinatsiyalangan soda qo'shiladi va yana 12 shnekda 6-8 daqiqa aralashtiriladi va 13 quritgichga yuboriladi. Bu yerda namligi 1-2 % gacha quritiladi. So'ngra quritilgan massa 14 maydalagichga yuboriladi va 1-2 mm gacha maydalanadi



9-rasm. Moylovchi materiallardan foydalanib og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish texnologiyasi. 1-fosfogips uchun idish, 2-kaltsinatsiyalangan soda uchun idish, 3-dozator, 4-kran, 5-aralashtirgich shnek, 6-quritgich, 7-gilmoya uchun idish, 8-MBR uchun idish, 9-stabilizator uchun idish, 10-og'irlashtirgich uchun idish, 11-quritgich, 12-maydalagich, 13-sita, 14-nasos, 15-suv quvuri, 16-eritma sitasi, 17- eritma eritma shلامي uchun quvur, 18-idish, 19-aralashtirgich, 20-nasos, 21-quvur.

Maydalangan kukunsimon massa 15 elakka yuboriladi. Elakdan o'tkazilib maydalangan massa 16-reaktorga yuboriladi. Shu paytning o'zida 21 rezervuardan neft shلامي ishqoriy eritma. kalsinatsiyalangan soda bilan 5-10 daqiqa shnekda aralashtirilib, 19 rezervuardan neft, va 20 rezervuardan motor moylari 16 reaktorga yuboriladi. 16 reaktorda kiritilgan massalar 50-60⁰C da 20-30 daqiqa bir xil massa hosil bo'lguncha aralashtiriladi. Natijada hosil bo'lgan moylovchi material idishlarga solinadi. Moylovchi materiallardan foydalanib og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish texnologiyasi ishlab chiqilgan quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi (9-rasm). 14-nasos orqali qatlam suvi 15 quvurdan 18 aralashtirgichli idishga yuboriladi. Shu payt 1 chi idishdan fosfogips va 2 idishdan

kaltsinatsiyalangan soda 5 chi aralashtirgichga tushiriladi hamda 10-15 daqiqagcha aralashtiriladi va 6-sitaga yuboriladi. Sitadan o'tgan ishqorli fosfogips 4-dozator va 3-kraynikdan o'tib 18 eritma tayyorlash idishiga yuboriladi. 7, 8 va 9 idishlarda gil, moylovchi material va stabilizator lar mavjud bo'lib quduqning geologik holatiga qarab kerakli miqdorda 18 eritma tayyorlash idishiga quyiladi. Eritmaning zichligini talab qilingan darajagacha oshirish uchun 10 idishda mavjud ogirlashtiruvchi materiallar 11 quritgich orqali maydalagich va sitadan o'tkazib 18-idishga yuboriladi va 20-25 daqiqa reagentlar to'liq erib turg'un eritma hosil bo'lguncha aralashtiriladi so'ngra uning texnologik ko'rsatkichlari API-13B satandarti talablari bo'yicha o'lchab 20 nasos va 21 quvur orqali quduqni burg'ulash uchun yuboriladi. Ishlatilgan eritma 17 nasos orqali 16 sitadan o'tkazib yana 18 eritma aralashtirgichga quyiladi va fizik kimyoviy qayta ishlanadi. Qayta ishlangan eritma yana 20-nasos va 21 quvur orqali burg'ulash quvuriga yuboriladi va sikl qayta takrorlanadi.

Ishlab chiqilgan moylovchi materiallar va ular asosidagi og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining sanoat sinov ishlari «Neft va gaz quduqlarini Sinash» AJ, «Epsilon Development Company» XK MChJ, «Qo'qon NGPI» AJ, hamda «Koson NGQR» MChJ ga qarashli hududdagi Kultak 2-quduqda ishlab chiqarish tajriba sinovidan o'tkazildi. Burg'ulash ishlarini boshlashdan avval mavjud 160 m³ ishchi gilli eritmani moylovchi materialla MBR bilan qayta ishlandi.

Burg'ulash eritmasining dastlabki texnologik ko'rsatkichlari quyidagicha edi: zichlik-1,21 g/sm³, shartli qovushqoqlik 40 s, suv uzatishi 14 sm³/30 min, pH-7 va korka 2 mm, Moylovchi materialning dastlabki sarfi 600 kg tashkil qiladi. Ishlatilib kelayotgan dastlabki burg'ulash eritmasi MBR bilan kimyoviy qayta ishlangandan keyin uning texnologik ko'rsatkichlari quyidagicha bo'ldi: zichlik-1,24 g/sm³, qovushqoqlik 54 sekund, suv uzatishi 8 sm³/30 min, pH-8 va korka 1,4 mm bo'ldi. Tajriba sinov ishlaridan oldin quduqning chuqurligi 432 metrni tashkil qiladi. Mavjud burg'ulash eritmasini 800 kg MBR va boshqa reagentlar (soda, Na-KMS, barit) bilan qayta ishlash davom ettirildi. Burg'ulash eritmasini qayta ishlagandan keyin texnologik ko'rsatkichlari quyidagicha bo'ldi: zichlik-1,65 g/sm³, qovushqoqlik 62 s, suv uzatishi 6 sm³/30 min, pH-9 va korka 1,0 mm.

Quduqning chuqurligi 1900 m bo'lganda mavjud burg'ulash eritmasini 600 kg MBR va boshqa reagentlar bilan qayta ishlandi. Burg'ulash eritmasini qayta ishlagandan so'ng texnologik ko'rsatkichlari quyidagicha bo'ldi: zichlik-1,72 g/sm³, qovushqoqlik 64 sekund, suv uzatishi 6 sm³/30 min, pH-9 va korka qalinligi 0,8 mm ni tashkil qildi.

Burg'ulanayotgan quduqning chuqurligi 2280 m ga yetganda ishchi burg'ulash eritmasini yana 600 kg MBR va boshqa reagentlar bilan qayta ishlash davom ettirildi. Mavjud burg'ulash eritmasini qayta ishlagandan so'ng quyidagi texnologik ko'rsatkichlarga erishildi: zichlik-1,80 g/sm³, qovushqoqlik 66 sekund, suv uzatishi 5 sm³/30 min, pH-9 va korka qalinligi 0,8 mmni tashkil qildi. Moylovchi materialning ishlab chiqarish sinovida erishilgan barcha texnologik ko'rsatkichlar quduqning geologo-texnik shartda ko'rsatilgan talablarga to'liq javob beradi.

Neft va gaz quduqlarini burg'ulashga ixtisoslashgan «Koson NGQE» MChJ ga qarashli Kultak hududidagi №2-quduqni burg'ulashda MBR moylovchi materialidan foydalanishdagi iqtisodiy samaradorlik 122 mln so'mni tashkil qiladi. Burg'ulash eritmaları uchun 100 ta quduqda MBR dan foydalanishdagi kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik 12,2 mlrd so'mni tashkil qiladi.

Ishlab chiqilgan samarador moylovchi material MBR va boshqa moylovchi materiallardan foydalanib olingan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining texnologik ko'rsatkichlari tadqiq qilindi va ularning qiyosiy tavsiflari keltirildi. (8 jadval).

8-jadval

Moylovchi materiallardan foydalanib olingan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining texnologik ko'rsatkichlari

Moylovchi material turlari	Og'irlashtirilgan burg'ulash eritmasining texnologik ko'rsatkichlari					
	Zichlik, g/sm ³	Shartli qovush qoqlik, s	Ishqalanish ko'effitsienti	Barqarorlik, g/sm ³	Tuzga chidamlilik, NaCl, %	Harorat bardoshlik, °C
Neft	1,75-2,15	65-72	0,16—0,18	0,10-0,15	10-15	100-130
Grafit	1,60-2,12	68-75	0,17-0,20	0,12-0,16	10-12	120-160
SMAD	1,80-2,12	60-66	0,15-0,17	0,10-0,12	14-16	120-140
MBR	1,85-2,20	64-70	0,12-0,16	0,06-0,11	15-20	150-180

Moylovchi materiallardan foydalanib barit va suv asosida ishlab chiqilgan og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining asosiy texnologik ko'rsatkichlari o'zaro qiyoslandi. Burg'ulash eritmalarining asosan ishqalanish ko'effitsiyenti, qovushqoqligi, zichligi, barqarorlihi, tuzga va haroratga chidamlilik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra moylovchi burg'ulash reagent (MBR)dan foydalanib olingan burg'ulash eritmasining ishqalanish ko'effitsiyenti 0,12-0,16 oralig'ida, barqarorligi 0,06-0,11, qovushqoqligi 64-70 s, zichligi 1,85-2,20 g/sm³, tuzga chidamliligi 15-20% NaCl miqdorigacha hamda 150-180°C harortga bardoshligi aniqlandi. Yuqorida keltirilgan kattaliklardan ko'rinib turibdiki ishlab chiqilgan moylovchi burg'ulash reagent (MBR) barcha ko'rsatkichlari mavjud moylovchi materiallar ko'rsatkichlaridan yuqori hamda yuqori minerallasgan qatlam suvlaridan foydalanib gil, argillit va tuz qatlamli neft va gaz quduqlarini burg'ulashda foydalanish mumkin.

XULOSA

1. Neft, ishlatilgan motor moylari, neft shlami, paxta yog'i ishlab chiqarish qattiq chiqindisi va boshqa mahalliy xomashyolar asosida burg'ulash eritmalari uchun samarador moylovchi materiallarning bir qator seriyalari ilmiy yondashuvlarga asoslangan holda yaratish usuli ishlab chiqildi;

2. Ishlab chiqilgan moylovchi materiallar va og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish imkonini beradigan organik va mineral ingrediylarning burg'ulash eritmalarining texnologik ko'rsatkichlariga ta'sir etish xususiyatlari o'rganildi;

3. Og'irlashtiruvchi materiallarning turi, tarkibi va miqdorini va xususiyatini hisobga olib moylovchi materiallardan foydalanib og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy xususiyatlari va texnologik ko'rsatkichlarini boshqarish mumkinligi ko'rsatildi;

4. Neft-gaz quduqlarini burg'ulashda burg'ulash eritmasining barqarorligini, texnologik ko'rsatkichlarini talab qilingan me'yorlarini ta'minlaydigan moylovchi materiallarning maqbul tarkiblari ishlab chiqildi va har xil og'irlashtiruvchi materiallardan foydalanib ular asosida og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish tavsiya etildi;

5. Neftni qayta ishlash zavodi chiqindisi-neft shlami, neft, ishlatilgan motor moylari paxta yog'i ishlab chiqarish chiqindisi-gossipol qatroni, va boshqa ingrediylar asosida samarador moylovchi materiallarning bir qancha markalarini MBR-1, MBR-2, MBR-3 va MBR-4 ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi;

6. Moylovchi materiallarni burg'ulash jarayonida ishlatilganda burg'ulash eritmalarining moylash xususiyati, barqarorligi, yuqori haroratga va tuzga chidamlilik xossalari namoyon bo'lishi amaliy tajribalar bilan isbotlandi.

7. Neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun samarador moylovchi materiallardan foydalanib og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalarini olish texnologiyasi ishlab chiqildi;

8. Yaratilgan moylovchi materiallar va ular asosidagi burg'ulash eritmalarining texnologik ko'rsatkichlari «Neft va gaz quduqlarini sinash» AJda, «Epsilon Development Company» XK MChJda, «Farg'onaNQIZ» MChJda, «Koson NGQE» MChJda hamda «Qo'qon NGPI» AJlarda laboratoriyalarda va sanoat ishlab chiqarish sinovdan o'tkazildi hamda amaliyotga joriy qilindi;

9. Neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun ishlab chiqilgan moylovchi materiallar va ular asosidagi og'irlashtirilgan burg'ulash eritmalariga me'yoriy-texnik hujjatlar yaratildi.

