

8D07210 (6D070800) – Мұнай-газ ісі білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған Хадиева Әлбина Сағынғалиқызының «Жоғары тұтқырлы мұнай кеніштерінде физика-химиялық әсер ету технологиясының тиімділігін арттыру» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысына

## АНДАТПА

**Жұмыстың өзектілігі.** Мұнай кен орындарын тиімді игеру мәселесі, әсіресе дамушы елдерде мұнай мен мұнай өнімдеріне сұраныстың артуына байланысты өзекті болып отыр. Мұнай кен орындарының сарқылуы және қабаттардың төмен өткізгіштігі жағдайында дәстүрлі су айдау технологияларының тиімділігі шектеулі болып келеді.

Қазіргі таңда мұнай өндіру саласында қабаттардың мұнай бергіштік коэффициентін (МБК) арттыру үшін су-мұнаймен қаныққан қабаттарға белсенді әсер ету әдістерін қолдану маңызды. Бұл әдістер қабаттардағы сұйықтықтардың қозғалысын қайта бөлуге және су айдау арқылы қамтылуын арттыруға мүмкіндік береді, осылайша, мұнай қорларын тиімді өндіруге жол ашады. Ғылыми-техникалық тұрғыдан алғанда бұл маңызды міндет, өйткені ол мұнай кен орындарын ұзақ мерзімде тиімді пайдалануға септігін тигізеді.

Жыл сайын мұнай мен мұнай өнімдерін пайдалану көлемі артып келеді, әсіресе экономикасы дамып, өркендеп келе жатқан елдерде бұл айқын байқалады. Біздің көптеген кен орындарымыз қабатқа сұйықтық айдау әдісімен игерілуде. Сондықтан тұрақты энергиямен қамтамасыз ету мақсатында сарқылған мұнай кен орындарын игеру мәселесі өзекті болып табылады.

Қазақстанның көптеген мұнай кен орындарында кездесетін жоғары тұтқырлықты және шайырлы мұнайды тиімді өндіру – маңызды әрі күрделі міндеттердің бірі. Мұнайдың тұтқырлығы оның қабат арқылы сүзілудегі белсенділігіне тікелей әсер етеді, бұл өз кезегінде өндіруші ұнғымалардың мұнай өнімі мен түпкілікті мұнай өндіру көрсеткіштерін анықтайды. Жоғары тұтқырлықты мұнай қабаттарында табиғи игеру режимінде мұнайдың бастапқы геологиялық қорларының тек 10%-ы ғана өндіріледі, бұл мұнайбергіштік коэффициентінің төмен екенін көрсетеді. Мұндай кен орындарында су айдауды қолдану үлкен тиімділік көрсетпейді. Сондықтан, су айдау арқылы қабаттың мұнай бергіштік коэффициентін арттыру және қалдық мұнаймен қанығу коэффициентін азайту арқылы тұтқырлығы жоғары мұнайды алу тиімділігін арттыру технологияларын жетілдіру қажеттілігі туындайды. Капиллярлық және адсорбциялық күштер арқылы қабатта болатын қалдық мұнайдың қанығуын төмендету үшін үшіншілік әдістерді қолдану ұсынылады. Үшіншілік әдістерге жылу, физикалық, химиялық, гидродинамикалық, газ айдау, акустикалық, бактериялық тәсілдер жатады. Мұнай қабатына химиялық әдістермен әсер етуге беттік белсенді заттар, полимерлер, сілтілер, қышқылдар және т.б. жатады. Бұл әдістерді жеке

қолдануға да, басқа әдістермен біріктіріп қолдануға да болады, бұл мұнай өндіру тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Мұнай өндіруді тұрақтандырудың ең тиімді және келешек үшін маңызды әдістерінің бірі – полимерлі композицияларды айдауға негізделген физика-химиялық технологиялар. Бұл әдістер мұнай қабаттарының өткізгіштігін реттеп, мұнайдың қозғалысын жеңілдетеді және өндіру тиімділігін арттырады.

