

Қ.И. Сәтпаев атындағы қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті

УДК 622.276. 7

Қолжазба ретінде

**СУЛЕЙМЕНОВА РАЙХАН ТАУПИХОВНА**

**Тұтқырлығы жоғары Забурунъе кенорнының игеру процесі әдістерін  
зерттеу және жетілдіру**

6D070800 – Мұнай газ ісі

**Филисофия докторы (Ph.D) алу үшін дайындалған диссертация**

Ғылыми кеңесші: т.ғ.д, профессор  
Молдабаева Г.Ж.

Шетелдік ғылыми кеңесші: т.ғ.д., профессор  
Агзамов А.Х.

Алматы, 2022 ж

## МАЗМҰНЫ

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
|          | <b>НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР.....</b>   | <b>4</b>  |
|          | <b>АНЫҚТАМАЛАР.....</b>   | <b>5</b>  |
|          | <b>ТАҢБАЛАР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР.....</b>  | <b>6</b>  |
|          | <b>КІРІСПЕ.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>1</b> | <b>ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ ЖӘНЕ МҰНАЙ ҚОРЛАРЫН ИГЕРУ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ.....</b>  | <b>11</b> |
| 1.1      | Мұнай кен орындарын игеру процесін зерттеп, жетілдіру әдістеріне қысқаша шолу.....  | 11        |
| 1.2      | Кенорнын игеру процесі әдістерін жетілдіруге бағытталған ғылыми-зерттеу жұмыстарын талдау, геологиялық-техникалық шараларды талдау .....  | 14        |
| 1.3      | Забурунье кенорнының қазіргі жағдайдағы игеруді динамикасы..  | 16        |
| 1.4      | Электрофизикалық әдістермен өңдеу кезінде тұтқырлығы жоғары мұнайдың химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің негізгі заңдылықтары..... | 25        |
|          | 1- Тарау бойынша қорытынды.....   | 26        |
| <b>2</b> | <b>КЕН ОРНЫН ИГЕРУ ЖҮЙЕСІН ТЕОРИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДА ЗЕРТТЕУ. ӨНІМДІ ҚАБАТТАҒЫ ҚЫСЫМНЫҢ ТАРАЛУ ЗАҢДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ.....</b>                        | <b>27</b> |
| 2.1      | Қабаттағы қысымның таралуы динамика процесін модельдеу .....  | 27        |
| 2.2      | Өндіру ұңғымасы үшін қысымның таралу моделін құру.....  | 30        |
| 2.3      | Айдау ұңғымасы үшін қысымның таралуын есептеу.....  | 33        |
| 2.3.1    | Забурунье кенорны 101 ұңғыма үшін қабат қысымының таралу заңдылығын теориялық түрде есептеу, гидродинамикалық моделін құру.....           | 33        |
|          | 2 - Тарау бойынша қорытынды.....  | 38        |
| <b>3</b> | <b>ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР.....</b>   | <b>40</b> |
| 3.1      | Эксперименттік қондырғы.....  | 40        |
| 3.2      | Экспериментті жоспарлау.....  | 43        |
| 3.2.1    | Экспериментті қайталау санын анақтау.....   | 43        |
| 3.3      | Дайындық жұмыстары.....   | 44        |
| 3.4      | Эксперимент жүргізу әдістемесі және нәтижелері.....   | 45        |
| 3.5      | Әртүрлі шекаралық жағдайларда мұнайлы қабат сегментінің статикалық және гидравликалық сипаттамаларын алу.....                             | 49        |
|          | 3 - Тарау бойынша қорытынды.....  | 56        |
| <b>4</b> | <b>ЭЛЕКТРОФИЗИКАЛЫҚ ӘСЕР ЕТУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙДЫҢ ТҮТҚЫРЛЫҒЫН ТӨМЕНДЕТУ .....</b>  | <b>58</b> |
| 4.1      | Мұнай тұтқырлығын төмендетудің ғылыми-техникалық негіздемесі.....   | 58        |
| 4.2      | Тұтқырлықты төмендету технологияларын математикалық тұжырымдау .....  | 62        |
| 4.3      | Зертханалық эксперимент нәтижелері .....  | 64        |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.4 | Қарастырылған әдістер бойынша экономикалық әсерді бағалау және тиімділігін болжау..... | 69 |
|     | 4 - Тарау бойынша қорытынды.....   | 71 |
|     | <b>ҚОРЫТЫНДЫ</b> .....   | 78 |
|     | <b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</b> .....   | 83 |
|     | <b>ҚОСЫМША А</b> - Пайдалы әдіс патенті Мұнайдың тұтқырлығын өзгерту тәсілі.....       | 92 |
|     | <b>ҚОСЫМША Б</b> - Өндіріске енгізу актісі.....  | 93 |

## **НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР**

Диссертацияны жазу барысында келесі стандарттарға сілтемелер жасалды:  
ГОСТ 2.105-95 жобалық құжаттаманың бірыңғай жүйесі. Мәтіндік құжаттарға қойылатын жалпы талаптар.

ГОСТ 7.1-2003 Библиографиялық жазба. Құжаттың библиографиялық сипаттамасы. Құрастырудың жалпы талаптары мен ережелері

ГОСТ 7.32 - 2001 Ғылыми-зерттеу жұмысы туралы есеп (құрылымы және ресімдеу ережелері)

## АНЫҚТАМАЛАР

**Кенорын** — пайдалы қазбаның жер бетінде немесе жер қойнауында табиғи жиналуы (орны, орналасқан жері)

**Кеніш** - пайда болуына байланысты барлық түрлерінде мұнай мен газдың көп болуы мүмкін мұнай газ бар ұстағыш құрылымдар

**Кенорнын игеруді бақылау және реттеу** - Мұнай кен орындарын игеруді бақылау және реттеу әдістері жалпы айтқанда, өнімді қабаттағы сұйықтықтарды өндіру ұңғымаларының түбіне дейін жеткізуді басқару процесі болып табылады. