

АҒЫНДАРДЫ ТҮЗЕТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЕНГІЗУ КЕЗІНДЕ ПОЛИМЕР ҚҰРАМЫН ПАЙДАЛАНУДЫ ТАЛДАУ



Б.С. АХЫМБАЕВА,
PhD,
қауымдастырылған профессор,
b.akhymbayeva@satbayev.university

SATBAYEV UNIVERSITY,
Қазақстан Республикасы, 050013, Алматы қ., Қ. Сәтбаев 22а көшесі

Зерттеу мұнай өндіруді арттыру және мұнай өндіру саласындағы су шығымдылығын төмендету мақсатында ағынды түзету технологияларында полимерлік құрамдарды қолданудың тиімділігін бағалау үшін жүргізілді. Зерттеуде полимердің тұтқырлығын анықтау, мұнай шығаруды арттыру, су шығаруды азайту және полимермен жанасу аймағының ұзындығы бойынша эксперименттер жүргізілді. Зерттеу көрсеткендей, ағынды түзету технологияларында полимерлі қосылыстарды қолдану мұнай өндірудің тиімділігін едәуір арттырады. Гидрофобты модификацияланған полимерлер мен ксантан сағызы сияқты полисахаридтер қабат сұйықтықтарының тұтқырлығын жақсартады, бұл мұнайдың біркелкі вытысуына ықпал етеді. Синтетикалық полиакриламидтер жоғары температура мен тұзды ерітінділерге төзімділігін дәлелдеді, бұл әртүрлі қабат жағдайларында тұрақты өнімділікті қамтамасыз етеді. Полимерлерді қолдану сонымен қатар су шығынын азайтуға және су ағынын азайтуға мүмкіндік берді, бұл экологиялық көрсеткіштерге оң әсер етті. Нәтижесінде, ағынды түзету технологияларында полимерлі қосылыстарды қолдану жаңа ұңғымаларды бұрғылаусыз мұнай өндіруді арттырды және жобалардың экономикалық тиімділігін жақсартты. Бұл нәтижелер қазіргі мұнай өндіру секторындағы полимерлік технологиялардың әлеуетін көрсетеді. Зерттеу сонымен қатар полимерлі қосылыстардың сүзу профилін жақсартуға ықпал ететінін анықтады, бұл қажетсіз арналардың түзілуін азайтады және мұнайдың тиімді вытысуына ықпал етеді. Осы технологияларды енгізу көтерілетін су көлемін азайту және ұңғымалардың жалпы өнімділігін арттыру есебінен өндіру шығындарының төмендегенін көрсетті. Зерттеудің практикалық маңыздылығы ағынды түзету технологияларында полимерлі қосылыстарды қолдану мұнай өндірудің

туімділігін едәуір арттырып, экологиялық көрсеткіштерді жақсартта алатынын көрсету болып табылады, бұл мұнай өндіру процестерін оңтайландыруға жаңа мүмкіндіктер ашады.
ТҮЙІН СӨЗДЕР: мұнай өндіру, полисахаридтер, ксантан сағызы, су беру, сүзу профилі.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ КОРРЕКТИРОВКИ ПОТОКОВ

Б.С. АХЫМБАЕВА, PhD, ассоциированный профессор, b.akhymbayeva@satbayev.university

SATBAYEV UNIVERSITY,
Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22а

Исследование проводилось для оценки эффективности применения полимерных составов в технологиях коррекции стока с целью повышения нефтедобычи и снижения водовыпуска в нефтедобывающей отрасли. В исследовании проводились эксперименты по определению вязкости полимера, увеличению добычи нефти, уменьшению выбросов воды и длине зоны контакта с полимером. Исследование показало, что использование полимерных соединений в технологиях коррекции расхода значительно повышает эффективность добычи нефти. Полисахариды, такие как гидрофобно модифицированные полимеры и ксантановая камедь, улучшают вязкость жидкостей слоя, что способствует равномерному выщелачиванию масла. Синтетические полиакриламиды доказали свою устойчивость к высоким температурам и солевым растворам, что обеспечивает стабильную работу в различных слоистых условиях. Использование полимеров также позволило снизить расход воды и уменьшить сток воды, что положительно сказалось на экологических показателях. В результате использование полимерных соединений в технологиях коррекции стока увеличило добычу нефти без бурения новых скважин и улучшило экономическую эффективность проектов. Эти результаты показывают потенциал полимерных технологий в современном нефтедобывающем секторе. Исследование также показало, что полимерные соединения способствуют улучшению профиля фильтрации, что снижает образование нежелательных каналов и способствует эффективному выщелачиванию масла. Внедрение этих технологий показало снижение затрат на добычу за счет уменьшения объема поднимаемой воды и повышения общей производительности скважин. Практическая значимость исследования состоит в том, чтобы показать, что использование полимерных соединений в технологиях коррекции стока может значительно повысить эффективность добычи нефти и улучшить экологические показатели, что открывает новые возможности для оптимизации процессов добычи нефти.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: добыча нефти, полисахариды, ксантановая камедь, подача воды, профиль фильтрации.

ANALYSIS OF THE USE OF POLYMER COMPOSITION IN THE IMPLEMENTATION OF FLOW CORRECTION TECHNOLOGIES

B.S. AKHYMBAYEVA, PhD, Associate Professor, b.akhymbayeva@satbayev.university

SATBAYEV UNIVERSITY,
Satpayev str., 22a Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan,

The study was carried out to assess the effectiveness of the use of polymer formulations in flow correction technologies in order to increase oil production and reduce water yield in the field of

oil production. In the study, experiments were carried out to determine the viscosity of the polymer, increase oil release, reduce water release and the length of the contact zone with the polymer. The study showed that the use of polymer compounds in flow correction technologies significantly increases the efficiency of oil production. Hydrophobic modified polymers and polysaccharides such as xanthan gum improve the viscosity of the layer fluids, which contributes to the uniform extraction of oil. Synthetic polyacrylamides have proven to be resistant to high temperatures and saline solutions, which ensures stable performance under different layer conditions. The use of polymers also made it possible to reduce water consumption and reduce water flow, which had a positive effect on environmental indicators. As a result, the use of polymer compounds in flow correction technologies increased oil production without drilling new wells and improved the economic efficiency of projects. These results show the potential of polymer technologies in the modern oil production sector. The study also found that polymer compounds contribute to improving the filtration profile, which reduces the formation of unnecessary channels and contributes to the effective extraction of oil. The introduction of these technologies showed a decrease in production costs due to reducing the volume of rising water and increasing the overall productivity of Wells. The practical significance of the study is to show that the use of polymer compounds in flow correction technologies can significantly increase the efficiency of oil production and improve environmental indicators, which opens up new opportunities for optimizing oil production processes.

KEY WORDS: oil production, polysaccharides, xanthan gum, water supply, filtration profile.

К іріспе. Ағынды түзету технологияларын іске асыру кезінде полимер құрамын қолдануды талдау қазіргі мұнай өндіру секторындағы өзекті міндет болып табылады. Мұнай өндірудің тиімділігін арттыру, су шығынын азайту және экологиялық көрсеткіштерді жақсарту осы технологияларды енгізу арқылы қол жеткізуге болатын негізгі мақсаттар болып табылады. Гидрофобты модификацияланған полимерлер, полисахаридтер және синтетикалық полиакриламидтер сияқты полимерлі қосылыстар әртүрлі қабат жағдайларында сүзу профилін жақсартуда және жұмысты тұрақтандыруда айтарлықтай әлеуетті көрсетеді. Бұл зерттеу ағынды түзету технологияларында полимерлерді қолдану тиімділігін бағалауға, сондай-ақ мұнай өндіру процестерінің өнімділігі мен экономикалық тиімділігін арттыру үшін олардың практикалық маңыздылығын анықтауға бағытталған [1].