Полимерлік әсер ету әдістері ішінде мұнай өндіру көлемінің төмендеу қарқынын бәсеңдету және қорларды ұлғайту тұрғысынан ең нәтижелі технология– полимерлерді қолдануға негізделген әдістер болып табылады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қабатқа аралас әдістермен әсер ету нұсқалары нақты жағдайларда жүзеге асыру үшін ең қолайлы болып табылады. Бұл әдістер қабаттардың геологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, мұнай өндірудің тиімділігін қамтамасыз етеді.

Алайда, технологияларды одан әрі жетілдіру және олардың тиімділігін арттыру үшін қосымша эксперименттік және кәсіптік зерттеулер жүргізу қажет. Бұл зерттеулер полимерлік әдістердің нақты кен орындарындағы қолдану мүмкіндіктерін және олардың ұзақ мерзімді әсерін анықтауға көмектеседі.

#### **Зерттеу жұмысының қажеттілігінің негіздемесі.**

Мұнай мен мұнай өнімдеріне сұраныс жыл сайын артып келеді, әсіресе экономикасы дамып келе жатқан елдерде бұл үрдіс айқын байқалады. Қазіргі таңда мұнай кен орындарының 90%-ы қабатқа сұйықтық айдау әдісі арқылы игеріледі. Алайда, мұндай әдістердің тиімділігі уақыт өте келе төмендейді, бұл мұнай өндірудің тұрақтылығына қауіп төндіреді. Сондықтан, тұрақты энергиямен қамтамасыз ету мақсатында сарқылған мұнай кен орындарын тиімді игеру мәселесі өзекті болып отыр. Бұл мәселені шешу үшін жаңа технологияларды, соның ішінде полимерлі композицияларды қолдану арқылы мұнай өндірудің тиімділігін арттыру қажеттілігі туындап отыр.

**Диссертацияның мақсаты.** Жоғары тұтқырлы мұнай кен орындарын игеру тиімділігін арттыру мақсатында полимерлі композициялармен, сондай-ақ полиакриламидпен біріктірілген электрохимиялық модификацияланған су мен су-газ қоспасын пайдалану негізінде жүргізілетін кешенді технологиялық әсердің тиімділігін ғылыми негіздеу және тәжірибелік тұрғыдан зерттеу.

**Зерттеу нысаны.** Қаламқас кен орнындағы Ю-3С және Ю-4С жоғары тұтқырлы мұнай қабаттары.

**Зерттеу пәні** – мұнай-газ қабаттарына әсер етудің физика-химиялық әдістері.

#### **Зерттеудің негізгі міндеттері:**

- R-1 және GL-50 маркалы полимерлерді пайдалану арқылы керн үлгілерінен мұнайды ығыстыру процестерін зерттеу;

- Біртекті емес қатпарлы қабат құрылымында жоғары тұтқырлы мұнайды полиакриламид пен электрохимиялық модификацияланған судың кешенді әсері арқылы ығыстыру тиімділігін зерттеу;

- Полиакриламид ерітіндісі мен су газ қоспасының үйлесімді комбинациясын пайдалану арқылы біртекті емес қабаттан жоғары тұтқырлы мұнайды ығыстыру тиімділігін зерттеу;

- Болжау негізінде жасалған кешенді әсер ету технологиясын қолдану арқылы мұнай кен орындарын игеру көрсеткіштерінің техникалық-экономикалық талдауын жүргізу.

**Зерттеу әдістері.** Қойылған міндеттерді шешу барысында теориялық және эксперименттік әдістерді, сондай-ақ сандық зерттеулер мен математикалық модельдеуді үйлестіретін кешенді тәсіл қолданылды. Математикалық модельдеу зерттеу барысында алынған деректерді цифрлық өңдеуге мүмкіндік берді. Эксперименттік зерттеулер жуық моделдеу негізінде жүргізілді, бұл жағдайда физика-химиялық процестердің математикалық модельдері құрылып, олардың нақты жағдайларға әсері бағаланды. Сонымен қатар, T-Navigator бағдарламалық құралы мен жасалынған модельдер арқылы алынған деректер жүйелі түрде талданып, эксперименттік нәтижелерімен салыстырылды. Мұндай өндіру тәсілдерін зерттеу процесінде түрлі факторлардың әсерін модельдеу арқылы ең тиімді шешімдерді табуға мүмкіндік берді. Зертханалық және эксперименттік зерттеулерді орындау барысында келесі аспаптар мен қондырғылар пайдаланылды: LXRT-400T қондырғысы, MCR 702 TwinDrive автоматты реометрі, Брукфильд вискозиметрі, Дин-Старк аппараты және UltraPorePerm 500 порозиметрі.