10. Ishlab chiqarish sharoitidagi tajriba-sinovlar shuni ko'rsatadiki neft-gaz quduqlarini burg'ulashda foydalanilgan moylovchi materiallar va ular asosidagi burg'ulash eritmalaridan foydalanish natijasida burg'ulash eritmasining barcha texnologik hamda barqarorlik xususiyatini oshirishga erishildi. «Koson NGQE» MChJ ga qarashli Kultak 2-qudug'ida moylovchi materialdan foydalanishdagi iqtisodiy samaradorlik yiliga 122 mln so'mni (2024 y.) tashkil

qildi. Burg'ulash eritmalari uchun 100 ta quduqda MBR dan foydalanishdagi kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik 12,2 mlrd so'mni tashkil qiladi.

11. Yuqorida keltirilgan tadqiqot natijalaridan ko'rinib turibdiki ishlab chiqilgan moylovchi burg'ulash reagent (MBR) barcha ko'rsatkichlari mavjud moylovchi materiallar ko'rsatkichlaridan yuqori hamda yuqori minerallasgan qatlam suvlaridan foydalanib gil, argillit va tuz qatlamli neft va gaz quduqlarini burg'ulashda foydalanish mumkinligi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ**

**АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

КОБИЛОВ НОДИРБЕК СОБИРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СМАЗЫВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И
УТЯЖЕЛЕННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ БУРЕНИЯ
НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

Специальность 02.00.08 – Химия и технология нефти и газа

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2025

Тема докторской диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии и Министерстве Высшего Образования, науки и Инновации Республики Узбекистан за 024.1.DSc/Г737

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tkti.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу (www.ziynet.uz).

Научный консультант:

Хамидов Босит Набиевич
доктор технических наук., профессор

Официальные оппоненты:

Юнусов Мирахмад Пулатович
доктор технических наук., профессор

Юлдашев Ташмурза Рахмонович
доктор технических наук., профессор

Сайдахмедов Элёр Эгамбердиевич
доктор технических наук., профессор

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится «18» 01 2025 г. в «9» часов на заседании научного совета DSc. 03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-21; факс: (99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 850 с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100011), г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20.

Автореферат диссертации разослан «18» 12 2024 года.
(протокол рассылки № 489 от «18» 12 2024 г.)



[Handwritten signature]

С.М. Туробжонов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., академик

[Handwritten signature]

Х.И. Кадилов
Учёный секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

[Handwritten signature]

Г.Р. Рахмонбердиев
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Развитие нефтегазовой отрасли тесно связано с производством качественных смазочных материалов, переработкой отходов нефтепродуктов, качественным и безопасным бурением нефтяных и газовых скважин. Во всем мире в настоящее время при бурении и вскрытии нефтяных и газовых пластов производится более 100 видов смазочных материалов, открываются новые эффективные виды. Смазочные материалы играют важную роль в увеличении срока службы и скорости бурения оборудования для бурения нефтяных и газовых скважин. Эффективные смазочные материалы позволяют предотвратить различные аварии, возникающие в процессе бурения нефтяных и газовых скважин, и повысить качество буровых работ.

Разработка новых эффективных видов смазочных материалов, продлевающих срок службы бурового оборудования при бурении нефтяных и газовых скважин, а также создание устойчивых утяжеленных буровых растворов, а также их применение при бурении нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях являются одной из важных задач. В связи с этим особое внимание уделяется ускорению и апробации низкотехнологических технологий получения эффективных смазок с использованием доступных и дешевых вторичных продуктов промышленности для бурения нефтяных и газовых скважин, производства стабильных утяжеленных буровых растворов из минеральных пластовых вод, позволяющие снизить энергопотребление.

В республике за последние годы проведены определенные работы по развитию нефтегазовой отрасли. При производстве высокоэффективных технологий производства продукции, имеющих научную основу, применяются разработки по разработке новых материалов для бурения нефтяных и газовых скважин с использованием местного сырья и вторичных продуктов. Однако, несмотря на то, что в нашей республике имеется достаточное количество местного сырья для производства смазочных материалов для производства стабильных буровых растворов, используемых при бурении нефтяных и газовых скважин, смазочные материалы, используемые при бурении нефтяных и газовых скважин в засоленных, пластах высокого давления и области высоких температур не могут достаточно отвечать современным требованиям.

Стратегия развития нового Узбекистана определяет важные задачи «поднятия промышленности на новый уровень качества, глубокой переработки сырья, ускорения производства готовой продукции, освоения новых видов продукции и технологий»¹. Эти задачи, в свою очередь, требуют проведения научных исследований в области разработки смазочных материалов и стабильных буровых растворов, обеспечивающих

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

эффективность бурения нефтяных и газовых скважин за счет переработки местного сырья и отходов производства.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в постановлениях Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», ПП-4302 от 1 мая 2019 года «О мерах по дальнейшему развитию промышленной кооперации и расширению производства востребованной продукции», от 21 апреля 2017 года № ПП-2916 «О мерах по кардинальному совершенствованию и развитию системы обращения с отходами на 2017 - 2021 годы» от 9 июля 2019 года № ПП-4388 «О мерах по стабильному обеспечению экономики и населения энергоресурсами, финансовому оздоровлению и совершенствованию системы управления нефтегазовой отраслью», № ПП-309 от 7 июля 2022 года «О мерах по созданию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли» а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики Узбекистан VII «Химическая технология и нанотехнология».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации².

Научные работы, направленные на улучшение добычи нефти и газа путем получения смазочных материалов для бурения нефтяных и газовых скважин и использования их в буровых растворах, проводятся в ведущих научных центрах мира и высших учебных заведениях, в том числе в в Американском нефтяном институте (США), Университет науки и технологий Миссури и Институт горного дела и технологий Нью-Мексико, Империяльский колледж Лондона и Университет Херриот-Уотт (Великобритания), Национальный научно-исследовательский институт нефти и газа (Польша), Альборгский университет (Дания), Норвежский университет науки технологии (Норвегии), Московский институт нефти и газа имени Губкина и Тюменский институт нефти и газа (Россия), Институт общей и неорганической химии АНРУз, Узбекский научно-исследовательский институт химии и фармацевтики, Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова и Ташкентском химико-технологическом институте (Узбекистан).

На основе использования утяжеленных буровых растворов с высокостабильными смазочными свойствами при бурении нефтяных и газовых скважин повышение эффективности бурения за счет контроля технологических свойств растворов, модификации реагентов и обоснования механизма влияния компонентов смазочных материалов по смазочным

² Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. www.api.org, www.stanford.edu, www.utexas.edu, www.mst.edu, www.uh.edu, www.nmt.edu, www.acbpt.com, www.imperial.ac.uk, www.inig.pl, www.ntnu.edu, www.gubkin.ru, www.togi.ru, www.english.upc.edu.cn, www.en.cug.edu.cn, www.iipe.ac.in, www.kfupm.edu.sa, www.teqsa.gov.au, www.put.ac.ir, www.ionx.uz, www.tdtu.uz, www.tkti.uz.

свойствам получены научные и практические результаты: разработана система контроля физико-химических и технологических показателей буровых растворов Американский нефтяной институт (США), Китайский нефтяной университет (Китай), созданы эффективные химические реагенты и смазки для буровых растворов Американский и Канадский институт нефти (Канада) и Лондонский империльный колледж и херриот Ватт университет, (Великобритания), разработана научная основа выбора смазочных материалов, основанное на механизме влияния компонентов на смазочные свойства композиции Национальным научно-исследовательским институтом нефти и газа (Польша), Университут Альборг (Дания), разработан состав эффективных смазочных материалов и утяжеленные буровые растворы при бурении скважин Норвежским университетом науки и технологий (Норвегия), Московским институтом нефти и газа имени Губкина (Россия) и Институтом общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан (Узбекистан).

В мире проводится ряд исследований по ускорению процессов бурения природных нефтяных и газовых скважин, повышению его эффективности, в том числе по следующим приоритетным направлениям: доступность и дешевизна вторичной промышленности по получению химических реагентов для использования в солевых растворах, в пластах высокого давления и высокотемпературных зонах с применением продуктов, обогащением состава стабильных смазочных материалов активными присадками, определением факторов получения стабильных утяжеленных буровых растворов из минеральных пластовых вод и оптимизацией условий.

Степень изученности проблемы. Научно-исследовательские работы по разработке смазочных материалов и химических реагентов для нефтегазовой отрасли велись мировыми учеными как Ребиндер Петр Александрович, Ангелопуло О.К., Джордж Грей, Паул Скал, А.И. Булатов, Овчинников В.П. Э.Г.Кистер, В.Н. Глущенко, В.М. Школьников, Дина Кания, Робиа Юнус, Розита Омар, Сурая Абдул Рашид, Ф.Б. Гроукок, Бадрул Мохамад Ян, А.Р. Рис, Г.В. Грин, М.Д. Раффин, Б. Де Вулф, Цзинъюань Ма, Цзюньцзе Ху, Шаосун Пан, Вэй Чжоу, Бору Ся, Р.С. Ахмадеев, Г.Д. Дедусенко, С.Ю. Жуховиский, Л.К. Мискарли, И.М. Тимохин., В.Д. Городнов, Н.Ф. Семенко, В.М. Капустин, И.Д. Фридман, И.Н. Резниченко, М.М. Гайдаров, К.С. Ахмедов, Ю.Д. Мамаджанов, С.С. Негматов, А.К. Рахимов, Г. Рахмонбердиев, М.П. Юнусов, Б.Н. Хамидов, С.М. Туробжонов, С. Абдурахимов, Ш.М. Саидахмедов, Ю.К. Рахимов, Ш. Умедов, Н. Ёдгоров, К.С. Негматова, Т.Р. Юлдашев и другие.

Разработаны теоретические основы применения буровых растворов для условий эксплуатации с высокостабильными смазочными свойствами в буровых скважинах, созданы системы управления технологическими свойствами буровых растворов, проведены научные исследования по модификации буровых реагентов.

Одновременно получают химические реагенты, выполняющие определенную функцию при бурении, доказывают механизм влияния

компонентов на смазочные свойства буровых растворов на основе эффективных смазывающих материалов, контролируют физико-химические и технологические показатели утяжеленных буровых растворов, а также ведутся работы по совершенствованию системы.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ в рамках практического проекта ФА-А13-Т147 Института Общая и неорганическая химия Академии наук Республики Узбекистан «Разработка технологий производства смазочных материалов на основе остаточной доли перегонки нефти и ГК сырья».

Цель исследования. Разработка эффективных смазочных материалов и утяжеленных буровых растворов для бурения нефтяных и газовых скважин на основе местного сырья и отходов производства.

Задачи исследования:

научное обоснование технологической и экономической целесообразности разработки эффективных смазочных материалов для бурения нефтяных и газовых скважин на основе местного сырья и отходов производства;

изучение физико-химических свойств местного сырья, отходов производства и ингредиентов, используемых при производстве смазочных материалов и буровых растворов;

определение закономерностей изменения физико-химических и технологических свойств разрабатываемых смазочных материалов и утяжелённых буровых растворов в зависимости от состава и количества органо-минеральных ингредиентов;

исследование физико-химических и технологических свойств разработанных смазок, разработка новых составов и технологии смазок и утяжелённых буровых растворов на их основе;

проведение производственных испытаний разработанных смазочных материалов и утяжеленных буровых растворов на их основе на предприятиях нефтегазовой отрасли;

определение технико-экономической эффективности смазочных материалов, созданных для использования при бурении нефтяных и газовых скважин, и утяжеленных буровых растворов на их основе и дать рекомендации для производства.