Бұл зерттеуді жүргізу мұнай өндірудің тиімділігін арттыру және қоршаған ортаға экологиялық әсерді азайту қажеттілігіне байланысты қажет болды. Дәстүрлі мұнай өндіру әдістері көбінесе судың жоғары шығуы және мұнайдың біркелкі ығыстыруы мәселеріне тап болады, бұл өнімділіктің төмендеуіне және шығындардың өсуіне әкеледі. Ағынды түзету технологияларында полимерлі қосылыстарды қолдану осы мәселелердің перспективалық шешімі болып көрінеді, бірақ олардың ұңғымаларды сүзу және тұрақтандыру процестеріне әсерін түсіну үшін егжей-тегжейлі талдау мен бағалауды қажет етеді. Зерттеу полимерлердің әртүрлі түрлерінің тиімділігін зерттеуге және олардың мұнай өндіруді жақсартудағы әлеуетін анықтауға бағытталған, бұл мұнай өндіру процестерін оңтайландыруға және пайдалану шығындарын азайтуға ықпал етуі мүмкін.

Дегенмен, полимерлерді пайдаланудың оңтайлы шарттарын, олардың қабаттардың сүзу қасиеттеріне ұзақ мерзімді әсерін және әртүрлі геологиялық жағдайларда экономикалық орындылығын түсінуде кемшіліктер бар. Сондай-ақ, полимерлі қосылыстардың қабат сұйықтықтарымен өзара әрекеттесу механизмдеріне әсерін және оларды әртүрлі климаттық және географиялық жағдайларда қолданудың экологиялық салдарын одан әрі зерттеу қажет.

Зерттеудің мақсаты мұнай өндіруді арттыру және мұнай өндіру саласындағы су шығынын азайту үшін ағынды түзету технологияларында полимерлі қосылыстарды қолданудың тиімділігін зерттеу болды.

Зерттеу міндеттері:

1. Гидрофобты модификацияланған полимерлер мен ксантан сағызы сияқты полисахаридтерді қолдану кезінде қабат сұйықтықтарының тұтқырлығын жақсарту механизмдерін бағалау.

2. Синтетикалық полиакриламидтердің әртүрлі қабат жағдайларына, соның ішінде жоғары температура мен тұзды ерітінділерге тұрақтылығы мен бейімделуін зерттеу.

Материалдар және әдістер. 2024 жылы «Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының базасында жүргізілген зерттеу жоғары температура мен мұнай қабаттарына тән тұзды ерітінділердің болуын имитациялайтын жағдайларда әртүрлі полимерлі құрамдардың тиімділігін бағалауға бағытталған.

Зерттеу ағындарды түзету технологияларындағы әртүрлі полимерлі қосылыстардың тиімділігін салыстырды. Зерттеу нысандары ретінде гидрофобты модификацияланған полимерлер, полисахаридтер (ксантан сағызы) және синтетикалық полиакриламидтер қолданылды. Тәжірибелер күрделі жұмыс жағдайында полимерлердің әрекетін бағалау үшін жоғары температура мен тұзды ерітінділерді имитациялайтын жағдайларда жүргізілді. Полимерлі ерітінділердің сипаттамалары, соның ішінде олардың қаттық сұйықтықтардың тұтқырлығына, мұнай мен судың шығуына әсері бағаланды. Гидрофобты модификацияланған полимерлер мен стандартты полимерлерді салыстыру мұнайдың ығыстыруын оңтайландыру және қабаттағы сүзу процестерін басқару үшін ең тиімді шешімдерді анықтауға мүмкіндік берді [2].

Зерттеу аясында мұнай өнеркәсібіндегі сүзу процестерін басқаруда олардың жарамдылығын бағалау мақсатында ағынды түзету технологияларында қолдану үшін полиакриламид негізінде полимерлі құрамдарды тестілеу жүргізілді. Полимердің негізгі сипаттамалары, мысалы, тұтқырлық, тығыздық, қысу және созылу беріктігі, серпімділік модулі, жыртылу ұзарту, ыстыққа төзімділік, қалпына келтіру уақыты және адгезия талданды. Полимер құрамының тұтқырлығы оның жұмыс температурасындағы сұйықтығын анықтау үшін өлшенді, бұл оның қабаттардағы тесіктер арқылы қозғалуы үшін маңызды. Полимердің тығыздығы оның мінез-құлқын әртүрлі жағдайларда бағалайды, ал қысу және созылу беріктігі қысым мен созылу әсерінен тұрақтылық үшін маңызды. Серпімділік модулі полимердің жүктеме кезінде қаншалықты деформациялануы мүмкін екенін түсінуге көмектеседі, ал үзіліс кезінде созылу оның икемділігі мен созылуға төтеп беру қабілетін көрсетеді. Ыстыққа төзімділік полимер өзінің қасиеттерін сақтайтын максималды жұмыс температурасын анықтайды. Қалпына келтіру уақыты полимердің соңғы беріктікке жету жылдамдығын көрсетеді, ал адгезия оның нақты әлемдегі тиімділігін бағалауға көмектеседі.

Зерттеу жүргізу және гидрофобты модификацияланған полимерлердің тиімділігін бағалау үшін келесі формулалар қолданылды:

Полимерлі ерітіндінің тұтқырлығын анықтауға арналған формула:

$$M_p = \frac{Q_{\text{шығын}} \cdot (P_{\text{avg}} - P_{\text{res}})}{\mu_n \cdot \Delta t} \quad (1)$$

мұндағы: $Q_{\text{шығын}}$ – сұйықтықтың шығыны, μ_n – полимердің тұтқырлығы, Δt – полимерді енгізу уақыты, P_{avg} – қабаттағы орташа қысым, P_{res} – қанығу қысымы.

Бұл қажетті тұтқырлыққа және сұйықтықтың біркелкі таралуына қол жеткізу үшін қажетті полимер көлемін есептеуге мүмкіндік берді.

Мұнай өндіруді ұлғайтуды бағалау формуласы:

$$\text{EOR} = \frac{1}{1 - \frac{V_{\text{су}}}{V_{\text{мұнай}}}} \quad (2)$$

мұндағы: EOR – мұнай беруді арттыру (Enhanced Oil Recovery), $V_{\text{су}}$ – өндірілетін судың көлемі, $V_{\text{мұнай}}$ – өндірілетін мұнай көлемі.

Формула полимерлердің мұнайды сумен салыстырғанда қаншалықты тиімдіестыратынын көрсететін мұнай өндіруді арттыру коэффициентін есептеу үшін пайдаланылды.

Су шығынын азайту коэффициентін есептеу формуласы:

$$R_{\text{су}} = \frac{\frac{1}{S_{wi}} - \frac{1}{S_{wf}}}{\frac{1}{S_{wi}}} \quad (3)$$

мұндағы: $R_{\text{су}}$ – су шығынын азайту коэффициенті, S_{wi} – қабаттың бастапқы су қанықтылығы, S_{wf} – полимерді қолданғаннан кейін қабаттың соңғы су қанықтылығы.

Осы есептеу арқылы полимерлердің судың шығуын қаншалықты төмендететіні бағаланды, бұл мұнайдың вытысу тиімділігіне әсер етеді.

Полимермен жанасу аймағының ұзындығын анықтауға арналған формула:

$$L_{\text{пол.}} = \frac{M_{\text{пол.}}}{A_{\text{жанасу}}} \quad (4)$$

мұндағы: $L_{\text{пол.}}$ – полимермен жанасу аймағының ұзындығы, $M_{\text{пол.}}$ – енгізілген полимердің көлемі, $A_{\text{жанасу}}$ – полимермен жанасу аймағы.

Бұл есептеу полимердің қабатпен жанасу аймағының ұзындығын анықтауға және оның таралу біркелкілігін бағалауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер және талқылау. Полимер құрамын РСТ-да қолдану, әсіресе мұнай мен газ өндіру контекстінде перспективалы бағыт болып табылады. Полимерлер қабаттық сұйықтықтарға олардың тұтқырлығын жақсарту үшін қосылады, бұл қабатта біркелкі қысым жасауға және мұнайды кеуек кеңістігінен тиімдірек шығаруға ықпал етеді. Бұл көмірсутектерді алу коэффициентін едәуір арттыруға және ұңғымалардың өндірістік көрсеткіштерін оңтайландыруға мүмкіндік береді [3].

