

## АНДАТПА

**Диссертациялық зерттеудің жалпы сипаттамасы.** Диссертациялық жұмыс мұнай өндіру коэффициентінің (МӨК) жоғары тиімділігіне қол жеткізу үшін тұтқырлығы жоғары Забурунье кенорнының игеру процесі әдістерін зерттеу және жетілдіру, су айдау жүйелерін жетілдіру мақсатында қабат қысымының таралу заңдылығын есептеу модельдерін жаңа деңгейде анықтауға арналған. Жүргізілген зерттеулер кен орнын игеру процестеріне айтарлықтай әсер ететін қабат қысымның өзгеру динамикасы процесінің моделін теориялық шешуді және әзірлеуді ұсынады. Сонымен бірге тұтқырлығы жоғары кенорнын қарастыра отырып, электрофизикалық әсер ету арқылы мұнайдың тұтқырлығын төмендету зерттеулер нәтижелері келтіріліп, талқыланды.

**Зерттеудің өзектілігі** мұнай кенорындарын игеру жүйелерінің сәттілігіне қарамастан, оны игеру жүйесі қаншалықты дұрыс таңдалатынымен анықталады. Су айдау жүйелерінің жоғары тиімділігі суды айдау арқылы қабаттағы қысымның жоғарылауына байланысты, соның нәтижесінде мұнай кеуекті кеңістіктен өндіру ұңғымаларының түп аймағына тиімдірек сығылуына қол жеткізу болып табылады. Мұндай жүйелердің басты артықшылығы-су айдаған кезде өнімді қабаттардан мұнай алу қарқындылығы артады. Бірақ, екінші жағынан, қабат қысымын ұстап тұрудың мұндай әдістері өнімді қабаттарды суландыру қаупін тудырады. Айдалатын су ең өткізгіштігі жоғары учаскелер бойынша жылжып, мұнайдан "озып" кететін жағдай туындауы мүмкін. Бұл жағдайда қабаттағы мұнайдың бір бөлігі "қалдық мұнай" деп аталатын, целики деп те аталатын қалдық мұнайлардың қалып кетуін туғызады. Су айдау процестерін реттеу мүмкіндігінше жетілдіру шаралары өте маңызды. Айдау ұңғымаларының қабылдағыштығының өзгеруіне және өндіруші ұңғымалардан мұнай алуға негізделген реттеу әдістері қабат жағдайындағы ағымдағы өзгерістер туралы ақпаратты қажет етеді. Тұтқырлығы жоғары кенорнын өндіру және айдау ұңғымасында кенорындарын игеру процесін жетілдіру маңызды және ең күрделі проблемаларының бірі болып табылады. Сол себепті, АҚ Ембімұнайгаз құрамына кіретін Забурунье кенорны бойынша зерттеу жұмысында қабат қысымның таралу заңдылықтарының есептеу жолдарын шешудің жаңа әдісі қарастырылып, соған байланысты жаңа жағдайлар қарастырылған. Тұтқырлығы жоғары кенорнын зерттеу барысында электрофизикалық әдістерді қолдану негіздемесі жасалған.

**Өзектілігі.** Игеру жүйесін жобалау және пайдалануға берілетін кен орнын игерудің бастапқы кезеңдерінде принципіалды дұрыс шешімдерді қабылдау, әдетте, мұнай шоғырларының құрылымын, өнімді қабаттармен, оларды аудандары бойынша қанықтыратын флюидтердің қасиеттерінің өзгеру сипатын, энергетикалық ресурстың бөлінуін, оның ішінде қабаттағы қысымның таралу заңдылығын зерттеу жеткіліксіз болғандықтан қиындайды.

Зерттеу және талдау нәтижелері мұнай және газ кен орындарын жобалау және игеру кезінде қателіктерді азайтуға мүмкіндік береді, сондай-ақ, кен

орнын игерудің соңғы сатыларында тұрған объектілерді игеру процестерін жетілдіру кезінде пайдаланылады.