#### **Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер.**

1. GL-50 және R-1 маркалы полимерлерді 1,5 г/л концентрацияда қолданудың Каламқас кен орнының мұнай қорларына әсер ету тиімділігін арттырудағы рөлі ғылыми негізделді. Эксперименттік мәліметтер бұл полимерлердің мұнайды ығыстырудағы тиімділігін нақты растады.

2. Біртекті емес қатпарлы қабаттың құрылымына әсер етудің кешенді технологиясының 0,25% концентрациялы полимер ерітіндісі мен электрохимиялық модификацияланған суды қолданудың тиімділігі ғылыми тұрғыдан негізделді. Тәжірибелік зерттеулер нәтижелері бойынша мұнай бергіштік коэффициенті орташа есеппен 8%-ға артқаны анықталды.

3. Жоғары тұтқырлы мұнай кен орындарына полиакриламид (ПАА) 0,25 % концентрациядағы ерітіндісі мен су–газ эмульсиясын қамтитын кешенді әсер ету әдісінің тиімділігі дәлелденді. Бұл технологияны енгізу мұнай бергіштік коэффициентін 17-32,9% аралығында арттыруға мүмкіндік берді.

4. Кешенді әсер ету технологиясын қолдануға негізделген технико-экономикалық талдау жүргізілді, ол алдын ала болжамға негізделген отырып есептелді. Бұл талдау ұсынылған әдістің экономикалық тиімділігін растап, мұнай өндіру шығындарын азайтып, жалпы алынатын мұнай көлемін ұлғайту мүмкіндігін көрсетті.

#### **Жұмыстың ғылыми жаңалығы.**

1. Жоғары тұтқырлы мұнай кен орындарына әсер ету тиімділігін арттыру мақсатында R-1 және GL-50 маркалы полимерлерді 1,5 г/л

концентрацияда қолдануға негізделді, бұл қиын өндірілетін қорларды игеруде қолданбалы маңызға ие және технологиялық тиімділікті арттыруға ықпал етеді.

2. Электрохимиялық модификацияланған су негізінде 0,25% концентрациялы полимерлік композицияларды пайдалана отырып, біртекті емес қабаттарға әсер етудің кешенді әдісі әзірленді. Бұл әдіс жоғары өткізгіштікке ие қабаттардан мұнай алу коэффициентін орташа есеппен 20%-ға, ал төмен өткізгіштікке ие қабаттардан 26%-ға арттыруға мүмкіндік береді. Аталған әдіс төмен өткізгішті қабаттарға әсер ету тиімділігін арттыратын жаңа технологиялық шешім болып табылады.

3. Қабатқа әсер ету үшін 0,25% және 0,5% полимерлік композициялар қосылған су-газ қоспасын қолдануға негізделген кешенді технология ұсынылды. Құрамында 0,25% және 0,5% полимерлі композициялары бар су-газ қоспасын пайдалануға негізінделген. Бұл технология мұнай бергіштік коэффициентін сәйкесінше 32,4% және 32,9%-ға арттыруға мүмкіндік береді. Аталған тәсіл қиын өндірілетін қорларды тиімді игеруге, өндіріс шығындарын азайтуға және жоғары тұтқырлы мұнай өндіру көлемін ұлғайтуға септігін тигізеді.