Объект исследования - нефть, нефтешламы, отработанное моторное масло, госсиполовая смола, каустическая и кальцинированная сода, На-карбоксиметилцеллюлоза, вода, бентонит, красная глина, барит, гематит, окалина, мраморный порошок, доломит и утяжелённые буровые растворы.

Предмет исследования - определение закономерностей изменения физико-химических и технологических свойств нефтегазовых буровых растворов на основе местного сырья и отходов производства, эффективных смазочных материалов и их утяжеленных буровых растворов в зависимости от типа, природы и количество ингредиентов.

Методы исследования. В диссертации использованы современные физико-химические, химические, статистические и технологические методы исследования (ИК-спектроскопия, газожидкостная хроматография, рамановская спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия и элементный анализ) и современные компьютерные программы.

Научная новизна его исследований заключается в следующем:

определен состав эффективных смазывающих материалов для бурения нефтяных и газовых скважин со сниженным в 1,2-1,3 раза коэффициентом трения на основе нефти, отработанного моторного масла, госсиполовой смолы и нефтешламов;

обосновано изменение вязкости, водоотдачи, статического напряжения сдвига и устойчивости технологических свойств тяжелых буровых растворов в зависимости от природы, строения, количества и состава органо-минеральных ингредиентов;

определен состав утяжеленных буровых растворов с высокими смазывающими свойствами и повышенной стабильностью в 1,20-1,25 раза,;

обоснован контроль технологических свойств буровых растворов с высокими смазочными свойствами на выборе типа, количества и природы утяжелителей;

доказано, что использование смазочных материалов в процессах бурения повышает устойчивость бурового раствора к соленым и высоким температурам;

разработана технология получения смазочных материалов с высокими трибологическими свойствами для буровых растворов на основе местного сырья и отходов производства;

разработана технология производства утяжеленных буровых растворов на основе разработанных эффективных смазочных материалов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные параметры производства эффективных смазок для бурения нефтяных и газовых скважин на основе нефтешламов, отработанного моторного масла, госсиполовой смолы, каустической и кальцинированной соды, Na-карбоксиметилцеллюлозы, воды, бентонита, красной глины, барита;

разработана технология получения эффективных смазывающих материалов МБР-1, МБР-2, МБР-3 и МБР-4 для бурения нефтяных и газовых скважин;

созданы оптимальные составы стабильных утяжеленных буровых растворов с высокими смазочными свойствами на основе эффективных смазочных материалов для бурения нефтяных и газовых скважин;

усовершенствована технология бурения нефтяных и газовых скважин с применением стабильных утяжеленных буровых растворов.

Достоверность полученных результатов Достоверность экспериментальных данных, взаимодействия теоретических и результаты экспериментальных исследований объясняются пропорциональностью статистической обработки использования современных физико-химических

методов газовой хроматографии, ИК- и масс-спектрологии, трибологии, анализа вязкости, стабильности, статического напряжения сдвига, современной теорией кинетики процессов и термодинамики.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что обоснованы на научной основе физико-химических и технологических особенностях производства смазок для утяжелённых буровых растворов с использованием местного сырья и отходов производства, органических и минеральных ингредиентов, их количества, состава, химической природы, состава и типа ингредиентов, а также технологических показателей буровых растворов;

- практическая значимость исследований заключается в разработке и получении эффективных смазочных материалов для производства утяжелённых буровых растворов, обеспечивающих стабильность бурового раствора за счет седиментационной устойчивости при бурении нефтяных и газовых скважин. Благодаря своей структуре и составу высокие смазочные и трибологические свойства улучшаются в 1,2-1,3 раза. Это, в свою очередь, увеличивает механическую скорость бурения.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов при разработке эффективных смазывающих материалов и утяжелённых буровых растворов для бурения нефтяных и газовых скважин на основе местного сырья и отходов производства:

включена в «Перспективный план развития на 2025-2030 годы» ИП ООО «SANEG» технология производства эффективных смазочных материалов для бурения нефтяных и газовых скважин (справка ИП ООО «SANEG » от 24 июня 2024 года УСХ № 015-0084-1741-2024). В результате местные смазочные материалы позволили производить МБР-1, МБР-2, МБР-3, МБР-4;

включена в «Перспективный план развития на 2025-2030 годы» ИП ООО « SANEG » технология производства утяжелённых буровых растворов с высокими смазочными свойствами для бурения нефтяных и газовых скважин (справка ИП ООО «SANEG » от 24 июня 2024 года УСХ № 015-0084-1741-2024). В результате это позволило локализовать утяжелённые буровые растворы с высокостабильными физико-химическими свойствами;

включена в «Перспективный план развития на 2025-2030 годы» ООО «SANEG » технология производства утяжелённых буровых растворов с высокими смазочными свойствами для бурения нефтяных и газовых скважин (справка ИП ООО «SANEG » от 24 июня 2024 года УСХ № 015-0084-1741-2024). В результате удалось получить утяжелённые буровые растворы с улучшенными технологическими и трибологическими свойствами.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований были апробированы в виде докладов на 8 международных и 6 республиканских научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 38 научных работ, в научных изданиях, рекомендованных

ВАК Узбекистана для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, опубликовано 15 статей, из них 5 в республиканских и 10 зарубежных журналах, 21 тезисов в международных и республиканских сборниках конференций, а также 2 монографии.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 167 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость исследования, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования, показывается совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследования, выявлена научная и практическая значимость полученных результатов, представлены результаты исследования, внедрения, опубликованные работы и информация о структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Современное состояние смазывающих материалов, химических реагентов и утяжеленных буровых растворов для бурения нефтегазовых скважин» описаны смазочные материалы, применяемые при бурении нефтяных и газовых скважин, химические реагенты для получения утяжелённых буровых растворов и их классы, утяжелители, виды материалов, разработанных за последние годы, современное состояние литературных источников, анализ патентных данных.

На основе проанализированной литературы определена цель данной диссертационной работы, процессов, протекающих в высокосмазывающих буровых растворах с присутствием активных смазок и загустителей и других химических реагентов, разработано новое научно-техническое и научно-методическое решение процессов изменения свойств и структуры разработанных смазывающих материалов и загустителей.

Во второй главе диссертации «Выбор и обоснование объекта и методики исследования» описан и обоснован выбор объектов для экспериментальных исследований. Представлены методы исследования физико-химических и технологических свойств смазывающих материалов для бурения нефтяных и газовых скважин, утяжеленных буровых растворов и разработки буровых растворов с высокими смазочными свойствами.

В третьей главе диссертации «Изучение физико-химических свойств органических ингредиентов на основе местного сырья и отходов производства для разработки смазочных материалов и буровых растворов» рассмотрены физико-химические свойства местного сырья и отходов производства, представлены органоминеральные ингредиенты и смазки, а также результаты экспериментальных исследований.

С целью разработки эффективного смазочного материала (МБР) были исследованы физико-химические свойства материалов, выбранных из

доступного сырья и отходов производства, органо-минеральных ингредиентов.

Физико-химические, хромато-масс-спектрометрические и ИК-спектрометрические исследования показывают, что смазочный материал содержит до 25-55 % нефтепродуктов, до 25 % госсиполовой смолы, удельный вес 1,05 г/см³, условная вязкость 5 %ного раствора равно 22 сек, водородный индекс 5% раствора равен 9, цвет - темно-коричневый, густая текучая жидкость, отработанные нефтешламы ООО "Ферганского НПЗ", отработанные моторные масла, кальцинированная сода, каустическая сода и воды.

Изучены состав и физико-химические свойства ингредиентов. Основные показатели качества нефтешламов и отработанного моторного масла определялись по необходимым ГОСТам и результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Качественные показатели нефтешлама и отработанное моторное масло

Показатели	Метод	Нефтешлам	Отработанное моторное масло
Вид	Визуальный	Темный, густой	Темный вязкий
Плотность, при 20 ⁰ С, г/см ³	ГОСТ 3900	0,98	0,92
Кинематическая вязкость, t ₊₅₀ , мм ² /с	ГОСТ 33-82	-	45,1
Плотность обезвоженного, г/см ³	ГОСТ 3900	0,92	0,93
Содержание воды, %	ГОСТ 2477	25-30	0,5-1
Содержание серы, %	ГОСТ 1437	1,23	-
Содержание механических примесей, %	ГОСТ 6370	3,6	0,62
Содержание хлористых солей, мг/дм ³	ГОСТ 21534	360	-
Содержание асфалтенов, %	ГОСТ 11858	5,82	-
Содержание смол силикагелевых, %	ГОСТ 11858	17,02	-
Температура вспышки, С	ГОСТ 4333	+160	+195
Содержание парафина, %	ГОСТ 11858	8,0	

Для разработки смазочных материалов (МБР) используют нефтешламы, очищенные от воды и механических частиц.

Изучены физико-химические свойства минеральных загустителей как красная глина, мраморный порошок, доломит, окалина, барит и гематит.

В данной главе представлены сравнительные относительные размеры результатов исследования физико-химических свойств компонентов органоминерального сырья, используемых для утяжеления буровых

растворов. Исследования показывают, что исходная плотность гематита, окалина и барита, железосодержащих природных руд, полученных для испытания, составляет 4,40-4,60 г/см³, 4,30-4,50 г/см³, 3,85-4,15 г/см³, импортных утяжелителей баритового концентрата класса Б близок к ГОСТ 4682-84, плотность 4,0-4,2 г/см³, может использоваться в качестве утяжелителя при бурении нефтяных и газовых скважин. В связи с этим, учитывая запасы сырья, имеющиеся в Республике Узбекистан, они могут быть использованы в качестве утяжелителя для буровых растворов высокой плотности.

В четвертой главе диссертации «Исследование и разработка оптимального состава смазывающих материалов и утяжеленных буровых растворов с использованием органоминеральных ингредиентов» представлены исследования по разработке эффективных смазочных материалов на основе местного сырья и отходов производства и разработке оптимального состава утяжеленных буровых растворов с их использованием. Также описаны результаты исследования влияния органоминеральных загустителей на физико-химические и технологические свойства буровых растворов. Изучены основные характеристики нефтяных, СМАД-1, графитовых и разработанных смазочных материалов (МБР), используемых в настоящее время при бурении нефтяных и газовых скважин, результаты которых представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные физико-химические свойства смазочных материалов

Показатели	Нефть	СМАД-1	Графит	МБР-1	МБР-2	МБР-3	МБР-4
Вид	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-серый порошок	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый
Плотность, г/см ³	0,88	0,9	2,26	1,03	1,07	1,05	1,06
Вязкость, t _{50C} , мм ² /с	41	45	-	48	67	49	73
Водородный показатель, рН	6	6,5	6-7	8-9	8-9	8-9	8-9
Температура воспламенения, °С	110	65	-	220	225	240	250
Количество механических примесей, %	0,79	0,15	0,35	0,91	0,96	0,84	0,87

Для разработки эффективных смазочных материалов (МБР) и буровых растворов с повышенной смазывающей способностью отобрано сырье, отходы производства и загустители. Основными показателями буровых растворов, утяжеленных с использованием органо-минеральных ингредиентов, являются плотность, вязкость, индекс фильтрации,

статическое напряжение сдвига, стабильность, смазывающая способность, электрические свойства, исследованы стабильность, седиментация и водородный показатель.

Поэтому в результате экспериментов нами подобран новый модульный состав смазочных материалов, состоящий из 25-30 массовых частей госсиполовой смолы и 30-55 массовых частей нефти или отработанного моторного масла и нефтешламов, а также 5-10% щелочей и воды.

Изучено влияние смазочных материалов на вязкость, водоотдачу и водородный показатель бурового раствора (API RP 13B-1:2019³, ГОСТ 33213-2014 (ISO 10414-1:2008)⁴, ГОСТ 33697-2015 (ISO 10414-2:2011)⁵ и его результаты представлены на рис. При исследовании физико-химических свойств разработанных смазок и технологических показателей утяжелённых буровых растворов использованы вышеупомянутые смазочные материалы (МБР), нефть, пластовая вода, барит, красная глина, использовали мраморный порошок, доломит, окалин и гематит, а затем исследовали влияние выбранных реагентов на физико-химические свойства буровых растворов на основе МБР (рис. 1.)

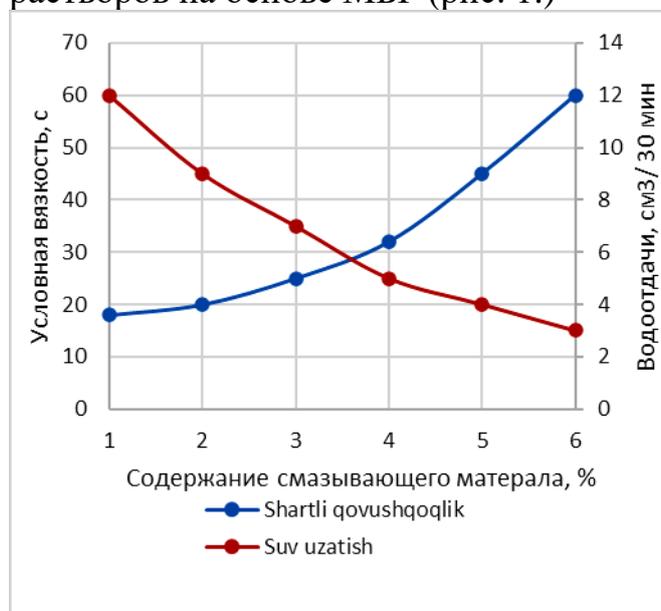


Рис.1. Зависимость количества смазки от вязкости бурового раствора и водоотдачи.

Смазочные материалы не только снижают коэффициент трения, но и улучшают стабильность, реологические, фильтрационные и водородные характеристики бурового раствора. Количество смазок в буровом растворе от 1 до 6% повышает водородный показатель до 9 и позволяет снизить водоотдачи до 3-4.

За счет увеличения количества смазочного материала (МБР) улучшается смазывающая способность бурового раствора, в результате снижается значение коэффициента трения. Увеличение количества смазок с 1 до 6 % позволяет снизить коэффициент трения с 0,16 до 0,03 с МБР, с нефтью 0,06, с СМАДом 0,04 и с графитом 0,08 соответственно. Из приведенного соотношения можно сделать вывод, что буровой раствор, полученный МБР, показывает высокую эффективность по своему составу, т.е. содержащаяся в нем госсиполовая смола, водорастворимые жирные кислоты и отработанные моторные масла, на твердой фазы в результате

³ API RP 13B-1:2019 Field Testing Water-based Drilling Fluids.

⁴ ГОСТ 33213-2014 (ISO 10414-1:2008) Межгосударственный стандарт контроль параметров буровых растворов в промысловых условиях растворы на водной основе.

⁵ ГОСТ 33697-2015 (ISO 10414-2:2011) Межгосударственный стандарт контроль параметров буровых растворов в промысловых условиях растворы на углеводородной основе.

действия щелочей образуют на поверхности гладкую пленку, что приводит к высокой эффективности смазки во всей системе раствора (рис.2). Закономерности изменения электрической устойчивости нефтяных эмульсий в буровом растворе, полученных на основе смазочного материала (МБР), представлены на рисунках 3 и 4.

Увеличение количества смазочного материала с 1 до 6 % позволяет повысить электрическую стабильность нефтяной эмульсии в буровом растворе со 150 В до 440 В и 550 В. Видно, что при добавлении утяжелителя барита от 10 до 30 % в буровой раствор при нормальной электрической стабильности нефтяной эмульсии его значение снижается до 140-150 В.

Изучено влияние утяжелителей на реологические и технологические параметры разработанного высокосмазывающего бурового раствора с высокими смазывающими свойствами.

По данным проведенных экспериментальных исследований, в буровых растворах, полученных на основе смазочных материалов, увеличивается количество красной глины до 35 %, мраморного порошка до 45 %, доломита до 55 %, барит и окалина до 70 % соответственно увеличивается плотности буровой раствор. При этом условная вязкость раствора находится в пределах 70-80 с, 72-81 с, 75-84 с, 74-85 с, 73-86 с. Статическое напряжение сдвига (СНС) через 10 минут составляет 25–32 мг/см², 30–42 мг/см², 31–44 мг/см², 34–48 мг/см² и 36–49 мг/см² соответственно при увеличении количества отвердителя. Водопроницаемый показатель раствора находится в пределах 3-4 см³ за 30 минут, а водородный показатель - в пределах 9-10.

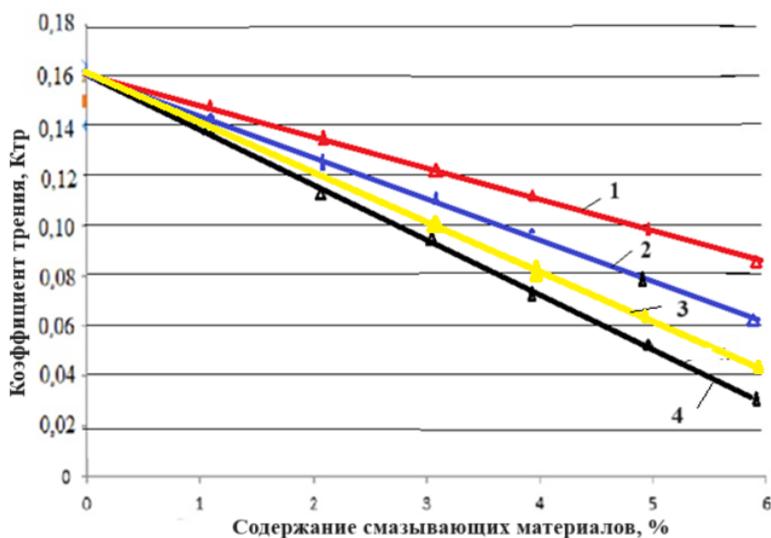


Рис. 2. Зависимость коэффициент трения от содержание смазывающего материала. Где 1- графит, 2- нефтяной, 3-СМАД, 4- МБР.

По результатам экспериментальных исследований можно сделать вывод, что плотность смазок и загустителей на основе фосфогипса, красной глины, карбонатно-полимерного шлама, мраморного порошка, доломита, барита, окалина и гематита составляет 1,38 г/см³, 1,42 г/см³, 1,054 г/см³, 1,60 г/см³, 1,71 г/см³, 2,16 г/см³, 2,25 г/см³ и 2,41 г/см³ могут быть использованы при производстве утяжеленных буровых растворов с нормальной вязкости.

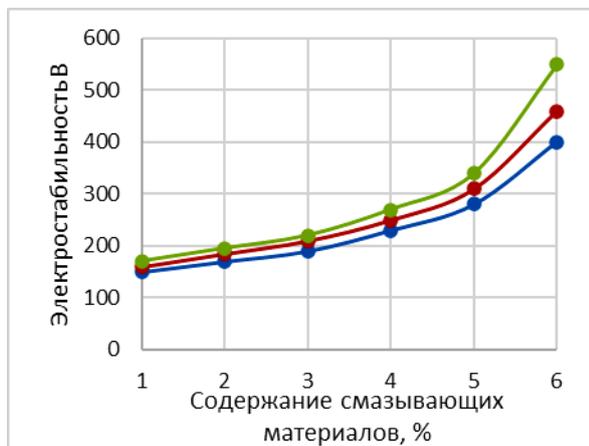


Рис 3. Зависимость электрической стабильности нефтяной эмульсии от содержание смазывающего материала.

— с графитом — с нефти — с МБР

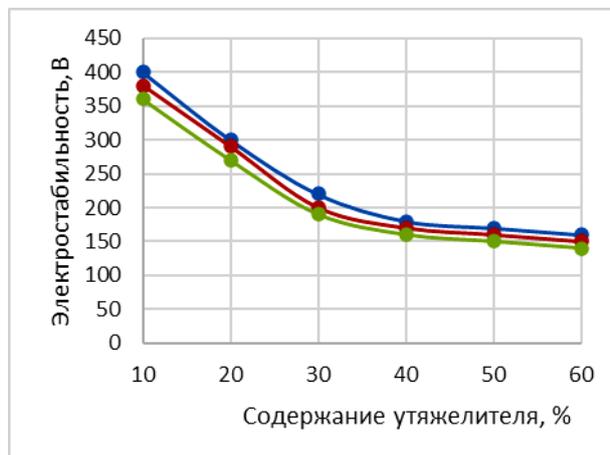


Рис 4. Зависимость электрической стабильности нефтяной эмульсии от содержания утяжелителя.

— МБР — с нефти — с графитом

Ниже представлены результаты исследования зависимости вязкости бурового раствора на основе смазок и различных загустителей от их плотности (рис. 5).

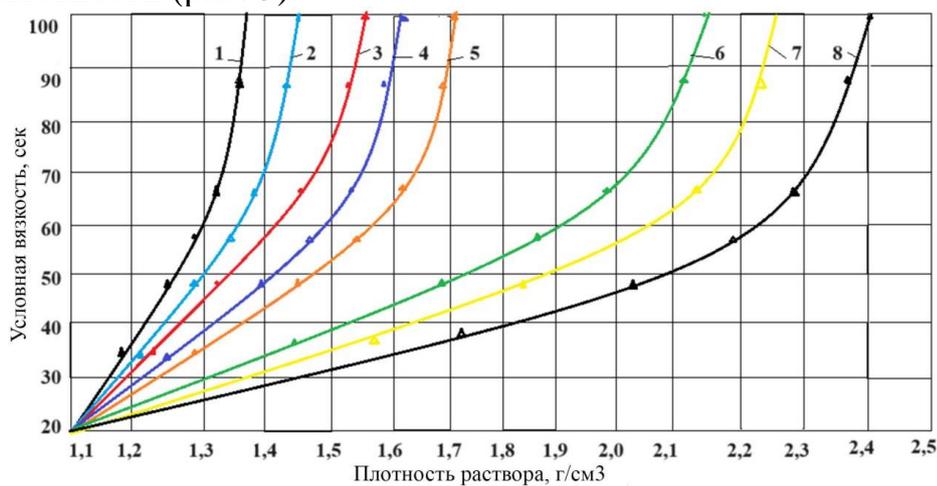


Рис. 5. Зависимость вязкости бурового раствора, полученного на основе смазочного материала от плотности.

- 1-фосфогипс;
- 2-красная глина,
- 3-карбонатно полимерный шлам,
- 4-мраморная мука;
- 5-доломит;
- 6-барит;
- 7-окалина;
- 8-гематит.

Как видно из рисунка 5, управлять требуемыми плотностными и вязкостными свойствами буровых растворов, полученных на основе смазочного материала (МБР), можно путем использования различных утяжелителей.

Приведена зависимость количества смазочного материала (МБР) от стабильности буровых растворов, утяжеленных различными утяжелителями.

Увеличение количества смазки (МБР) с 1% до 7% повысило стабильность бурового раствора до 0,04 г/см³ с графитом, 0,03 г/см³ с маслом и 0,017 г/см³ с МБР соответственно. Чем ниже индекс стабильности раствора, тем эффективнее используемая смазка (рис. 6).

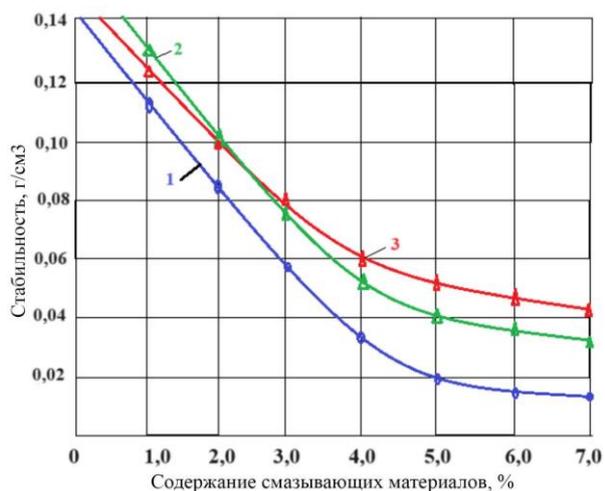


Рис. 6. Зависимость стабильности утяжеленных буровых растворов от содержания смазывающих материалов: 1-барит; 2-окалина; 3-гематит

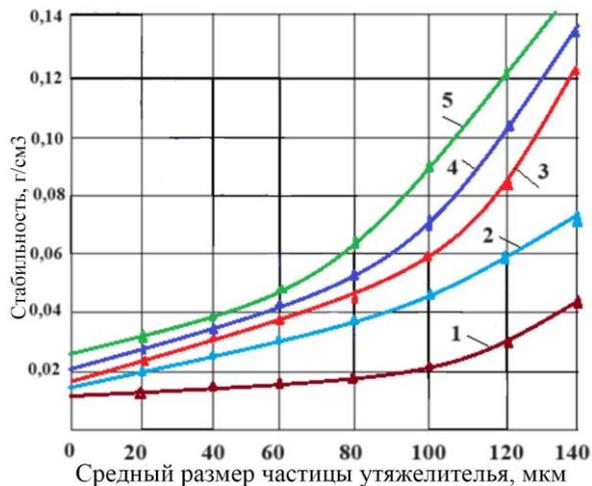


Рис. 7. Зависимость стабильности буровых растворов от среднего размера части утяжелителя: 1-красная глина, 2-доломит, 3-барит, 4-окалин, 5-гематит.

Представлена зависимость показателя стабильности бурового раствора, полученного на основе смазочного материала (МБР), от размера утяжелителей. Дисперсия твердых фаз оказывает большое влияние на процесс стабильности буровых растворов, уменьшение размера частиц до 10 мкм снижает показатель стабильности до 0,01 г/см³. Исследования показывают, что для обеспечения стабильности утяжеленных буровых растворов размер частиц утяжелителя должен находиться в пределах 10-40 мкм. Тогда максимальное значение требуемого показателя стабильности бурового раствора составляет 0,06 г/см³ (Рис. 7).

По результатам проведенных исследований разработаны эффективные смазочные материалы и утяжеленные буровые растворы с использованием барита, проанализированы их состав и технологические показатели. Результаты исследования представлены в таблицах 1-6. Использование смазок на основе минеральной воды и барита позволяет получать утяжеленные буровые растворы плотностью от 1,48 до 2,13 г/см³ и скоростью водоотдачи 3-4 см³/30 мин. Технологические показатели бурового раствора на основе бентонита (ПБГ) при количестве смазки в растворе 5%: плотность 1,10 г/см³, условная вязкость 23 с, водоотдача 3 см³/30 мин, водородный показатель pH-9, коэффициент трения 0,01, стабильность 0,005 г/см³.

Увеличение количества барита в буровом растворе от 50% до 200% позволяет повысить его плотность с 1,48 до 2,13 г/см³, условную вязкость с 23 до 94 с. При этом водородный показатель бурового раствора сохраняется на уровне 9, коэффициент трения - 0,010, толщина пробки увеличивается с 0,6 до 0,8 мм, а стабильность увеличивается до 0,05 г/см³ (табл. 3).

Таблица 3.

Технологические характеристики утяжеленного бурового раствора, полученного на основе смазки МБР, минеральной пластовой воды и барита

№	Состав бурового раствора			Технологические показатели						
	Исходный Раствор (Вода+Бентонит (ПБГ)+ Na ₂ CO ₃ + КМЦ)	МБР %	Барит, %	γ , г/см ³	T ₅₀₀ , с	В, см ³ /30 мин	К, мм	pH	K _{тp}	S г/см ³
1	Исходный Раствор (Вода+Бентонит (ПБГ)+ Na ₂ CO ₃ + КМЦ)	-	-	1,10	21	4	0,6	8	0,10	0,01
2	№1 Раствор	5	-	1,11	23	3	0,5	9	0,12	0,005
3	№1 Раствор	5	50	1,48	54	3	0,5	9	0,12	0,02
4	№1 Раствор	5	100	1,66	60	3	0,6	9	0,14	0,03
5	№1 Раствор	5	150	1,83	82	3	0,7	9	0,14	0,04
6	№1 Раствор	5	200	2,13	94	3	0,8	9	0,16	0,05

Разработаны новые составы буровых растворов на основе гематитового утяжелителя с применением смазочного материала (МБР) и проанализированы их технологические показатели. Новый состав буровых растворов на основе гематита и их технологические показатели представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Технологические характеристики утяжеленного бурового раствора, полученного на основе смазки МБР, минеральной пластовой воды и гематита

№	Состав бурового раствора			Технологические показатели						
	Исходный Раствор (Вода+Бентонит (ПБГ)+КМЦ)	МБР %	Гематит, %	γ , г/см ³	T ₅₀₀ , с	В, см ³ /30 мин	К, мм	pH	K _{тp}	S г/см ³
1	Исходный Раствор (Вода+Бентонит (ПБГ)+КМЦ)	-	-	1,10	21	4	0,6	9	0,10	0,01
2	№1 Раствор	5	50	1,49	52	3	0,5	9	0,10	0,02
3	№1 Раствор	5	100	1,67	57	3	0,6	9	0,12	0,03
4	№1 Раствор	5	150	1,84	65	3	0,7	9	0,12	0,04
5	№1 Раствор	5	200	2,18	78	3	0,8	9	0,14	0,05
6	№1 Раствор	5	250	2,35	91	3	0,8	9	0,16	0,06

Использование смазочного материала (МБР), минеральной пластовой воды и гематита позволяет получать утяжеленные буровые растворы плотностью до 2,35 г/см³ и водоотдачи 3-4 см³/30 мин. Увеличение количества гематита в буровом растворе с 50% до 250% позволяет повысить его плотность с 1,49 до 2,35 г/см³, условную вязкость с 21 до 91 с. При этом

водородный показатель бурового раствора поддерживается на уровне 9, коэффициент трения - 0,010, толщина корки увеличивается с 0,6 до 0,8 мм, а стабильность увеличивается до 0,06 г/см³.

Результаты исследования солестойкости бурового раствора, полученного на основе смазочного материала, представлены в таблице 5.

С целью изучения солестойкости бурового раствора на основе смазочного материала (МБР) и барита были изучены его технологические параметры путем добавления в буровой раствор соли NaCl в количестве от 5 до 25 %. При добавлении соли в каждую пробу ее перемешивают в смесителе в течение 10-15 минут до полного растворения соли. Технологические параметры получаемого раствора (плотность, вязкость, водоотдача, толщина пробки, водородный индекс, коэффициент трения и устойчивость раствора) определяются согласно требованиям стандарта.

Таблица 5

Солестойкость смазочного материала и бурового раствора на основе барита

№	Состав Бурового Раствора			Технологические показатели						
	Исходный Раствор (Вода+Бентонит (ПБГ)+КМЦ+барит)	МБР %	NaCl %	γ , г/см ³	T ₅₀₀ , с	В, см ³ /30 мин	К, мм	pH	K _{тр}	S г/см ³
1	Исходный Раствор (Вода+Бентонит (ПБГ)+КМЦ+барит)			2,13	94	3	0,8	9	0,12	0,03
2	№1 Раствор	5		2,14	92	3	0,8	9	0,12	0,04
3	№1 Раствор	5	5	2,15	90	4	0,9	9	0,14	0,05
4	№1 Раствор	5	10	2,16	86	4	0,9	9	0,14	0,06
5	№1 Раствор	5	15	2,17	85	5	1,0	8	0,16	0,06
6	№1 Раствор	5	20	2,18	83	6	1,0	8	0,16	0,07
7	№1 Раствор	5	25							

Увеличение содержания NaCl в баритовом буровом растворе с 5% до 25% увеличивает его плотность с 2,14 до 2,18 г/см³ и снижает условную вязкость с 94 до 83 с, водоотдачу с 3 см³/30 мин до 6 см³/30 мин толщина корки увеличивается с 0,8 мм до 1,0 мм, водородный показатель раствора снижается до 9-8, коэффициент трения увеличивается с 0,01 до 0,12, устойчивость увеличивается с 0,03 до 0,07 г/см³. Изменение этих технологических показателей объясняется разрушительным действием соли на смазочный материал и макромолекулы в растворе. (Таблица 7).

С целью изучения солестойкости бурового раствора на основе смазочного материала (МБР) и гематита были изучены его технологические параметры путем добавления в буровой раствор соли NaCl в количестве от 5 до 25 %. Увеличение содержания NaCl в гематит-утяжеленном буровом растворе с 5% до 25% увеличивает его плотность с 2,35 до 2,40 г/см³ и снижает условную вязкость с 91 до 82 с, а водоотдача с 3 см³/30 мин увеличивается до 7 см³/30 мин, толщина корки увеличивается с 0,8 мм до 1,0

мм, водородный показатель раствора снижается до 9-8, коэффициент трения увеличивается с 0,01 до 0,14, его стабильность увеличивается от 0,04 до 0,07 г/см³. Изменение технологических показателей объясняется разрушительным действием солей на смазочный материал и полимеры в буровом растворе (табл. 6).

С учетом температуры в нефтяных и газовых скважинах изучено влияние температуры на технологические показатели бурового раствора, разработанного с использованием минеральной пластовой воды на основе смазочного материала и утяжелителя. Результаты исследования представлены в таблицы 7.

Таблица 6.

Солестойкость смазочного материала и бурового раствора на основе гематита

№	Состав бурового раствора			Технологические показатели						
	Исходный Раствор (Вода+Бентонит КМЦ+ гематит)	МБР, %	NaCl %	γ , г/см ³	T ₅₀₀ , с	V, см ³ /30 мин	K, мм	pH	K _{тр}	S г/см ³
1	Исходный Раствор (Вода+Бентонит КМЦ+ гематит)			2,35	91	3	0,8	9	0,10	0,04
2	№1 Раствор	5		2,36	90	3	0,8	9	0,10	0,05
3	№1 Раствор	5	5	2,37	88	4	0,9	9	0,12	0,05
4	№1 Раствор	5	10	2,38	87	5	0,8	9	0,12	0,06
5	№1 Раствор	5	15	2,39	85	6	1,0	8	0,14	0,06
6	№1 Раствор	5	20	2,40	82	7	1,0	8	0,14	0,07

Таблица 7.

Термостойкость смазывающего материала и бурового раствора на основе МБР и барита

№	Состав бурового раствора	Технологические показатели							
		γ , г/см ³	T ₅₀₀ , с	V, см ³ /30 мин	K, мм	pH	K _{тр}	S г/см ³	
1	Исходный Раствор (Вода+Бентонит(ПБГ)+ КМЦ+ МБР+Барит)								
2	№1 Раствор	2,13	94	3	0,8	9	0,12	0,03	
3	Нагрев №1 раствора 2 часа при 100 ⁰ С	2,13	89	6	1,0	9	0,12	0,04	
4	Нагрев №1 раствора 2 часа при 120 ⁰ С	2,13	86	6	1,0	9	0,12	0,05	
5	Нагрев №1 раствора 2 часа при 140 ⁰ С	2,13	83	6	1,0	9	0,14	0,06	
6	Нагрев №1 раствора 2 часа при 160 ⁰ С	2,13	78	7	1,0	9	0,14	0,07	

Технологические параметры бурового раствора на основе смазки (МБР) и барита, повышение температуры от 100⁰С до 160⁰С положительно влияет на индекс вязкости, фильтрацию и электрическую стабильность эмульсии (табл.7).

При этом вязкость раствора снижается с 94 до 78 с, то есть улучшается текучесть, но водоотдача снижается с 3 см³/30 мин до 7 см³/30 мин, устойчивость раствора увеличивается с 0,03 до 0,07 г/см³. Водородный индекс бурового раствора равен 9, а толщина корки увеличивается с 0,8 мм до 1 мм. Такое изменение технологических параметров бурового раствора происходит вследствие термоокислительной деструкции в растворе. Однако благодаря стабильности имеющихся в смазочном материале госсиполовой смолы и углеводородных соединений эти показатели сохраняют необходимые нормативные значения.

По результатам описанных выше научных исследований можно сделать вывод, что вновь разработанный новый смазочный материал при температуре 160⁰С и минерализации 25% NaCl имеет плотность от 1,49 до 2,18 г/см³, рН 8-9, вязкость 52-91 с, водоотдачи 3-7 см³/30 мин, толщину корки 0,5-1,0 мм, стабильность от 0,03 г/см³ до 0,08 г/см³, что позволяет получать утяжеленные буровые растворы на территории нашей Республики и целесообразно применять их при бурении солевых и глинистых пластов.

В пятой главе диссертации «Практические и экономические аспекты применения разработанных эффективных смазочных материалов и утяжеленных буровых растворов» рассмотрена технология получения смазочных материалов и тяжелых буровых растворов на основе местного сырья и отходов производства, результаты испытаний на производстве и их рассчитывается экономическая эффективность. Рассмотрены практические и экономические аспекты применения смазочных материалов и утяжеленных буровых растворов на их основе при бурении нефтяных и газовых скважин. Разработана и усовершенствована технологическая линия для организации производства МБР-1, МБР-2, МБР-3 и МБР-4, ряда видов смазочных материалов из местного сырья, органоминеральных ингредиентов и различных отходов производства.

На рисунке 8 представлена схема технологии производства смазочного бурового материала (МБР). На основе разработанной технологии произведен ряд эффективных смазочных материалов с использованием нефти, нефтешламов, отработанных моторных масел, госсиполовой смолы и дополнительных ингредиентов. Принцип работы технологии следующий. Нагретый до 70-80⁰С госсиполовая смола из 1-го резервуара заливают в 12-смеситель через 8-кран и 9-дозатор. В него через 8-кран и 9-дозатор добавляют щелочной раствор из емкости 2. После этого его перемешивают в 12-смесителе в течение 5-10 минут до образования однородной массы. Для перевода полученной массы в более порошкообразное состояние в нее из 6-емкости добавляют кальцинированную соду, снова перемешивают в 12-шнеке в течение 6-8 минут и направляют в 13-сушилку. Здесь его сушат до влажности 1-2%. Затем высушенную массу отправляют в измельчители 14 и

измельчают до 1-2 мм. Измельченную порошкообразную массу направляют на 15-сито. Просеянную и измельченную массу направляют в 16-реактор. При этом нефтешламы из 21-резервуара представляют собой щелочной раствор, смешивают с кальцинированной содой в течение 5-10 минут на шнеке, масло из резервуара 19 и моторное масло из резервуара 20 направляют в реактор 16. Массы, введенные в 16 реактор, перемешивают при температуре 50-60°C в течение 20-30 минут до образования однородной массы. Полученную смазку помещают в емкости.

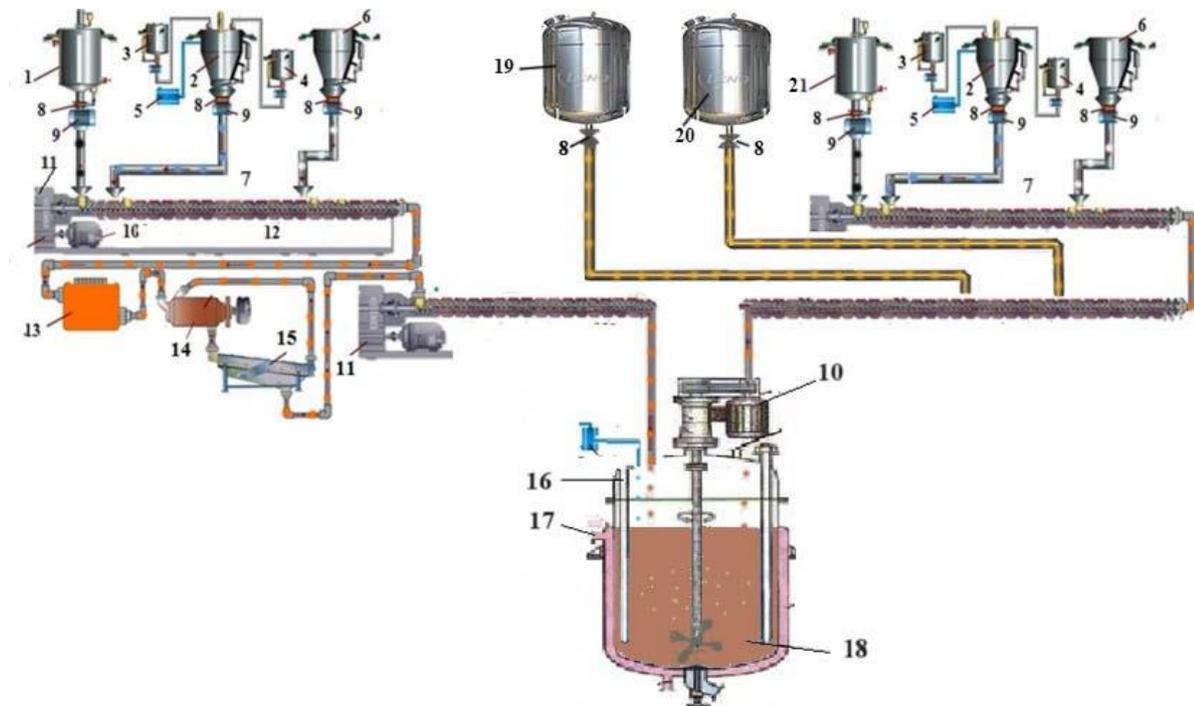


Рис. 8. Технологическая схема производства смазочного бурового материала (МБР). Резервуар для сырья, 2- Резервуар для щелочного раствора, 3- Резервуар для каустической соды. 4-Контейнер для отходов алюминиевый, 5-водопровод, 6-контейнер для кальцинированной соды, 7-шнек смесительный, 8-дозатор, 9-кран, 10-электродвигатель, 11-редуктор, 12-транспортер, 13-сушилка, 14-измельчитель мельница, 15-сито, 16-реактор, 17-крышка для пара, 18-сетка-мешалка, 19-резервуар для масла, 20-резервуар для отработанного моторного масла, 21-резервуар для нефтешламов.

Технология получения утяжелённых буровых растворов с использованием смазок осуществляется по следующей схеме (рис. 9). Через насос 14 пластовая вода подается из трубопровода 15 в ёмкость-смеситель 18. В это время в 5-смеситель заливают фосфогипс из 1- ёмкости и кальцинированную соду из 2- ёмкости, перемешивают в течение 10-15 мин и направляют на 6- сито. Прошедший через сито щелочной фосфогипс после прохождения 4- дозатора и 3- кранника направляется в 18- ёмкость приготовления раствора. В емкостях 7, 8 и 9 содержатся глины, смазочные материалы и стабилизаторы, необходимое количество которых в зависимости

от геологического состояния скважины заливается в 18-емкость для приготовления раствора.

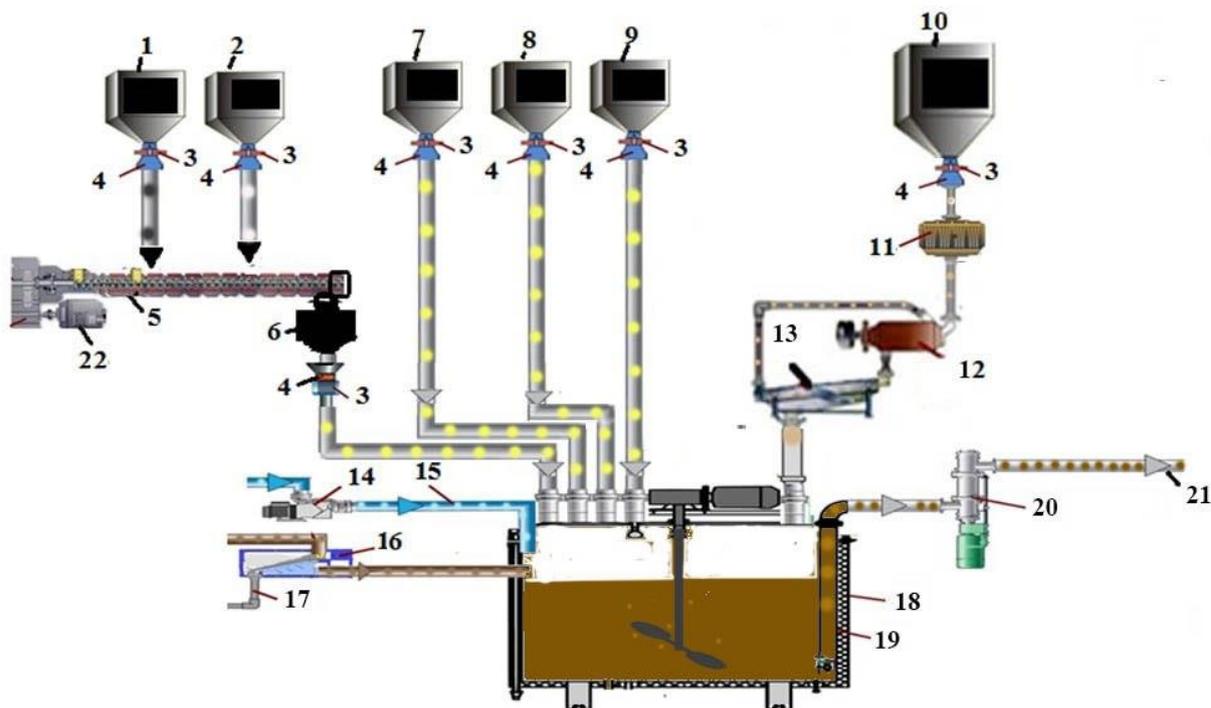


Рис.9. Технология получения утяжеленных буровых растворов с использованием смазочных материалов. 1-емкость для фосфогипса, 2-котелок для кальцинированной соды, 3-дозатор, 4-кран, 5-шнек-смеситель, 6-сушилка, 7-емкость для глины, 8-емкость для МБР, 9-емкость для стабилизатора, 10- ёмкость для загустителя, 11-сушилка, 12-дробилка, 13-сито, 14-насос, 15-водопровод, 16-растворяющее сито, 17-труба для раствора шлама, 18-ёмкость, 19-смеситель, 20- насос, трубка 21.