Кенорнын игерудің соңғы кезеңдерінде мұнайдың қабаттағы қалдық қорларын өндіруді қарқындалту, осы кезеңде жаңа ұнғымаларды бұрғылаудың орынсыздығы мен экономикалық пайдасыздығына байланысты, кенорынының тым ескі болуына байланысты, игеру процестерін жетілдіру әдістері сауатты қолдануды талап етеді жаңа есептеулер әдістеріне тәуелді.

Мұндай жағдайларда кен орнын игеруді зерттеп жетілдіру, мұнай өндіруді жобалау мен жоспарлауды дамыту үшін қолданыстағы су айдау жүйелері полимерлі су айдау әдістеріне алмастырылып, кенорнын игеруге үштік әдісті енгізу (третичный метод) және оны дамыту тәжірибесін жалпылау нәтижелері үлкен маңызға ие болып жүр. Бұл әдіс бойынша зерттеу объектісі Забурунье кенорны полимерлі су айдау әдісін енгізуге кандидат кенорын болып келеді.

Игеру тиімділігіне әсер ететін ең маңызды параметрлердің бірі – қабаттан өнімді қанықтыратын мұнайдың тұтқырлығы. МБК -нің мұнайдың тұтқырлығына тәуелділігін зерттеу, тұтқырлығы жоғары мұнай өндіруді арттыруды қарқындалту үшін мұнайдың тұтқырлығын ескере отырып, ол параметрді төмендету әдістерін қарастыру соңғы жылдары ерекше өзекті мәселе болып отыр.

**Зерттеу мақсаты** Тұтқырлығы жоғары Забурунье кенорны бойынша игеру әдістерін зерттеу және жетілдіру.

**Зерттеу шеңберінде келесі міндеттер қойылады және шешілетін болады, олар:**

1. Мұнай объектілерін игеруді жетілдіру әдістерін көптеген өзгермелі факторлар негізінде зерттеу
2. Забурунье мұнай кенорнын игеру жүйесінің қорларды өндіру тиімділігіне әсерін бағалау.
3. Қабаттағы қысым динамикасының өзгеру процесінің моделін жасау
4. Электрофизикалық әдістермен өңдеу кезінде тұтқырлығы жоғары мұнайдың химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің негізгі заңдылықтарын анықтау

**Міндеттерді шешу әдістері мен жолдары.** Қойылған міндеттерді шешу теориялық, эксперименттік және сандық зерттеулер жүргізу, бағдарлама көмегімен және нәтижелерді талдау арқылы жүзеге асырылды.

**Зерттеу объектісі** Тұтқырлығы жоғары Забурунье кенорынының Неоком өнімді горизонттары.

**Жұмыстың ғылыми жаңалығы**

1. Келтірілген дөңгелек шоғыр ішіндегі қысымның таралуының өзгеру бұрышын ескере отырып, таралу қысымының жаңа моделі ұсынылды, яғни қабаттағы қысымның таралу динамикасының өзгеруі белгілі шешімдерді қолдана отырып, жаңа деңгейде шешілді.

2. Қабаттағы қысымның таралу заңдылығына эксперименттік тұрғыда зерттеулер жүргізілді, бұл ауыспалы шекаралық жағдайларда мұнайлы қабат

сегментінің осі бойымен қысымның таралу сипаттамаларын зерттеуге мүмкіндік берді.

3. Қабаттың кеуектілігі мен өткізгіштігін ескере отырып, қабат қысымның таралуын қарастыратын үш өлшемді гидродинамикалық модель жасалды.

4. Электрофизикалық әдістермен өңдеу кезінде тұтқырлығы жоғары мұнайдың химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің негізгі заңдылықтары анықталды.

#### **Зерттеудің ғылыми-практикалық маңыздылығы**

Өндіру және су айдау тиімділігін есептеуге мүмкіндік беретін, өндіру және айдау ұңғымалары бойынша қысымның таралуын болжауды жақсартатын, мұнай кен орындарында игеру әдістерін жетілдіру үшін көлбеу бұрыш ескере отырып қысымның таралуының өзгеруін, ұңғыманың түп аймағы кеңістіктегі қысымның динамикалық таралу процесінің математикалық моделі ұсынылған. Бұл жағдайда математикалық модель теориялық тұрғыда қарастырылған, оған гидродинамикалық модель құрылған.