**Жұмыстың практикалық маңыздылығы.** Осы жұмыстың ғылыми жаңалығы полимерлі құрамдар негізіндегі кешенді технологияларды әртүрлі геологиялық-физикалық жағдайларда қолдану арқылы мұнай кен орындарын игеру механизмдері туралы түсініктерді толықтыруға және жетілдіруге мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері «Үшкүю» АҚ компаниясының технологиялық кеңестерінде талқыланып, оларды Қазақстанның мұнай кен орындарында қолдануға оң қорытынды мен ұсынымдар берілді. Мұндай тәсіл полимерлік технологияларды пайдалану арқылы мұнай өндіру көлемін арттыруға және кен орындарын игерудің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер мұнай өнеркәсібіндегі өндіріс тиімділігін арттыруға және ұлттық экономиканың дамуына үлес қосады.

**Ғылыми даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі.** Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Үкіметінің Жоғары ғылыми-техникалық комиссиясы бекіткен ғылыми дамудың басым бағыттарының біріне сәйкес келеді. Атап айтқанда, бұл жұмыс 1) "Экология, қоршаған орта және табиғи ресурстарды тиімді пайдалану" бағытына, оның ішінде 21) "Мұнай және газ кен орындарын игеру және пайдалану" бағытына сай келеді. Зерттеу нәтижелері мұнай өндірудің тиімділігін арттыруға және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға бағытталған, бұл мемлекетіміздің стратегиялық мақсаттарына және ғылыми-техникалық дамудың басым бағыттарына толық сәйкес келеді.

**Автордың жеке үлесі:** эксперименттік және теориялық зерттеулерді жүргізу, өлшеу нәтижелерін сипаттау және оларды өңдеу, сондай-ақ зерттеу нәтижелерін ғылыми мақалалар ретінде жариялауға қатысу арқылы көрінеді. Сонымен қатар, автор зерттеу нәтижелерін ғылыми конференцияларда талқылап, ұсынылған мәселелерді тұжырымдау және оның нәтижелерін

талқылау жұмыстарын ғылыми кеңесшілермен бірлесіп атқарды. Осылайша, автор зерттеу процесінің барлық негізгі кезеңдеріне белсенді қатысып, оның нәтижелерін жетілдіруге елеулі үлес қосты

**Нәтижелердің сенімділігі.** Диссертациялық жұмыстың ғылыми қағидаларының, тұжырымдары мен ұсынымдарының дұрыстығы мен негізділігі заманауи зерттеу әдістерін қолдану, алынған нәтижелерді өңдеу және эксперименттік сынақтар арқылы дәлелденді. Сонымен қатар, эксперименттік және есептеу сынақтарының дәлдігі математикалық регрессия тендеулерерін пайдалану негізінде ұқсастық критерияларының сипаттамаларына сүйенеді. Бұл зерттеу нәтижелерінің шынайлығын қамтамасыз етіп, оларды практикада қолдану мүмкіндігін арттырады.

**Негізгі зерттеу нәтижелерінің сипаттамасы:** Жүргізілген эксперименттік зерттеулер келесі тұжырымдар жасауға мүмкіндік берді:

1. Зертханалық сынақтар нәтижелері бойынша 1,5 г/л концентрациясындағы R-1 және GL-50 маркалы полимерлердің сіңіргіштік қасиеттеріне байланысты мұнай ығыстыру коэффициенттері анықталды. Полимерлерді сынау нәтижелері бойынша R-1 маркалы полимерді пайдалану арқылы мұнай ығыстыру коэффициенті 0,667, ал GL-50 маркасы үшін – 0,592 тең болды. Полимерлерді айдаудың бастапқы кезеңдерінде ығыстыру коэффициенттерін салыстыру нәтижесінде R-1 маркалы полимердің мұнайды ығыстыру динамикасы GL-50-ге қарағанда артық екенін көрсетті. Аталған құбылыс R-1 маркалы полимерді пайдаланған жағдайда зерттеу үлгісінің барлық көлденең қимасы бойынша мұнайдың біркелкі ығыстырылуымен түсіндірілді. Ал GL-50 маркалы полимерді қолданғанда мұнай бастапқыда ірі кеуекті арналары арқылы ығыстырыла бастайды. Зертханалық зерттеулер негізінде жоғары тұтқырлы мұнай кеніштеріне R-1 полимерін айдау ұсынылды.