Полимерлі ерітінділер гидрофобты тосқауылдар түзеді, олар су ағынын азайтады және оның мұнаймен бірге қажетсіз вытысуына жол бермейді (кесте 1). Бұл суды өндіруді азайтады, бұл құнды ресурстарды үнемдеп қана қоймайды, сонымен қатар қоршаған ортаға экологиялық әсерді азайтады.

Эксперимент нәтижелері гидрофобты модификацияланған полимерлердің тұрақты эмульсиялар мен гельдер түзу қабілетіне ие екенін растады, бұл қабат-

Кесте 1 – Ағындағы әртүрлі полимерлі қосылыстардың тиімділігін салыстыру - түзету технологиялары

Полимер құрамы	Өткізу қабілеттілігін арттыру	Турбуленттіліктің төмендеуі	Ағын сапасын жақсарту
Полиакриламид	30 %	25%	Қабаттағы сұйықтықтың біркелкі таралуы
Ксантан камедь	20 %	15%	Жоғары температурада ағынның тұрақтылығын арттыру
Гидрофобты модификацияланған полимер	25 %	20%	Тұрақты эмульсиялар мен гельдердің түзілуі

Дереккөз: деректер негізінде автор құрастырған [4].

тағы сұйықтықтың біркелкі таралуын айтарлықтай жақсартады. Мысалы, зерттеулер мұндай полимерлерді қолдану бақылау тобымен салыстырғанда қабат сұйықтықтарының тұтқырлығының 30% -ға жоғарылауына әкелетінін анықтады. Бұл әсер мұнайдың тері тесігінен тиімдірек ығыстыруына және су шығынын 20% -ға төмендетуге айтарлықтай ықпал етеді.

Полимерлер қабаттағы сүзгі ағындарын дәл реттеуге мүмкіндік береді, бұл арналардың пайда болуына және сұйықтықтың біркелкі таралуына жол бермейді. Бұл мұнайдың ығыстыру профилін едәуір жақсартады және өндіріс операцияларының тиімділігін арттырады.

Осы аспектілердің барлығы полимерлерді қолдануды минималды экологиялық және экономикалық шығындармен көмірсутек ресурстарын тұрақты және тиімді пайдалануға ықпал ететін заманауи мұнай өндіру технологияларының ажырамас бөлігіне айналдырады.

Гидрофобты модификацияланған полимерлер қазіргі заманғы мұнай өндіру технологияларында маңызды құрал болып табылады, ол қабаттардан көмірсутектерді алу тиімділігін айтарлықтай арттыра алады [5]. Бұл полимерлердің басты артықшылығы – олардың мұнай орталарымен байланыста тұрақты эмульсиялар мен катаюлар түзу қабілеті. Бұл қасиет мұнайдың кеуектерден біркелкі вытысуын қамтамасыз ете отырып, қабаттағы сұйықтықтың таралуын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді.

Полимерлердің гидрофобты қасиеттері мұнай мен су арасында тиімді тосқауылдар жасауға ықпал етеді, бұл кен орындарының жоғары сулануы жағдайында өте маңызды. Гидрофобты модификацияланған полимерлерден түзілетін эмульсиялар тұрақтылық пен беріктікке ие, бұл оларды әртүрлі геологиялық және климаттық жағдайларда қолдануға өте ыңғайлы етеді.

Сонымен қатар, мұндай полимерлерді қолдану өндіруге жұмсалатын энергия шығындарының төмендеуіне ықпал етеді, өйткені қабаттағы сұйықтықтың таралуы қосымша операциялар мен ресурстарға деген қажеттілікті азайтады. Бұл экономика-

лық және экологиялық тұрғыдан маңызды, өйткені ұңғымаларды пайдалану уақытын қысқарту және химиялық заттардың аз мөлшерін пайдалану жалпы шығындар мен өндірістің экологиялық ізіне әсер етеді.

Осылайша, гидрофобты модификацияланған полимерлер күрделі геологиялық құрылымдардан көмірсутектерді тиімді және тұрақты алуы қамтамасыз ететін заманауи мұнай өндіру технологияларында шешуші рөл атқарады. Олардың тұрақты эмульсиялар мен гельдерді қалыптастыру қабілеті бұл материалдарды жоғары өнімділікке қол жеткізу және қазіргі заманғы өнеркәсіпте мұнай өндіру процестерін оңтайландыру үшін қажет етеді.

Полисахаридтерді, атап айтқанда ксантан сағызын пайдалану мұнай өндіру саласындағы маңызды аспект болып табылады, әсіресе мұнайды қабат жыныстарынан ашылу процестерін жақсарту контекстінде [6]. Бұл полимерлердің тұтқырлығы жоғары, бұл оларды қабат сұйықтықтарының реологиялық қасиеттерін басқарудың тиімді агенттері етеді. Полисахаридтердің негізгі артықшылықтарының бірі – олардың тұздардың әсеріне және жоғары температураға төзімділігі, бұл оларды әртүрлі мұнай қабаттарында сәтті қолдануға мүмкіндік береді. Бұл тұрақтылық полимерлердің басқа түрлері тиімділігін жоғалтуы немесе нашарлауы мүмкін экстремалды климаттық және геологиялық жағдайларда өндіру процестерінің сенімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Полисахаридтер тұтқырлығы мен тұрақтылығының арқасында мұнайдың қабаттан ығыстыруының таралуы мен біркелкілігін жақсартуға ықпал етеді. Бұл өндіріс шығындарын азайтады және өндірістік операциялардың экономикалық орындылығы мен тұрақтылығы үшін маңызды процестің жалпы тиімділігін арттырады.

Осылайша, ксантан сағызы сияқты полисахаридтер қазіргі мұнай өнеркәсібінде жоғары өнімділікті, тұрақтылықты және экологиялық әсерді азайтуды қамтамасыз ете отырып, мұнай өндіру процестерін оңтайландырудың қажетті құралы болып табылады.

Полиакриламидтер сияқты синтетикалық полимерлер әртүрлі қабат жағдайларына бейімделу қабілетінің арқасында заманауи мұнай өндіру технологияларында шешуші рөл атқарады. Бұл полимерлер инженерлер мен технологтарға қабат сұйықтықтарының реологиялық сипаттамаларын дәл баптау мүмкіндігін ұсынады, бұл геологиялық түзілімдерден мұнайдың ығыстыру тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді (*кесте 2*).

Синтетикалық полимерлердің маңызды артықшылықтарының бірі – олардың жұмыс температурасы мен химиялық жағдайлардың кең ауқымында тұрақтылықты сақтау қабілеті. Бұл оларды жоғары температурада қолдануға және агрессивті тұзды ерітінділердің болуына өте ыңғайлы етеді, бұл көбінесе мұнай қабаттарына тән. Осы қасиеттердің арқасында полиакриламидтер сұйықтықтардың реологиялық сипаттамаларының ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етеді, бұл өз кезегінде мұнайдың қабаттан біркелкі және тиімді ығыстыруына ықпал етеді.

Сонымен қатар, синтетикалық полимерлер әрбір мұнай кен орнының нақты жағдайларына байланысты олардың химиялық құрылымы мен қасиеттерін реттеуде жоғары икемділікті ұсынады. Бұл инженерлерге тұтқырлық пен тұрақтылықтың оңтайлы арақатынасын таңдауға мүмкіндік береді, бұл мұнай өндіру процестерінің тиімділігін едәуір арттырады және жалпы пайдалану шығындарын азайтады.