Сондай ақ «Тұтқырлығы жоғары Забурунье кенорнының игеру процесі әдістерін зерттеу және жетілдіру» тақырыбы бойынша тұтқырлықты төмендету әдістері қарастырылып, мұнай тұтқырлығын төмендетудің ғылыми-техникалық негіздемесі талданып, жаңа шешімдер көрсетілген.

**Зерттеудің теориялық маңыздылығы** кенорнын игеру процесін жетілдіру құралдарының бірі болып табылатын, қабаттағы қысымның таралу заңдылығын ескеру керектігінде. Жұмыстың ерекшелігі – кен орындарын игерудің соңғы кезеңдеріндегі мәселелермен, қабат қысымын ұстап тұру мақсатында айдалатын агенттердің біркелкі ілгерілеуімен, мұнай беру коэффициентін арттырумен байланысты тәжірибеге бағытталған мәселелерді шешу.

#### **Қорғауға шығарылған негізгі тұжырымдар**

1. Су айдау технологиясының, соның ішінде үштік әдіс (полимерлі су айдау) тиімділігін зерттеудің кешенді тәсілі көбінесе қолданылатын реагенттердің қасиеттерімен анықталады және реагенттерді таңдау жеке ерекшеліктер мен нақты кен орнын игеру жағдайын ескере отырып жүргізілуі керек.

2. Келтірілген дөңгелек шоғырда қарастырылған қысымның таралу шартын шешу заңдылығы келесі тұжырымға келді, дөңгелек шоғырды қарастыра отырып, ағын көзі және ағын Дирихле есебінің ішкі және сыртқы шарттына келтіріліп, оның кез-келген  $r < R$  және  $-\pi \leq \varphi \leq \pi$  мәні кезінде шеңбер ішіндегі және шеңберден тыс қысым динамикасының таралуын шеңбердің шекарасында берілген мәнді қабылдай отырып есептеуге болатыны тұжырымдалды. Бұрын сонды қарастырылмаған, келтірілген дөңгелек шоғырындағы қысымның таралу динамикасының екі өлшемді математикалық моделі жасалды.

3. Электрофизикалық әдістермен өңдеу кезінде жоғары тұтқырлы мұнайдың химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің негізгі

заңдылықтары анықталды. Бұл мұнайдың қасиеттерін өзгерту үшін әртүрлі әсер ету әдістерін жасауға мүмкіндік береді.

### **Автордың жеке үлесі**

Қабаттың мұнай бергіштік қасиетін арттыру әдістерінің неғұрлым ұтымды технологиясын таңдау мақсатында біртекті емес қабаттарда кен орындарын игеру процесін жетілдіруге бағытталған, кенорынды игеру жүйесінің және ондағы геологиялық-техникалық іс-шаралардың ғылыми әдеби көздері мен қазіргі заманғы озық технологиясы зерттелді.

Мұнай объектілерін игеру жүйесі тиімділігін арттыру әдістерін көптеген өзгермелі факторлар негізінде зерттеу қарастырылды.

Әртүрлі кенорындар мысалында МБАӨ - ң үшінші реттік тәсілінің теориялық зерттеулері мен кәсіпшілік тәжірибелері қаралды.

Полимерлі су айдау технологиясының тиімділігі едәуір дәрежеде қолданылатын реагенттердің қасиеттері анықталады және реагенттерді таңдау нақты кен орнын игерудің жеке ерекшеліктері мен жағдайын ескере отырып жүргізілуі керек екендігі ұсынылды. Құрамында гидрофильді және гидрофобты макромолекулалары бар және негізгі тізбек бойында немесе оның ұштарында орналасқан аз мөлшерде гидрофобты топтары бар ұзын гидрофильді тізбектен тұратын жоғары тұтқыр мұнай жағдайлары үшін полимерлердің перспективті түрлері зерттелді.

Кенорнын игеруді реттеу әдістерін жетілдіру мақсатында су айдау технологиясын полимерлі су айдау технологиясына ауыстыру тиімділігін зерттеудің кешенді тәсілі көбінесе қолданылатын реагенттердің қасиеттерімен анықталады және реагенттерді таңдау жеке ерекшеліктер мен нақты кен орнын игеру жағдайын ескере отырып жүргізілуі керек екені тұжырымдалды.

Мұнай кен орындарын гидродинамикалық модельдеуді құру әдістері туралы негізгі мәліметтер зерттелді.

Электрофизикалық әдістермен өңдеу кезінде тұтқырлығы жоғары мұнайдың химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің негізгі заңдылықтарына қысқаша шолу жасалды.

Диссертациялық жұмыс шартында қойылған қабаттағы қысым динамикасының өзгеру процесінің моделі жасалды.

Келтірілген дөңгелек шоғырда қарастырылған қысымның таралу шартын шешу заңдылығы келесі тұжырымға келді, дөңгелек шоғырды қарастыра отырып, ағын көзі және ағын, Дирихле есебінің ішкі және сыртқы шарттына келтіріліп, оның кез-келген  $r < R$  және  $-\pi \leq \varphi \leq \pi$  мәні кезінде шеңбер ішіндегі және шеңберден тыс қысым динамикасының таралуын шеңбердің шекарасында берілген мәнді қабылдай отырып есептеуге болатыны тұжырымдалды. Келтірілген дөңгелек шоғырындағы қысымның таралу динамикасының екі өлшемді математикалық моделі жасалды.

Зертханалық эксперименттің мәліметтерін қолдана отырып, модель жасалды. Кенорынның 1объектісі бойынша ұңғылар орналасу картасы көрсетілді.

Забурунъе кен орны 101 ұңғы бойынша гидродинамикалық моделі құрылды. Қабат төбесінің құрылымдық картасы және кеуектілік текшесінің көлденең профилі құрылды. Ұңғыманың ГДЗ мәліметтеріне сүйене отырып, негізгі горизонттың төбесі мен табаны, оны бөлетін байламдар бойымен құрылымдық беттер салынды. Алынған құрылымдық беттердің көмегімен модельдің құрылымдық қаңқасы салынып, құрылымдық жақтаулар салыну үшін модельдеу аймағы, яғни шекарасы  $25 \times 25 \times 0,2$  болатын өлшемі қолданылды. Қатарлар мәндерінің таралуына сүйене отырып, ұяшықтардың санын тігінен таңдалды, осылайша ұяшықтың өлшемі орташа есеппен 0.2 метрді құрады.

101 ұңғы бойынша қабаттың көлденең өткізгіштігі және тік бойлық профилі бойынша өткізгіштік текшесін құрылды. Құрылымдық модельді құрудың әр кезеңінде бастапқы мәліметтер мен құрылыс нәтижелерінің сәйкестігіне бақылау жүргізілді. Беттердің қиылыспауын бақылау, кірістірілген қосымша функциялардың көмегімен және профильдер визуалды түрде жүргізілді. Дұрыс салынған үш өлшемді тор – дұрыс геологиялық үлгіні құрудың негізі деп санаймын.

Игеру шығымын  $Q_{\text{шығым}}$  Гидродинамикалық модельдеу, Қамбаров пен Пирвердянның ығыстыру сипаттамалары және ағымдағы көрсеткіш мәлеметтерін салыстыру графигі көрсетілген. Бұл моделдер арқылы алынған мұнайдың болжамды өндірілуі, жақсы бейімделуіне қарамастан, 2 еседен артық мәндерді көрсетеді, яғни болжам нақты көрсеткішті қарағаттандырмайды. Гидродинамикалық модельдеудің кемшіліктерін жою мақсатында зерттеу объектісі Забурунъе кенорны бойынша гидродинамикалық модель құрылып, есептеулер жүргізілді, олар салыстырылды.

Өзгермелі шекаралық жағдайларда мұнай қабатының сегментінің өсі бойымен қысымның таралу сипаттамаларын алу мүмкіндік беретін, қабат қысымның таралуын зерттеуге бағытталған эксперименттік зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Қажетті зерттеулерді жүргізу үшін физикалық сипаттамалары бойынша үш түрлі қабаттан тұратын эксперименттік қондырғы қолданылды. Негізгі қабат сегменттің өсі бойымен қысымды анықтауға мүмкіндік беретін арнайы қысым датчиктерімен қамтылған қондырғы қабат қысымының тараду заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік береді.

Қабаттың қажетті кеуекті ортасын таңдау арқылы өзгеретін шекаралық жағдайларда қабат қысымның таралуын зерттеуге жақын параметрлер алынды. Эксперименттік зерттеу нәтижесі кварц топырағы толтырылған қабат өсімен қысымның таралу заңдылығы қарастырылып, эксперимент оң нәтижесіне жетті. Үшінші қабат Забурунъе кенорнының Неоком керн сынама-ларымен толтырылды. Зерттеу объектісі Забурунъе кенорны болғандықтан керн үлгілері КазНИГРИ институтынан, керн жинағын сақтау бөлімінен алынды. Үшінші қабат керн ұнтақ құмтастарын толтыру арқылы модификацияланды. Датчиктер төменде орналастырылды. F аудан қимасы бойынша 3 датчик орналастырылды. Датчик көрсеткіштері арқылы график

тұрғызылды, яғни эксперимент мақсаты, радиус векторымен айналу бұрышындағы қысымның өзгеруін анықтау. Эксперимент көрсеткендей қысым үш нүктеде үш түрлі мәнді көрсетіп тұр. Бұл қысымның таралу заңдылығының теориялық тұжырымына сәйкес, расталды.

Анықталған мілеметтер жиынтығынан келесідей қорытынды жасауға болады, белгілі әдістерді қолдана отырып қысымның таралу заңдылығын жаңа деңгейге көрсетілді, қысымның бұрылу бұрышын ескере отырып, екі өлшемді өрнек алынып, математикалық және эксперименттік тұрғыда анықталды. Компьютер бағдарламасы бойынша график көрсетілді.

Теория мен экспериментті салыстыра отырып, әртекті ортада қысымның таралу заңдылығы анықталған қабаттың физикалық қасиеттерінен басқа, оның таралу қарқыны өзгеру бұрышына да тәуелді екендігі анықталды.

Айдау ұңғысындағы қысымның таралу заңдылығын есептеу көрсетілген. Мысал ретінде келтірілген кеніш параметрлері алынып, оның  $\phi$  ауытқу бұрышы  $120^0$ , т.с.с есептелді. Алынған зерттулер нәтижелері және есептеу мәндері қабат жағдайындағы қысымның таралу заңдылығын бақылауға, кенорнын игеру процестерін модельдеу жұмыстарын жақсартуға, және кенорныды игеру әдістерін жетілдіру мақсатында есептеу арқылы алынған мәндер дәлірек анықтауға үлкен үлесін қосады.

Диссертациялық тақырып ауқымында «Тұтқырлығы жоғары Забурунье кенорнының игеру процесі әдістерін зерттеу және жетілдіру» мақсатында мұнай тұтқырлығын төмендетудің ғылыми-техникалық негіздемесін қарастырылды.

50% суланған мұнай тұтқырлығының тәуелділігі көрсетілген және ультрадыбыстық әсер етуден кейінгі мұнай суреті көрсетілген. Өңдеуге дейінгі мән  $675 \text{ мПа}\cdot\text{с}$  құрады. Өңдеу жүргізілгеннен кейін  $25^\circ\text{C}$  температура кезінде мұнай және су фазаларының бөлінуі жүрді.

Зертханалық эксперименттің нәтижелері бойынша ультрадыбыстық әсер етуден кейін мұнайдың  $3-4^\circ\text{C}$ -қа қыздырылатыны анықталды, соның нәтижесінде тұтқырлықтың 30%-ға төмендеуі байқалады, тұтқырлық  $138-257,82 \text{ мПа}\cdot\text{с}$  аралығында зерттелді. Осы жұмыстарды жүргізу кезінде қосымша қыздырусыз деэмульгатор қоспай фазалардың бөліну әсері де байқалды. Жүргізілген зертханалық эксперименттің нәтижесінде ультрадыбыстық өңдеу кезінде тұтқырлық бастапқы мәннен 30%-ға дейін едәуір төмендегенін көрсетеді. Барлық өлшеулер  $P=1 \text{ атм.}$ ,  $T=25^\circ\text{C}$  стандартты жағдайларда жүргізілді.

Осылайша, электрофизикалық әдістермен өңдеу кезінде жоғары тұтқырлы мұнайдың химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің негізгі заңдылықтары анықталып, бұл мұнайдың қасиеттерін өзгерту үшін әртүрлі әсер ету әдістерін жасауға мүмкіндік беретінін тұжырымдалды.

Орындалған электрофизикалық әдістермен өңдеу зерттеу нәтижелері пайдалы модель ретінде ұсынылып патент алынды, зерттеу нәтижелері Scopus база жинағына мақала ретінде жарияланды, сондай ақ анықталған мұнай тұтқырлығын төмендетудің негіздемесі ғылыми-техникалық нәтижелерін енгізу актісі ретінде Ембі мұнайгаз компаниясына өткізілді.

Игеру нұсқалары бойынша техникалық-экономикалық көрсеткіштерді есептеу, технологиялық көрсеткіштері мен пайдалану шығындарының, күрделі салымдардың қабылданған нормативтері, сондай-ақ Қазақстан Республикасының салық жүйесі негізінде орындалды.

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, ұсынылған ұнғымалардағы шаралар негізінде электро-физикалық әдісті жүргізе отырып тұтқырлығы жоғары мұнайлы кенорныдарында тиімдікті арттырып қана қоймай, кәсіпорынға айтарлықтай қосымша табыс әкеледі деген қорытынды жасай аламыз.

Осылайша, барлық шығындарды ескеретін ұсынылған әдістің экономикалық тиімділігін зерттеу кезінде мұнайдың өзіндік құны төмендеп, жылдық экономикалық тиімділік артты. Ұсынылған әдістер тиімді. Жылдық экономикалық тиімділік 17 581 121,74833 теңгені құрады.

Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша әдебиеттерге шолу жасалды, зерттеліп отырған кенорны бойынша ұсынылған математикалық модельдердің теориялық шешімдерін анықтау үшін аналитикалық зерттеулер және эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Алынған нәтижелерді өңдеу және түсіндіру, гидродинамикалық модельдерді құрудағы сандық зерттеулер және ұсынылған жұмыстың экономикалық тиімділігі қарастырылды.

**Жұмысты апробациялау.** Диссертациялық материалдар халықаралық конференцияларға ұсынылып, талқыланды. Олар:

- Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы Сәтбаев оқулары 2019 «Инновациялық технологиялар Қазақстан Республикасы экономикасының кен және мұнай-газ секторындағы іргелі және қолданбалы мәселелерді табысты шешудің кілті» (Алматы, Қазақстан, 2019 ж.)

- XVII International Scientific and Practical Conference «International Trends in Science and Technology» (Польша, Варшава, 2019 ж.)

- Қазақстан мұнайының 120 жылдығына арналған «Қазақстан мұнайы: өткені, бүгіні және болашағы» атты Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция (Атырау, Қазақстан, 2019 ж.)

- Сәтбаев оқулары 2020 Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы «Инновациялық технологиялар Қазақстан Республикасы экономикасының кен және мұнай-газ секторындағы іргелі және қолданбалы мәселелерді табысты шешудің кілті» Алматы, Қазақстан, 2020 ж.

- Сәтбаев оқулары 2021 Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Мұнай мен газды бұрғылау, өндіру, жинау және тасымалдау процестеріндегі заманауи технологиялар» (Алматы, Қазақстан, 2021 ж.)

**Жарияланымдар.** Зерттеудің негізгі нәтижелері ҚР Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті бекіткен тізімнен 3 мақалада, «Scopus» деректер базасына енгізілген журналда 4 мақала, Ресей Федерациясы РИНЦ журналдарында 2 мақала, жақын шетел журналдарында 9 мақала жарияланды.

Диссертациялық жұмыс компьютерлік мәтіннің 90 бетінен тұрады, соның ішінде кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, 122 атаудағы библиографиядан және 60 суреттен, 14 кестеден, 3 қосымшадан тұрады.

Автор диссертация тақырыбы бойынша құнды кеңестер үшін ғылыми жетекшілер т.ғ.д., профессор Молдабаева Г.Ж., ф-м.ғ.к., профессор Турдиев М.Ф., т.ғ.д., профессор А.Х.Агзамов мырзаларға алғысын білдіреді.