Для повышения плотности раствора до необходимого уровня утяжелители из 10-емкости направляют через 11-сушилку через измельчитель и сито в 18-емкость и в течение 20-25 минут перемешивают реагенты до полного растворения раствора, а затем его технологические показатели измеряют по стандартам АРІ-13В и по 20 насосам и 21 трубам отправляются на бурение скважины. Использованный раствор 17-насосом прокачивается через 16-сито, выливается в 18-смеситель и подвергается физико-химической обработке. Обработанный раствор снова направляется в бурильную трубу через 20-насос и 21-трубу, и цикл повторяется.

Опытно-промышленные испытания разработанных смазывающих материалов и утяжелённых растворов бурения на их основе проведены на 2-ой скважине Култак на территории АО «Нефтегазовые испытания», ИП «Epsilon Development Company», ООО «Косон НГРЭ» и АО «Кукон НГПИ».

Перед бурением имеющиеся 160 м³ рабочего глинистого раствора были обработаны МБР со смазкой.

Исходные технологические параметры бурового раствора были следующими: плотность - 1,21 г/см³, условная вязкость - 40 секунд, водоотдача - 14 см³/30 мин, рН - 7 и корка - 2 мм, начальный расход смазки - 600 кг. После химической обработки использованного первичного бурового раствора МБР его технологические параметры были следующими: плотность - 1,24 г/см³, вязкость - 54 с, водоотдача - 8 см³/30 мин, рН - 8 и корка 1 - 4 мм. Глубина скважины до начала испытательных работ составила 432 метра. Продолжена обработка существующего бурового раствора 800 кг МБР и другими реагентами (кальцинированная сода, Na-КМЦ, барит). После обработки буровым раствором технологические параметры были следующими: плотность-1,65 г/см³, вязкость 62 с, водоотдача 6 см³/30 мин, рН-9 и корка 1,0 мм. На глубине 1900 м существующий буровой раствор был обработан 600 кг МБР и другими реагентами. После обработки буровым раствором технологические параметры были следующими: плотность - 1,72 г/см³, вязкость - 64 с, водоотдача - 6 см³/30 мин, рН - 9 и толщина корки - 0,8 мм.

Когда глубина пробуренной скважины достигла 2280 м, обработку рабочего бурового раствора продолжили еще 600 кг МБР и другими реагентами. После обработки существующего бурового раствора достигнуты следующие технологические параметры: плотность-1,80 г/см³, вязкость 66 с, водоотдача 5 см³/30 мин, рН-9 и толщина корки 0,8 мм. Все технологические показатели, достигнутые в ходе производственного испытания смазочного материала, полностью соответствуют требованиям, указанным в геолого-технических условиях скважины.

Экономическая эффективность использования смазки МБР при бурении скважины №2 на Култакском участке, принадлежащей ООО «Косон НГРЭ», специализирующемуся на бурении нефтяных и газовых скважин, составляет 122 млн сумов. Ожидаемая экономическая эффективность использования МБР в 100 скважинах для буровых растворов составляет 12,2 млрд сумов.

Исследованы технологические характеристики утяжеленных буровых растворов, полученных с использованием разработанной эффективной смазки МБР и других смазок, и дана их сравнительная характеристика. (таблица 8)

Таблица 8

Технологические показатели утяжеленных буровых растворов, полученных с использованием различных смазочных материалов

Виды смазочных материалов	Технологические показатели утяжеленных буровых растворов					
	Плотность, г/см ³	Условная вязкость, с	Коэффициент трения	Стабильность, г/см ³	Солеустойкость, NaCl, %	Термоустойкость, °С
Нефть	1,75-2,15	65-72	0,16—0,18	0,10-0,15	10-15	100-130
Графит	1,60-2,12	68-75	0,17-0,20	0,12-0,16	10-12	120-160
СМАД	1,80-2,12	60-66	0,15-0,17	0,10-0,12	14-16	120-140
МБР	1,85-2,20	64-70	0,12-0,16	0,06-0,11	15-20	150-180

Проведено сравнение основных технологических показателей утяжеленных буровых растворов, разработанных на основе барита и воды с использованием смазочных материалов. Проанализированы коэффициент трения, вязкость, плотность, показатели стабильности, соле- и термостойкости буровых растворов. По результатам исследований выявлены коэффициент трения бурового раствора, полученного с использованием смазочного бурового реагента (МБР), находится в пределах 0,12-0,16, его стабильность - 0,06-0,11, вязкость - 64-70 с, плотность 1,85-2,20 г/см³, солестойкость до 15-20% содержания NaCl и термостойкость 150-180⁰С. Как видно из приведенных выше значений, все показатели разработанного смазочного бурового реагента (МБР) выше показателей действующих смазывающих материалов, и его может быть использован при бурении нефтяных и газовых скважин с глинистыми, аргиллитовыми и соляными толщами с использованием высокоминерализованные пластовые воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые на основе научных подходов разработан метод создания ряда эффективных смазочных материалов для буровых растворов на основе нефти, нефтешламов, отработанного моторного масла, твердых отходов хлопкового маслопроизводства и другого местного сырья;

2. Изучены особенности влияния органических и минеральных ингредиентов на технологические параметры буровых растворов, позволяющих получать разработанные смазочные материалы и утяжелённые буровые растворы;

3. Показана возможность контролирования с помощью смазок физико-химические свойства и технологические параметры утяжелённых буровых растворов с учетом типа, состава, количества и характеристик утяжелителей;

4. Разработаны оптимальные составы смазочных материалов, обеспечивающие стабильность бурового раствора и требуемые технологические показатели, и рекомендовано получать на их основе утяжеленные буровые растворы с использованием различных утяжелителей при бурении нефтяных и газовых скважин;

5. Разработана технология производства нескольких марок эффективных смазочных материалов МБР-1, МБР-2, МБР-3 и МБР-4 на основе нефти, отходов нефтепереработки – нефтешламов, отходов производства хлопкового масла – госсиполовой смолы, отработанных моторных масел.

6. При использовании разработанных смазочных материалов в процессе бурения практическими экспериментами доказано, что проявляются высокие смазочные, стабилизирующие, термостойкости и солестойкости буровых растворов.

7. Разработана технология получения утяжелённых буровых растворов с использованием эффективных смазывающих материалов для бурения нефтяных и газовых скважин;

8. Испытаны технологические показатели созданных смазочных материалов и буровых растворов на их основе в АО «Испытание нефтяных и газовых скважин», ИП ООО «Epsilon Development Company», ООО «ФНПЗ», и промышленных лабораториях ООО «Косон НГРЭ», АО «Кукон НГПИ» и получены положительные результаты;

9. Создана нормативно-техническая документация на разрабатываемые смазочные материалы и утяжелённые буровые растворы на их основе.

10. Улучшены все технологические характеристики бурового раствора, в результате применения смазывающих материалов, применяемых при бурении нефтяных и газовых скважин, и буровых растворов на их основе что показывают экспериментальные испытания в производственных условиях. Экономическая эффективность от использования смазочных материалов на скважине «Култук 2», принадлежащей ООО «Косон НГКЭ», составила 122 млн сумов в год (2024 год). Ожидаемая экономическая эффективность использования МБР в 100 скважинах для буровых растворов составляет 12,2 млрд сумов.

11. Как видно из приведенных выше значений, все показатели разработанного смазочного материала (МБР) выше показателей действующих смазывающих материалов, и его может быть использован при бурении нефтяных и газовых скважин с глинистыми, аргиллитовыми и соляными толщами с использованием высокоминерализованные пластовые воды.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF
DSC.03/30.12.2019.T.04.01 UNDER TASHKENT INSTITUTE OF
CHEMICAL TECHNOLOGY**

**ACADEMY OF SCIENCES OF REPUBLIC OF UZBEKISTAN
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

KOBILOV NODIRBEK SOBIROVICH

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE LUBRICANTS AND WEIGHTED
DRILLING FLUIDS FOR DRILLING OIL AND GAS WELLS**

02.00.08 –«Chemistry and technology of oil and gas»

DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF SCIENCES (DSc)

Toshkent – 2025

The dissertation subject of doctor of science (DSc) is registered at Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan in number B2024.1.DSc/T737

Doctoral dissertation was carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council web-site www.tkti.uz and on the web-site of «Ziyonet» information and educational portal www.ziyonet.uz.

Scientific advisor: **Khamidov Bosit Nabiyevich**
doctor of Technical Sciences, professor

Official opponents: **Yunusov Mirahmat Pulatovich**
doctor of Technical Sciences, professor

Yuldashev Tashmurza Rahmonovich
doctor of Technical Sciences, professor

Saidahmedov Elyor Egamberdiyevich
doctor of Technical Sciences, professor

Leading organization: **Fergana Politechnical Institute**

The defence of dissertation work will take place «18» 01 2025 at «9⁰⁰» at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 at the Tashkent Chemical-Technology Institute. (Address: 100011, Tashkent city, A.Navoiy street, 32. Phone: (99871) 244-79-20; fax: (99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz).

Doctoral dissertation can be reviewed at the Information-resource center at the Tashkent Chemical-Technology Institute, register number 850 (100011, Tashkent city, Navoi street, 32. Administrative building of Tashkent Chemical-Technology Institute. Phone: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on the «18» 12 2024.
(Protocol at the register № 489 dated on the «18» 12 2024).



S.M. Turobjonov
Chairman of the Scientific Council for
awarding scientific degrees, Doctor of
Technical Sciences, academician

X.I. Qodirov
Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding scientific degrees, Doctor of
Technical Sciences, professor

G. R. Raxmonberdiyev
Chairman of the Scientific Seminar under
Scientific Council for awarding scientific
degrees, Doctor of Chemical Sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The purpose of the research work is development of effective lubricants and heavy drilling fluids for drilling oil and gas wells based on local raw materials and production waste.

The objects of the research work are oil, oil sludge, gossypol resin, caustic and calcined soda, carboxymethylcellulose sodium, water, bentonite, red clay, barite, hematite, okalina, marble powder, dolomite and heavy drilling fluids.

The scientific novelty of the research work is as follows:

based on oil, used motor oil, gossypol resin and oil slurries, the composition of effective lubricants for drilling oil and gas wells with a friction coefficient reduced by 1.2-1.3 times has been determined;

depending on the nature, structure, amount and composition of organomineral ingredients, technological properties of heavy drilling fluids are based on changes in viscosity, water filtration, static shear stress and stability;

the compositions of weighted drilling solutions with improved stability by 1.20-1.25 times, high lubricating properties have been determined;

control of the technological properties of drilling fluids with high lubricating properties is based on the selection of the type, amount and nature of the weighting materials;

the use of lubricants in drilling processes has been proven to increase the resistance of the drilling fluid to salty and high temperatures;

the technology of obtaining lubricants with high tribological properties for drilling fluids has been developed based on local raw materials and production waste;

a technology for the production of heavy drilling fluids based on effective lubricants has been developed.

Implementation of research results.