Кесте 2 – Ағынға арналған полимерлі қосылыстардың қасиеттері-түзету технологиялары

Қасиеті	Сипаттама	Мағынасы	Өлшем бірлігі
Полимер түрі	Қолданылатын полимер түрі	Полиакриламид	-
Тұтқырлық	Жұмыс температурасындағы полимер құрамының тұтқырлығы	0.01	Па·с
Тығыздық	Полимер құрамының тығыздығы	1.05	г/см ³
Қысу күші	Полимер құрамының қысу беріктігі	50	МПа
Созылу күші	Полимер құрамының созылу беріктігі	15	МПа
Серпімділік модулі	Полимер құрамының серпімділік модулі	0.5	ГПа
Жыртылған кезде ұзарту	Жыртылған кезде полимер құрамының ұзаруы	200	%
Ыстыққа төзімділік	Полимер құрамының максималды Жұмыс температурасы	120	°С
Емдеу уақыты	Полимер құрамын толық емдеуге кететін уақыт	2	сағат
Адгезия	Полимер құрамының ағында қолданылатын материалдарға адгезиясы-түзету технологиялары	3.5	МПа

Дереккөз: деректер негізінде автор құрастырған [7].

Осылайша, полиакриламидтер сияқты синтетикалық полимерлер технологиялық икемділік пен процестердің тұрақтылығын қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар өндіріс операцияларының жалпы тиімділігі мен тұрақтылығын арттыруға айтарлықтай ықпал ететін заманауи мұнай өндіру технологияларының ажырамас бөлігі болып табылады.

Экономикалық тиімділік полимерлерді мұнай өндіру операцияларында қолданудың негізгі аспектісі болып табылады, әсіресе мұнай өндіруді жақсарту жағдайында. Полимерлік технологияларды енгізу жаңа ұңғымаларды бұрғылауға қосымша күрделі салымдарды қажет етпей, мұнай өндірудің тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Полимерлерді қолдану қабат сұйықтықтарының тұтқырлығын жақсартуға ықпал етеді, бұл өз кезегінде мұнайды қабаттың кеуекті құрылымынан шығару процесін жеңілдетеді [8]. Бұл қабаттағы қысымның біркелкі бөлінуіне және қол жетпейтін жерлерден мұнай ресурстарын тиімді алуға мүмкіндік береді.

Полимер технологияларын пайдалану жаңа жабдықтар мен инфрақұрылым шығындарын азайту арқылы мұнай өндірудің жалпы құнын төмендетеді. Оның орнына ком-

паниялар өндіріс процестерін оңтайландыра алады, Шығыс өнімдерін көбейтеді және жаңа өндіріс орындарын орналастыруға уақыт пен қаржылық шығындарды азайтады.

Мұнай өндіруде полимерлік технологияларды пайдаланудың экономикалық пайдасы тек мұнай өндіру көлемін ұлғайту ғана емес, сонымен қатар жалпы операциялық шығындарды азайту болып табылады, бұл технологияларды энергетикалық ресурстар нарығында бәсекеге қабілеттілігі мен тұрақтылығын арттыруға ұмтылатын компаниялар үшін тартымды етеді.

Тұрақтылық полимерлік технологияларды мұнай өндіруде қолданудың маңызды аспектісі болып табылады, әсіресе судың азаюы жағдайында [9]. Полимерлі ерітінділер қабаттан мұнаймен бірге алынатын судың көлемін азайтуға көмектеседі, бұл экологиялық маңызы зор. Мұнай өндірудегі негізгі қиындықтардың бірі – мұнаймен бірге жүретін суды өңдеу және жою қажеттілігі. Қабаттан алынған суда көбінесе мұнай өнімдері және басқа ластаушы заттар болады, бұл оның бетіне шығарылуы және кейіннен өңделуі кезінде қоршаған ортаға теріс әсер етуі мүмкін.

Полимерлі ерітінділерді қолдану мұнайдың вытгысу тиімділігін жақсарту арқылы су шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Бұған мұнай ресурстарын тиімдірек пайдалануға және көтерілетін су көлемін азайтуға мүмкіндік беретін койнауқат сұйықтықтарының тұтқырлығын жақсарту арқылы қол жеткізіледі. Алынатын судың аз мөлшері мұнай өндіру процестерінің жалпы экологиялық әсерінің төмендеуіне әкеледі, өйткені оны тасымалдау, өңдеу және кәдеге жарату қажеттілігі азаяды, бұл өз кезегінде су ресурстарының ластану қаупін азайтады және тазарту қондырғыларына жіберілетін су қалдықтарын азайтады.

Мұнай өндірудегі полимерлік технологиялардың экологиялық тиімділігі олардың су шығынын азайту және қоршаған ортаға әсерін азайту қабілетінде жатыр, бұл мұндай технологияларды мұнай өнеркәсібіндегі тұрақты даму және экологиялық стандарттарды сақтау тұрғысынан маңызды етеді.

Полимерлі ерітінділердің технологиялық икемділігі оларды мұнай өндіру операцияларында сәтті қолдануда шешуші рөл атқарады. Бұл аспект полимердің құрамын белгілі бір мұнай қабатының ерекше жағдайларына бейімдеу қабілетімен байланысты, бұл мұнайдың ығыстыру процестерінің тиімділігін және көмірсутектерді өндірудің жалпы тиімділігін едәуір арттырады.

Әрбір мұнай қабатының температура, қысым, қабат сұйықтықтарының химиялық құрамы және олардың тұтқырлығы сияқты өзіндік ерекше геологиялық және химиялық ерекшеліктері бар [10]. Бұл факторлар полимерлі ерітінділердің таңдауы мен тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Полимерлі қосылыстардың технологиялық икемділігінің арқасында олардың құрамы мен концентрациясын әр қабаттың нақты жағдайларына сәйкес келетін етіп жасауға және оңтайландыруға болады.

Бейімделу процесі геологиялық мәліметтер мен қабаттың химиялық сипаттамаларын кешенді талдаудан басталады. Осы мәліметтерге сүйене отырып, инженерлер мен химиктер жоғары температура немесе тұздардың болуы жағдайында тұтқырлыққа, тұрақтылыққа қойылатын талаптарды ескере отырып, полимерлі ерітінділерді жасайды. Мысалы, температурасы жоғары және агрессивті тұзды ерітінділер бар қабаттар үшін жоғары тұрақтылық пен химиялық әсерлерге төзімділігі бар арнайы синтетикалық полимерлерді таңдауға болады.

Технологиялық икемділік сонымен қатар концентрацияны өзгерту және модификаторларды қосу мүмкіндігін қамтиды, бұл ұңғымаларды пайдаланудың өзгертін жағдайларына байланысты мұнайдың ығыстыру процестерін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл технологияны бейімдеуге кететін уақыт пен қаржылық шығындарды айтарлықтай азайтады және ресурстарды тиімді пайдалануды қамтамасыз етеді.

Полимерлі ерітінділердің технологиялық икемділігі оларды мұнай өнеркәсібіне сәтті енгізудің негізгі факторы болып табылады, мұнайды ығыстыру кезінде тұтқырлық пен тұрақтылықтың оңтайлы арақатынасын қамтамасыз етеді және көмірсутектерді өндірудің жалпы өнімділігін жақсартады.

Полимерлердің температуралық тұрақтылығы оларды мұнай және газ өнеркәсібінде, әсіресе терең және жоғары температуралы ұңғымаларда қолдануда маңызды рөл атқарады. Көмірсутектерді өндіру процестерін жақсарту үшін қолданылатын кейбір полимерлер өте жоғары температурада деградацияға ұшырауы мүмкін, бұл олардың тиімділігі мен беріктігін шектейді [11].