2. Біртекті емес қатпарлы қабаттардың құрылымын ескере отырып, полимер мен католит негізіндегі 0,25% концентрациялы ерітінді композициясының әсер ету технологиясы жетілдірілді. Аталған композицияның мақсаты – мұнайдың реологиялық қасиеттерін өзгерту арқылы мұнай бергіштік коэффициентін арттыруға бағытталды. Жүргізілген зертханалық сынақтардың нәтижесінде, бұл технологияны біртекті және біртекті емес қатпарлы қабатта қолдану кезінде мұнай бергіштік коэффициенті дистилденген сумен және ПАА ерітіндісі айдалған жағдаймен салыстырғанда 8%-ға жоғары екені анықталды.

3. Эксперименттерді жоспарлау барысында регрессиялық және корреляциялық талдау әдістерін қолдану мүмкіндігі көрсетілді. Бұл әдістер тәжірибелік зерттеулердің санын азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, әртүрлі концентрациядағы ПАА жиегінмен мұнайды ығыстыру кезінде мұнай бергіштік коэффициентін анықтауға негіз болады.

4. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде 0,5% концентрациядағы ПАА және су-газ әсерін біріктіретін кешенді ықпал ету әдісі ұсынылды. Бұл әдіс жоғары мұнай кен орындарында мұнай бергіштік коэффициентін 32,9%-ға арттыруға мүмкіндік береді.

5. Екі ұңғыма бойынша ПАА және су-газ әсер ету әдісінің тиімділігі болжау көрсеткіштері негізінде бағаланды. Зерттеу нәтижелері бұл технологияны қолдану қосымша 162 897 мың тонна мұнай өндіруге мүмкіндік беретінін және оның экономикалық тиімділігі 640,681 мың теңгені құрайтынын көрсетті. Техника-экономикалық тиімділік көрсеткіштерінің бағалануы және ұсынылған кешенді әдістің мұнай өндіру көлемін арттыруға ықпал ететінін көрсетті.

**Жұмыс нәтижелерін апробациялау:** Диссертациялық жұмыстың нәтижелері және оның негізгі ережелері халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияларда баяндалып, талқыланды: "Кен орындарының өндірілуі қиын көмірсутектерді игерудің геологиялық және технологиялық аспектілері" (Ақтау, 18.04.2019 ж.), "Каспий маңы мемлекеттерінің халықаралық ынтымақтастығының қаржы- экономикалық және құқықтық аспектілері" (Ақтау, 29.11.2018 ж.), "Кен орындарын өндірілуі қиын көмірсутектер игерудің геологиялық және технологиялық аспектілері" (Ақтау, 18.04.2019 ж.), "Ғылым мен білім берудегі заманауи технологиялар " (Ақтау, 28.04.2021 ж.).

**Жұмыстың өзге ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы.**

Диссертациялық жұмыс ҚР ҒЖБМ Ғылым комитеті қаржыландырған «Тұтқырлығы жоғары мұнай өндіруді қарқындатудың кешенді әдісін жетілдіру» тақырыбы бойынша «Жас ғалым» жобасының аясында орындалды ( AP22685524 ).

**Зерттеу жұмысының жарияланымдары:** Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 14 ғылыми мақалада жарияланды, оның ішінде Қазақстан Республикасы ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған жетекші рецензияланатын ғылыми журналдарда - 7 басылым, сонымен қатар Scopus базасы құрамына кіретін журналында - 2 мақала, ал қалған мақалалар Халықаралық ғылыми-конференци материалдарында жарияланды.

**Диссертациялық жұмыстың көлемі мен құрылымы.** Диссертациялық жұмыс кіріспеден, үш тараудан, негізгі ұсыныстардан, қорытындыдан және 4 қосымшамен 104 атаулы пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыста 107 бет, 25 кесте және 28 сурет бар.