Based on the scientific results obtained on the development of effective lubricants and weighted drilling fluid for drilling oil and gas wells:

The production technology of effective lubricants for drilling oil and gas wells is included in the "Perspective Development Plan for 2025-2030" of "SANEG" JSC LLC ("SANEG" JSC LLC dated June 24, 2024 No. 015-0084-1741-2024 reference). As a result, local lubricants made it possible to produce MBR-1, MBR-2, MBR-3, MBR-4;

The technology for the production of heavy drilling fluids with high lubricating properties for drilling oil and gas wells is included in the "Perspective Development Plan for 2025-2030" of "SANEG" JSC LLC (UCX No. 015 of June 24, 2024 of "SANEG" JSC LLC reference number -0084-1741-2024). As a result, it made it possible to localize heavy drilling solutions with highly stable physico-chemical properties;

The technology for the production of heavy drilling fluids with high lubricating properties for drilling oil and gas wells is included in the "Perspective Development Plan for 2025-2030" of "SANEG" JSC LLC (UCX No. 015 of June 24, 2024 of "SANEG" JSC LLC reference number -0084-1741-2024). As a result,

it was possible to produce heavy drilling solutions with improved technological and tribological properties.

The structure and volume of the dissertation. The composition of the dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of used literature and appendices. The volume of the dissertation is 167 pages

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I-bo'lim (I-часть; I-part)

1. Кобиллов Н.С., Рахматов Х.Б., Куйбокаров О., Шукуров А.Ш. Композиционные химические реагенты для утяжеленных буровых растворов.// Монография.-Тошкент: «Voris -nashriyoti». 2020. С.102.

2. Кобиллов Н.С., Хамидов Б.Н., Дусмуродов Э.Б., Шукуров А.Ш. Эффективные химические реагенты для стабилизация буровых растворов применяемых при бурении нефтегазовых скважин.//Монография.-Карши: «Интеллект». 2023. С.104.

3. Kobilov N.S. Obtaining and stabilization of weighted mud for drilling oil and gas wells.//International journal of advanced science and technology// ISSN-2005-4238 Vol 29, Issue 12, 2020. 1905-1912 pp. (02.00.00; ОАК (12,18) baza).

4. Кобиллов Н.С. и др., Разработка и внедрение композиционных химических реагентов для бурения нефтегазовых скважин. Kompozitsion Materiallar. №2. 2019. 82-83 b. (02.00.00. №4)

5. Kobilov N.S., Dusmurodov E.B., Kodirov S.A., Khidirov M.Q., Khujamov A. Research and development of effective composite chemical reagents for drilling fluids.// An International Multidisciplinary Research Journal. ISSN: 2249-7137 Vol.10, Issue 10.2020. <https://saarj.com>. (02.00.00; ОАК (6,23,43) baza).

6. Kobilov N.S., Omonov Z.J., Yangibayev A.I. Composite lubricants and weightings for drilling and gas wells.// International journal of innovations in Engineering research and technology. IJERT ISSN: 2394-3696.2020. pp 46-49. www.ijert.org (02.00.00; №40, ОАК (12) baza).

7. Кобиллов Н.С и др. Разработка новых составов утяжеленных буровых растворов на основе композиционных химических реагентов. Kompozitsion Materiallar. №3. 2020. 131-134 b. (02.00.00. № 4).

8. Kobilov N.S., Kamolova Z, Shukurov Abror, Xushnazarov Sh, Sulaymonov I, Xalimov A., Abdurakhmonova N. Development of effective reagents and drilling fluids for drilling oil and gas wells.// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 1, January 2021. 16453-16457 pp. (02.00.00; №8).

9. Кобиллов Н.С., Хамидов Б.Н., Шукуров А.Ш., Кодиров С.А. Разработка новых составов утяжеленных буровых растворов для бурения нефтегазовых скважин.// «O'zbekiston neft va gaz» jurnali «O'zbekneftgaz» AJ., 4, 2022. 86-90 b. (02.00.00. №7).

10. Kobilov N.S., Khamidov B.N., Shukurov A., Kodirov S., Juraev K. New composition of chemicals and heavy drilling fluids for drilling oil and gas wells.// E3S Web of Conferences, 401, 05077 (2023). (ОАК (3), Scopus).

11. Кобиллов Н.С., Хамидов Б.Н., Шукуров А.Ш., Кодиров С.А. Хидиров М.К. Исследование и разработка эффективных составов утяжеленных буровых растворов.// Innovatsion texnologiyalar., QarMII, Qarshi. 2023. 3-8 b.

(02.00.00. №11).

12. Kobilov N.S., Khamidov B.N., Shukurov A., Kodirov S., Shuhratov J. Study and development of weighted drilling fluids based on local raw materials.// Austrian journal of Technical and natural sciences, 3-4 issue, 2023, 1-16 pp. (02.00.00. №2, OAK (12,35) baza)

13. Kobilov N.S., Khamidov B.N., Shukurov A., Kodirov S., Shuhratov J. Investigation of physical chemical properties of drilling fluids for drilling oil and gas wells.//Austrian journal of Technical and natural sciences, 5-6 issue, 2023, 14-19 pp. (02.00.00. №2, OAK (12,35) baza)

14. Kobilov N.S., Khamidov B.N., Shukurov A., Kodirov S., Shuhratov J. Study of oil sludge of oil refinery and their processing.// Austrian journal of Technical and natural sciences, 9-10 issue, 2023, 11-16 pp. (02.00.00.№2, OAK (12,35) baza)

15. Кобиллов Н.С., Хамидов Б.Н., Абдукаримов М. Новые растворы на основе местного сырья и отходов производства. //QarDU Xabarlari, Qarshi 2024, 1-son.64-69 b. (02.00.00. №11).

16. Kobilov N.S. Development of effective lubricants for drilling fluids.// Austrian Journal of Technical and Natural sciences, 1-2 issue, 2024, 90-93 pp. (02.00.00. OAK (12, 35) baza).

17. Kobilov N.S., The ways of obtaining weighted drilling fluids based on lubricants for drilling oil and gas wells.// Austrian Journal of Technical and Natural sciences, 2024, 1-2 issue, 94-97 pp. (02.00.00. №2, OAK (12,35) baza).

II-bo'lim (II-часть; II-part)

18. Kobilov N.S., Rakhimov Y.K., Yangiboev A.I. Development of effective chemical reagents for drilling oil and gas wells.// International Conference of young scientists "Science and innovation". Tashkent. 2019. 249-250 pp.

19. Kobilov N.S. Development of composite polymer reagents for weighted drilling mud for drilling oil and gas wells// Proceedings of the International symposium on specialty polymers, Karaganda. 2019. 82-83 pp.

20. Кобиллов Н.С. Создание композиционных полимерных реагентов для бурения нефтегазовых скважин., Современные проблемы науки полимерях. РНТК. Ташкент, 2019. С.41-43.

21. Kobilov N.S., Rakhimov Y., Dusmurodov E.B., Muratov Z.T. Composite chemical reagents and weighted drilling fluids for drilling oil and gas wells.//Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Ташкент. 2020. С.108-110.

22. Кобиллов Н.С., Раупова Д.Н., Структурированные водополимерные промывочные жидкости для предотвращения осыпи и обвалов стенки скважин. Innovatsion texnika va texnologiyalarning qishloq xo'jaligi -oziq ovqat tarmog'idagi muammo va istiqbollari., XIAA. Toshkent. 2020. 737-739 b.

23. Кобиллов Н.С., Суяров М., Современное состояние утяжеляющих органоминеральных ингредиентов для получения утяжеленных буровых растворов применяющихся при бурении нефтегазовых скважин., «Qashqadaryo viloyatini innovatsion rivojlantirish: muammo va yechimlar. RIAA. Qarshi. 2020. 225-229 b.

24. Kobilov N.S. New composite chemical reagents for drilling of oil and gas wells. //Neft va gaz sanoatida zamonaviy texnologiyalar va innovatsiyalar. RIAA. Qarshi. 2021. 338-340 b.

25. Kobilov N.S, Development of effective reagents and drilling fluids for drilling oil and gas wells. Qoraqalpog'iston Respublikasida ishlab chiqarish sanoat sohalari rivojining dolzarb muammolari. Nukus 2021, 101-103 b.

26. Кобиллов Н.С., Хамидов Б.Н., Разработка эффективных химических реагентов для бурения нефтегазовых скважин. X Форум вузов инженерно-технологического профиля союзного государства. Сборник материалов. 6-10 декабря, 2021 г. Минск. С.78-79.

27. Kobilov N.S., Xamidov.B.N., Shukurov A.Sh., Qodirov.S.A., Environmentally acceptable biodegradable lubricants. //Proceedings of International conference "Modern problems of ecology and environmental protection and biotechnology". Tashkent, 15-16 June 2022. 389-391 pp.

28. Kobilov N.S., Xamidov.B.N., Shukurov A.Sh., Qodirov.S.A., Development of new chemical reagents for drilling oil and gas wells based on local raw materials. "Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов" Ташкент. 2022. С. 488-489.

29. Kobilov N.S., Xamidov.B.N., Shukurov A.Sh., Qodirov.S.A., New lubricants and weightings for drilling oil and gas well. "Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов". Ташкент. 2022. С. 494-496.

30. Kobilov N.S., Xamidov.B.N., Shukurov A.Sh., Qodirov.S.A., Multifunctional chemical reagent for drilling oil and gas wells. Uzbekistan GTL. Kashkadarya. 2022. 281-283 pp.

31. Kobilov N.S., Khamidov.B.N., Shukurov A.Sh., Kodirov.S.A., Development of new chemical reagent based on local and raw materials for oil and gas industry., Green Chemistry and sustainable development. International symposium. Tashkent. 2023. 204-205 pp.

32. Kobilov Nodirbek., Khamidov Basit., Shukurov Abror., Kodirov Sarvar., Shukhratov Jakhongir., Barite powder as an effective weighting agent for oil and gas drilling. Republican conference. Termez-2023, 177-178 pp.

33. Kobilov Nodirbek., Khamidov Basit., Shukurov Abror., Kodirov Sarvar., Shukhratov Jakhongir., The usage of carboxymethyl cellulose in oil and gas drilling., Prospects for the development of cellulose and its derivatives of International scientific and technical conference dedicated to the 85 th anniversary of acad. G.R. Rakhmanberdiev., Tashkent, may 16-17th, 2023. 85-86 pp.

34. Kobilov N.S., Khamidov.B.N., Shukurov A.Sh., Kodirov.S.A. Study of environmentally acceptable biodegradable lubricants., OIL and Gas Forum. Kashkadarya. 2023. 286-288 pp.

35. Kobilov N.S., Shukurov A.Sh., Kodirov.S.A., Effective chemicals and drilling fluids based on local raw materials and industrial wastes for drilling oil and gas wells OIL and Gas Forum. Kashkadarya, 2023. 41-43 pp.

36. Kobilov N.S., Khamidov B.N., Shukurov A.Sh., Kodirov S.A., Shukhratov J., Rustamov E.S. Oil sludge of oil refinery and its composition. International Conference "Innovative solutions in industrial engineering" ., Bukhara 2023. 295-296 pp.

37. Kobilov N.S., Khamidov B.N., Shukurov A., Kodirov S. Oil sludge and its physical and chemical properties. Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана. МНТК. Ташкент. 2023. С. 95-96.

38. Kobilov N.S., Khamidov B.N., Shukurov A., Kodirov S. Importance of use lubricant for drilling oil and gas wells. Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана. МНТК. Ташкент. 2023. С.96-98.

Avtoreferat «Kimyo va kimyoviy texnologiya» jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o'zaro muvofiqlashtirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:



9338

Bichimi: 84x60^{1/16}. «Times New Roman» garniturasini.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog'i: 3,5. Adadi 100 dona. Buyurtma № 50/24.

Guvohnoma № 851684.
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko'chasi, 83-uy.