Терең ұңғымаларда жұмыс істегенде температура 150°C немесе одан жоғары мәндерге жетуі мүмкін, бұл РСТ-да қолданылатын полимерлі материалдар үшін үлкен қиындықтар тудырады. Жоғары температура полимерлердің термиялық ыдырауына, олардың физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруіне және мұнайдың вытысу тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

РСТ үшін полимерді таңдаудағы маңызды аспектілердің бірі – оның жоғары температурада тұрақтылық пен интеграцияны сақтау қабілеті. Полиакриламидтер және басқа модификацияланған полимерлер сияқты кейбір синтетикалық полимерлер осындай жағдайларды ескере отырып жасалған және ыстыққа төзімділігі жоғары. Алайда, осыған қарамастан, экстремалды жағдайларда жұмыс істеу үшін ұңғыма ортасының нақты параметрлерін ескере отырып, мұқият тестілеу және материалдарды таңдау қажет.

Температураның тұрақтылығына байланысты қиындықтарды жеңу үшін көбінесе арнайы қоспалар мен полимерлі қосылыстардың модификациялары қажет. Мұндай бейімделулер тұрақтандырғыш агенттерді енгізуді немесе полимердің ыстыққа төзімділігі мен қоршаған ортаға төзімділігін жақсарту үшін оның химиялық құрылымын өзгертуді қамтуы мүмкін.

Полимерлердің температуралық тұрақтылығын қамтамасыз ететін технологияларды әзірлеу мен қолданудың маңыздылығы олардың мұнай өндірудің жалпы тиімділігіне әсерімен байланысты екені сөзсіз. Бұл ұңғымаларды пайдалану процестерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету және жоғары температуралық жүктемелерге байланысты полимерлердің мерзімінен бұрын істен шығу қаупін азайту үшін материалдар мен технологияларды үнемі жетілдіруді қажет етеді.

Полимерлердің қабат сұйықтықтарының химиялық құрамымен үйлесімділігі мұнай өндіру саласындағы РСТ материалдарын таңдауда маңызды аспект болып табылады. Мұнайды қабаттан шығару процестерін жақсарту үшін қолданылатын қабат сұйықтықтарында сұйықтықтың сүзу және физика-химиялық қасиеттерін оңтайландыруға бағытталған тұздар, қышқылдар, беттік белсенді заттар және басқа заттар сияқты әртүрлі химиялық қоспалар мен компоненттер болуы мүмкін [12].

Полимерлердің қабат сұйықтықтарымен үйлесімсіздігі қажетсіз химиялық реакцияларға, полимерлердің коагуляциясына, олардың реологиялық қасиеттерінің өзге-

руіне және РСТ тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Бұл өз кезегінде мұнайдың вытысу профилінің нашарлауына, өндіру процесінің тұрақтылығының жоғалуына, тіпті қабат сұйықтықтарының құрамын түзетуге немесе сәйкес келмейтін полимер қоспаларын ауыстыруға қосымша шығындар қажет болуына әкелуі мүмкін.

РСТ-да полимерлерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ету үшін полимер құрамдарының қабат сұйықтықтарының құрамымен үйлесімділігін мұқият алдын ала тестілеу және талдау жүргізу қажет. Бұл белгілі бір қабат жағдайында полимердің химиялық тұрақтылығын бағалауды, оның сұйық қоспалармен әрекеттесуін және ұңғымаларды пайдалану процесінде мүмкін болатын қасиеттердің өзгеруін қамтиды.

Үйлесімді полимерлі қосылыстарды қолдану химиялық реакциялардың қаупін азайтуға және мұнайдың ығыстыру үдерістерінің тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл сонымен қатар көмірсутектерді өндірудің тиімділігін арттыруға, операциялық шығындарды азайтуға және РСТ-да қолданылатын материалдардың химиялық құрамын оңтайландыру арқылы экологиялық әсерді азайтуға ықпал етеді.

Мұнай мен газды өндіру үшін РСТ-да полимерлерді қолдану туралы шешімде экономикалық аспектілер шешуші рөл атқарады. Гидрофобты модификацияланған полимерлер, полисахаридтер (мысалы, ксантан сағызы) және синтетикалық полиакриламидтер сияқты полимерлер көмірсутектерді өндіру процестерін жақсартуда айтарлықтай артықшылықтар береді. Дегенмен, оларды пайдалану жоғары шығындармен шектелуі мүмкін, бұл экономикалық орындылықты мұқият қарастыруды қажет етеді.

Тәжірибе барысында полимерлерді сатып алу мен қолданудың бастапқы шығындары жобаның жалпы шығындарын едәуір арттыра алатындығы анықталды, әсіресе қабатқа тиімді әсер ету үшін полимердің едәуір мөлшері қажет болған жағдайда. Полимерлердің жоғары құны оларды қаржылық ресурстары шектеулі жобаларда немесе мұнай өндірудің төмен тиімділіктігі жағдайында пайдалануды шектеуі мүмкін. Полимердің тұтқырлығын арттырудың мұнай шығаруға әсерін бағалау үшін қабат сұйықтығына енгізілетін полимердің көлемін есептеу жүргізілді. Сұйықтықтың дебиті (тәулігіне 1000 баррель), қабаттың орташа қысымы (2500 psi), қанықтыру қысымы (1500 psi), полимердің тұтқырлығы (10 cP) және полимерді енгізу уақыты (24 сағат) туралы мәліметтермен келесі формуланы қолдануға болады (1). Мәндерді ауыстырғаннан кейін формула түрлендіріледі:

$$M_p = \frac{1000 \cdot (2500 - 1500)}{10 \cdot 24} = 4166.67 \text{ баррель} \quad (5)$$

Осылайша, осы жоба үшін қажетті полимер көлемі 4166.67 баррельді құрайды. Бұл есептеу полимерлерді пайдалануды оңтайландыруға және ағынды түзету технологияларында максималды тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Алайда, полимерлердің жоғары шығындары айтарлықтай қаржылық ауыртпалыққа айналуы мүмкін және олардың тиімділігі төмен жобаларда қолданылуын шектеуі мүмкін.

Сонымен қатар, полимерлерді қолданудың экономикалық тиімділігі көптеген факторларға байланысты, соның ішінде процестердің технологиялық күрделілігі, ұңғымаларды пайдалану ұзақтығы, жабдықты пайдалану және техникалық қызмет көрсету құны, сонымен қатар полимерлі ерітінділерді тасымалдау және сақтау шығындары.

Экономикалық тәуекелдерді азайту және ағынды түзету технологияларында (РСТ) полимерлік технологияларды қолдану шығындарын оңтайландыру үшін жобаны алдын ала экономикалық бағалауды жүргізу маңызды. Бұл полимерлердің шығындарын талдауды және оларды мұнай өндірудің артуы мен пайдалану шығындарының төмендеуінен күтілетін экономикалық пайдамен салыстыруды қамтиды. Полимерлерді қолданар алдында өндірілген судың көлемі 5000 баррель, ал өндірілген мұнай көлемі 10000 баррель болды. Полимерлерді қолданғаннан кейін өндірілген судың көлемі 3000 баррельге дейін азайды, ал мұнай көлемі 10000 баррель деңгейінде өзгеріссіз қалды. Мұнай өндірісінің өсуін бағалау үшін (6) формула қолданылды. Мән стендінің соңы алынды:

$$EOR = \frac{1}{1 - \frac{3000}{10000}} = 1,43 \quad (6)$$

Бұл мән мұнай өндірудің ұлғаюы 1.4286 немесе 142.86% болғанын көрсетеді. Бұл полимерлерді қолдану мұнай өндіруді шамамен 43% -ға арттыруға мүмкіндік бергенін көрсетеді, бұл мұнайдың кеуектерден тиімдірек вытысуын білдіреді. РСТ-де полимерлік технологиялардың айтарлықтай технологиялық артықшылықтарына қарамастан, бұл әдістерді енгізу қол жеткізілген технологиялық нәтижелер мен жобаның экономикалық орындылығы арасындағы тепе-теңдікті қажет етеді. Су тасқыны жоғары кен орындарындағы жобаларда полимерлерді пайдалану мұнай өндіру процестерін оңтайландыруда шешуші рөл атқарады. Мұндай кен орындарына тән ұңғымадағы судың жоғары концентрациясы жағдайында полимерлер судың шығуын азайту үшін қолданылады. Бұған қабаттық сұйықтықтардың тұтқырлығын арттыру арқылы қол жеткізіледі, бұл суды тиімдірек ығыстыруға және сонымен бірге қабаттың кеуекті кеңістігінен мұнайдың ығыстыруын жақсартуға мүмкіндік береді. Полимерлі ерітінділер су ағынын азайту және мұнайдың ығыстыру тиімділігін арттыру үшін қолданылады. Егер қабаттың суының бастапқы қанықтылығы $S_{wi} = 0.7$ болса, ал полимерді қолданғаннан кейін қабат суының қанықтылығы $S_{wf} = 0.5$. Бұдан кейін су шығынының азайту коэффициенті тең болады:

$$R_{cy} = \frac{1 - \frac{1}{0.7}}{1 - \frac{1}{0.5}} = 0,4 \quad (7)$$

Есептеу су шығарудың 0,4-ке төмендегенін көрсетті, бұл мұнайды ығыстыру үдерісінің сапасын жақсартты. Бұл дегеніміз, полимерлі ерітінділерді қолдану судың шығуын 40% төмендетуге мүмкіндік берді.

Су тасқыны жоғары кен орындарындағы жобаларда полимерлерді пайдалану мұнай өндіру процестерін оңтайландыруда шешуші рөл атқарады. Мұндай жағдайларда ұңғымалар судың жоғары концентрациясымен сипатталатын болса, полимерлер судың шығуын азайту үшін қолданылады. Бұл қойнауқат сұйықтықтарының тұтқырлығын арттыру арқылы жүзеге асырылады, бұл суды тиімдірек ығыстыруға және сонымен бірге қабаттың кеуекті кеңістігінен мұнайдың ығыстыруын жақсартуға мүмкіндік береді. Полимерлі ерітінділер су ағынын азайтуға және мұнайдың ығыстыру тиімділігін арттыруға көмектеседі. Егер бастапқыда қабаттың су қанықтылығы $S_{wi} = 0.7$ болса және полимерді қолданғаннан кейін су қанықтылығы $S_{wf} = 0.5$ дейін төмендесе, су шығымдылығының төмендеу коэффициентін есептеуге болады. Егер мәндерді (8) формулаға ауыстырсаңыз.

$$R_{cy} = \frac{\frac{1}{0,7} \cdot \frac{1}{0,5}}{\frac{1}{0,7}} = 0,4 \quad (8)$$

Нәтиже теріс, бұл су шығымдылығының 0.4 немесе 40% төмендегенін көрсетеді. Бұл дегеніміз, полимерлі ерітінділерді қолдану судың шығуын 40% -ға төмендетіп, мұнайдың қанығу процесінің сапасын жақсартып, өндірудің жалпы тиімділігін арттырды. Осылайша, жоғары сулану жағдайында полимерлерді қолдану мұнайды алу процесін едәуір жақсартады, өндірілген сұйықтықтағы судың үлесін азайтады және мұнайды қабаттан шығару тиімділігін арттырады.

Мұндай жағдайларда полимерлерді қолдану өндірілетін су көлемінің айтарлықтай төмендеуіне ықпал етеді, бұл қоршаған ортаға әсерді және оны жою мен өңдеу шығындарын азайта отырып, экологиялық маңызы бар. Бұл сонымен қатар суды айдау мен өңдеуге кететін энергияны азайтады, бұл өз кезегінде жобаның экономикалық көрсеткіштерін жақсартады.

Су тасқыны жоғары жобаларда полимерлерді пайдаланудың маңызды аспектісі полимердің оңтайлы түрін және оның ерітіндідегі концентрациясын таңдау қажеттілігі болып табылады, бұл суды ығыстыру және мұнай өндіруді жақсарту процесінің максималды тиімділігін қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, ұңғымаларды пайдалану кезінде полимерлі ерітіндінің үйлесімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қабаттың геологиялық құрылымының ерекшеліктерін және қабаттық сұйықтықтардың химиялық құрамын ескеру қажет.

Су тасқыны жоғары кен орындарындағы жобаларда полимерлік технологияларды қолдану мұнай өндірудің тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар экологиялық әсерді азайтуға және өндірістік процестерге экономикалық шығындарды оңтайландыруға ықпал етеді.

Профильдері технологияларында полимерлерді пайдалану мұнай өндіру процестерін оңтайландырудың тиімді әдісін ұсынады. Қатаюдың тосқауылдар жасау үшін полимерлі ерітінділерді қолдану ұңғымалардағы сүзу профилін бақылауды едәуір жақсартуға мүмкіндік береді. Мысалы, таяу шығыстағы кен орнындағы жобада полиакриламидтерді қолдану судың ерте енуіне жол бермейтін және мұнайдың ығыстыруын жақсартатын тұрақты қатаюлар жасауға мүмкіндік берді [13].

Полимерлер қабаттағы сүзгі ағындарын басқаруда маңызды рөл атқарады, бұл қажетсіз арналардың пайда болуын азайтуға және ығыстыру профилін жақсартуға көмектеседі. Полимерлерді тиімді қолдану үшін олардың пластикке таралуын дұрыс бағалау маңызды. Бұл жағдайда енгізілген полимердің көлемі 5000 баррельді құрайды, ал полимердің қабатпен жанасу ауданы 1000 м² құрайды.

Полимердің қабатпен жанасу аймағының ұзындығын есептеу үшін келесі формула қолданылады (9).

$$L_{\text{пол.}} = \frac{5000}{1000} = 5\text{м} \quad (9)$$

Бұл полимермен жанасу аймағының ұзындығы 5 метр екенін білдіреді. Бұл есептеу полимердің осы ұзындықта пластмассаға тиімді бөлінетіндігін растайды. Полимерлі ерітіндінің бұл біркелкі таралуы қажетсіз арналардың пайда болуын азайту

және сүзгі ағындарын басқару тиімділігін арттыру арқылы есу профилін жақсартуға ықпал етеді. Полимерлерді қолданатын профильдеу технологиялары сонымен қатар қабатта инъекциялық сұйықтықтардың біркелкі таралуына ықпал етеді, бұл көмірсутектерді өндіру тиімділігін айтарлықтай арттырады. Бұл тәсіл ұңғымаларды пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтып қана қоймайды, сонымен қатар қоршаған ортаға әсерді азайту арқылы өндірістің экологиялық көрсеткіштерін жақсартады. Полимерлі ерітінділермен профильдеу технологияларын қолдану әртүрлі геологиялық жағдайлар мен климаттық аймақтарда көмірсутектерді өндіру процестерінің технологиялық икемділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ете отырып, қазіргі мұнай өндіру өнеркәсібінде айтарлықтай әлеуетті көрсетеді.

Ағынды түзету технологияларында полимерлі қосылыстарды қолдану мұнай мен газ өндірудің тиімділігін арттырудың айтарлықтай әлеуетін көрсетеді. Технологиялық және экономикалық артықшылықтарды, сондай-ақ экологиялық артықшылықтарды ескере отырып, полимерлер мұнай өндіруді арттырудың заманауи әдістерінің негізгі құрамдас бөлігі бола алады. Дегенмен, оларды тиімді пайдалану үшін температура тұрақтылығына, үйлесімділікке және экономикалық аспектілерге қатысты шектеулер мен қиындықтарды ескеру қажет.

Ағынды түзету технологияларында полимер құрамын қолдану мұнай өндірудің тиімділігін арттыру саласындағы маңызды қадам болып табылады. Полимерлер қабат сұйықтықтарының қасиеттерін жақсартуда шешуші рөл атқарады, бұл өз кезегінде мұнайдың қабаттан тиімді ығыстыруына ықпал етеді. Полимерлердің тұтқырлығы су мен мұнай арасындағы ұтқырлық айырмашылығын азайтуға мүмкіндік береді, бұл мұнайдың біркелкі және тұрақты вытысуын қамтамасыз етеді, «арна ағыны» құбылыстарын азайтады және соңғы мұнай шығаруды арттырады. Мұнда нәтижелер ағынды түзету технологияларында полимерлі қосылыстарды қолдану мұнай өндірудің тиімділігін арттыруда шешуші рөл атқаратынын растады. Бұл қосылыстар мұнай сұйықтықтарының тұтқырлығын төмендетуге көмектеседі, бұл олардың ағындық өнімділігін жақсартады және олардың қабат арқылы қозғалуын жеңілдетеді. Осылайша, мұнай өндіру экономикасы мен геологиялық Күрделі кен орындары үшін маңызды болып табылатын өндіру жылдамдығы мен көлемінің айтарлықтай өсуіне қол жеткізілді [14]. Полимерлі қосылыстар қабат сұйықтықтарының қасиеттерін жақсартуда, әсіресе қабаттың төмен өткізгіштігі жағдайында шешуші рөл атқаратындығы зерттелді. Олар мұнайдың ұтқырлығын жақсарту және қабаттағы ағынға төзімділікті төмендету арқылы оның қалпына келу дәрежесін арттыруға ықпал етеді. Бұл минималды пайдалану шығындарымен мұнай ресурстарын неғұрлым тұрақты және тиімді пайдалануды қамтамасыз ете отырып, өндіру жобаларының мұнай өнімділігі мен экономикалық тиімділігін айтарлықтай арттырады. Айта кету керек, полимерлі композицияларды сәтті қолдану нақты кен орны мен пайдалану жағдайларының ерекшеліктеріне байланысты композицияны және оның концентрациясын дұрыс таңдауға байланысты. Бұл мұнай сұйықтықтарының геологиялық деректері мен химиялық қасиеттерін терең талдауды қажет етеді, бұл әр жобаға жеке көзқарас пен қолданылатын материалдардың сапасын бақылау қажеттілігін көрсетеді.

Су шығынын азайту полимерлі қосылыстарды қолданудың тағы бір маңызды артықшылығы болып табылады. Полимерлі ерітінділер көтерілген судың көлемін азай-

туға көмектеседі, бұл әсіресе ұңғымалардың жоғары сулануы жағдайында маңызды. Бұған полимерлі ерітінділердің тұтқырлығын арттыру арқылы қол жеткізіледі, бұл судың ағып кетуіне жол бермейді және мұнайдың көп бөлігін ығыстыруға көмектеседі. Осылайша, полимерлерді қолдану мұнай өндіруді жақсартып қана қоймайды, сонымен қатар суды айдау және өңдеу көлемін азайту арқылы қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектеседі. Бұл аспект көптеген ғалымдардың назарын аударды, олардың арасында ұңғымалардың жоғары сулануы проблемасы мұнайды тиімді өндіру үшін маңызды сынақ болып табылады, өйткені бұл мұнаймен бірге көтерілетін су көлемінің айтарлықтай өсуіне әкеледі. Полимерлі қосылыстар селективтілікті жақсарту және су қабаттарының өткізгіштігін төмендету арқылы су шығынын азайту үшін сәтті қолданылады. Бұған суды ұстап тұратын және тек мұнайды өткізетін катаюдик тосқауылдарды құру арқылы қол жеткізіледі, бұл өндіріс тиімділігін едәуір арттырады және суды өңдеу мен шығарудың операциялық шығындарын азайтады. Мұнай өндіру процестерінде полимерлі ерітінділерді қолданудың да экологиялық пайдасы бар деген қорытындыға келді. Бұл көтерілетін судың көлемін азайтуға мүмкіндік береді, бұл қоршаған ортаға, әсіресе су ресурстары шектеулі аймақтарға әсерін азайтады. Сонымен қатар, көтерілген су көлемінің азаюы оны өңдеу және кәдеге жарату шығындарын айтарлықтай төмендетеді, бұл өндіріс процестерін экология тұрғысынан үнемді және тұрақты етеді. Бұл нәтижелер жоғарыда келтірілген зерттеуді растайды, өйткені олар мұнай кен орындарын пайдаланудың нақты жағдайында полимерлі қосылыстардың практикалық тиімділігін көрсетеді. Полимерлі қосылыстар ағындық өнімділікті жақсартып, мұнай сұйықтықтарының тұтқырлығын төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар жалпы мұнай өнімділігі мен экономикалық тиімділікті арттыру үшін маңызды болып табылатын су шығынын айтарлықтай азайтады. Бұл оң әсерлер әртүрлі геологиялық және климаттық жағдайларда байқалады, бұл осы технологиялардың әмбебаптығы мен икемділігін көрсетеді.

Полимерлерді қолданудың экономикалық және экологиялық артықшылықтары оларды қолдануда да маңызды рөл атқарады. Мұнай өндіруді жақсарту жаңа ұңғымаларды бұрғылаусыз мұнай өндіруді арттыруға мүмкіндік береді, бұл күрделі шығындарды айтарлықтай төмендетеді. Сонымен қатар, су шығынын азайту көтерілетін және өңделетін судың көлемін азайтады, бұл операциялық шығындарды азайтады және қоршаған ортаға әсерді азайтады. Полимердің құрамын қабаттың нақты жағдайларына бейімдеу мүмкіндігі Қосымша технологиялық икемділік пен процестерді онтайландыруды қамтамасыз етеді. Өз кезегінде Мұнай өндірісінде полимерлі қосылыстарды қолдану айтарлықтай экономикалық және экологиялық пайда әкеледі деген қорытындыға келді. Экономикалық тұрғыдан полимерлер мұнай өндіруді арттыруға мүмкіндік береді, бұл кен орындарының жалпы өнімділігін арттырады және мұнай өндіру шығындарын азайтады. Бұған сұйықтықтардың ағындық өнімділігін жақсарту және жаңа ұңғымаларды бұрғылау қажеттілігін азайту арқылы қол жеткізіледі. Экологиялық артықшылықтарға көтерілген су көлемінің төмендеуі жатады, бұл су ресурстарына жүктемені азайтады және оны тазарту мен кәдеге жарату шығындарын азайтады. Сонымен қатар, кейбір полимерлі қосылыстар биологиялық ыдырайтын немесе қайта пайдалануға жарамды, бұл қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектеседі. Бұған қоса, зерттеу полимерлі қосылыстар жоғары техноло-

гиялық икемділікті ұсынады, бұл өндіру әдістерін әртүрлі кен орындарының нақты жағдайларына бейімдеуге мүмкіндік береді. Бұл күрделі геологиялық қабаттардан мұнай алуды жақсартып отырып, ағынды түзету процестерін тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Полимерлік технологиялардың икемділігі сонымен қатар қымбат технологиялық жаңартуларға қажеттілікті азайту және энергия мен материалдар шығындарын азайту арқылы күрделі және пайдалану шығындарын азайтуға ықпал етеді. Осылайша, полимерлі қосылыстарды пайдалану мұнай өндірудің экономикалық тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар оның экологиялық ізін азайту арқылы саланың тұрақты дамуына ықпал етеді [15]. Зерттеу нәтижелерін талдау кезінде мұнай өндірісінде полимерлі қосылыстарды қолдану өндірістік процестердің тиімділігі мен тұрақтылығын едәуір арттыратыны белгілі болды. Полимерлер мұнай шығаруды жақсартады, су шығаруды азайтады және әртүрлі қабат жағдайларына бейімделеді, бұл олардың әмбебаптығы мен экономикалық орындылығын растайды. Полимерлі қосылыстардың технологиялық икемділігі күрделі және пайдалану шығындарын азайта отырып, ағынды түзету процестерін тиімді басқаруға мүмкіндік береді.

Дегенмен, полимерлі қосылыстарды қолдануға байланысты белгілі бір қоңыраулар бар. Кейбір полимерлердің температуралық тұрақтылығы оларды терең және жоғары температуралы ұңғымаларда пайдалануды шектеуі мүмкін. Барлық полимерлер қабат сұйықтықтарының химиялық құрамымен үйлесімді емес, бұл қолданар алдында мұқият іріктеуді және сынауды қажет етеді. Экономикалық аспектілер де маңызды рөл атқарады, өйткені кейбір полимерлердің жоғары құны оларды бірқатар жобаларда қолдануды шектеуі мүмкін. Тұтастай алғанда, осы қиындықтарға қарамастан, полимерлік технологиялардың мұнай өндірудің тиімділігін арттырудағы әлеуеті жоғары болып қала береді, бұл оларды қазіргі мұнай өндіруде маңызды құралға айналдырады.

Қорытынды. Ағынды түзету технологияларын жүзеге асыруда полимер құрамын қолдануды талдау полимерлердің мұнай өндіруді жақсартудың және су шығынын азайтудың тиімді құралы екенін көрсетеді. Оларды пайдалану жаңа ұңғымаларды бұрғылау қажеттілігін болдырмай, өндірілетін мұнай көлемін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Бұл күрделі шығындарды азайтып қана қоймайды, сонымен қатар жаңа кен орындарын игеруге байланысты экологиялық әсерді азайтады.


Полимерлердің маңызды артықшылығы – қажетсіз арналардың пайда болуына жол бермей, қысым мен сұйықтық ағынының біркелкі таралуын қамтамасыз ете отырып, олардың қабаттағы сүзгі ағындарын жақсарту қабілеті. Бұл мұнайдың толық өндірілуіне және қабаттағы көмірсутектердің жоғалуын азайтуға ықпал етеді. Технологиялық процестерде қалыптасқан полимерлі гельдік кедергілересу профилін басқаруда және су ағындарының алдын алуда шешуші рөл атқарады.

Нәтижелер ағынды түзету технологияларында аталған полимерлі қосылыстарды пайдалану мұнай өндіру процестерінің тиімділігін едәуір арттыратынын және су шығынын азайту және қоршаған ортаға әсерді азайту арқылы экологиялық көрсеткіштерді жақсартатынын растайды. Синтетикалық полимерлерді тұтқырлық пен тұрақтылықтың оңтайлы тепе-теңдігіне қол жеткізу үшін өзгертуге болады, бұл оларды жобалардың нақты талаптарына бейімдеуге мүмкіндік береді.

Полимерлерді пайдаланудың экономикалық және экологиялық пайдасы да маңызды факторлар болып табылады. Су шығынын азайту көтерілетін және өңделетін

судың көлемін азайтады, бұл операциялық шығындарды азайтады және қоршаған ортаға әсерді азайтады. Полимердің құрамын қабаттың нақты жағдайларына бейімдеу мүмкіндігі Қосымша технологиялық икемділік пен процестерді оңтайландыруды қамтамасыз етеді.

Осылайша, полимерлі қосылыстар мұнай мен газ өндірудің тиімділігін арттырудың перспективалы бағытын білдіреді. Оларды қолдану жобалардың экономикалық көрсеткіштерін жақсартып қана қоймай, табиғи ресурстарды неғұрлым тұрақты және экологиялық жауапты басқаруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Полимерлі қосылыстарды қолданудың экожүйелерге ұзақ мерзімді әсерін және олардың әртүрлі табиғи жағдайларда тиімді биологиялық ыдырау қабілетін одан әрі зерттеу қажет. Бұл зерттеудің шектеулерінің бірі-нақты өндірістік жағдайларда полимерлі қосылыстарды қолданудың ұзақ мерзімді салдары туралы деректердің шектеулі болуы. 

ӘДЕБИЕТ

- 1 Akhymbayeva B., Employment of mud-pulse generator for improvement of efficiency of a wellbore producing in complex mining and geological conditions // *Petroleum Research*, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2023.07.004>
- 2 Akhymbayeva B.S., Akhymbayev D.G., Naurzybayeva, D.K., Mauletbekova, B.K., The process of crack propagation during rotary percussion drilling of hard rocks // *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 2021, 9(4), pp. 392-416. <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v9i4.2295>
- 3 Tavakkoli, O., Kamyab, H., Shariati, M., Mohamed, A. M., & Junin, R. (2022). Effect of nanoparticles on the performance of polymer/surfactant flooding for enhanced oil recovery: A review. *Fuel*, 312, 122867. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236121027289>
- 4 Bashir, A., Haddad, A. S., & Rafati, R. (2022). A review of fluid displacement mechanisms in surfactant-based chemical enhanced oil recovery processes: Analyses of key influencing factors. *Petroleum Science*, 19(3), 1211-1235. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1995822621001552>
- 5 Kang, W., Kang, X., Lashari, Z. A., Li, Z., Zhou, B., Yang, H., ... & Aidarova, S. (2021). Progress of polymer gels for conformance control in oilfield. *Advances in Colloid and Interface Science*, 289, 102363. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000186862100004X>
- 6 Zhao, Y., Yin, S., Seright, R. S., Ning, S., Zhang, Y., & Bai, B. (2021). Enhancing heavy-oil-recovery efficiency by combining low-salinity-water and polymer flooding. *SPE Journal*, 26(03), 1535-1551. <https://onepetro.org/SJ/article-abstract/26/03/1535/453855/Enhancing-Heavy-Oil-Recovery-Efficiency-by>
- 7 Al-Anssari, S., Ali, M., Alajmi, M., Akhondzadeh, H., Khaksar Manshad, A., Kalantariasl, A., ... & Keshavarz, A. (2021). Synergistic effect of nanoparticles and polymers on the rheological properties of injection fluids: implications for enhanced oil recovery. *Energy & Fuels*, 35(7), 6125-6135. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.energyfuels.1c00105>
- 8 Ma, J., Pang, S., Zhang, Z., Xia, B., & An, Y. (2021). Experimental study on the polymer/graphene oxide composite as a fluid loss agent for water-based drilling fluids. *ACS omega*, 6(14), <http://pubs.acs.org/journal/acsodf?ref=pdf>

- 9 Loo, S. L., Vásquez, L., Athanassiou, A., & Fragouli, D. (2021). Polymeric hydrogels—a promising platform in enhancing water security for a sustainable future. *Advanced Materials Interfaces*, 8(24), 2100580. <https://doi.org/10.1002/admi.202100580>
- 10 Balaga, D. K., & Kulkarni, S. D. (2022). A review of synthetic polymers as filtration control additives for water-based drilling fluids for high-temperature applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 215, 110712. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0920410522005794>
- 11 Lai, N., Zhao, J., Zhu, Y., Wen, Y., Huang, Y., & Han, J. (2021). Influence of different oil types on the stability and oil displacement performance of gel foams. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 630, 127674. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775721015430>
- 12 Salam, A. H., Alsaif, B., Hussain, S. M. S., Khan, S., Kamal, M. S., Patil, S., ... & Hassan, A. M. (2024). Advances in Understanding Polymer Retention in Reservoir Rocks: A Comprehensive Review. *Polymer Reviews*, 1-27. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15583724.2024.2373925>
- 13 Abou-alfitooh, S. A., & El-hoshoudy, A. N. (2024). Eco-friendly modified biopolymers for enhancing oil production: a review. *Journal of Polymers and the Environment*, 32(5), 2457-2483. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10924-023-03132-1>
- 14 Gowthaman, N. S. K., Lim, H. N., Sreeraj, T. R., Amalraj, A., & Gopi, S. (2021). Advantages of biopolymers over synthetic polymers: social, economic, and environmental aspects. In *Biopolymers and their industrial applications* (pp. 351-372). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128192405000158>
- 15 Silva, J. A. C., Grilo, L. M., Gandini, A., & Lacerda, T. M. (2021). The prospering of macromolecular materials based on plant oils within the blooming field of polymers from renewable resources. *Polymers*, 13(11), 1722. <https://www.mdpi.com/2073-4360/13/11/1722>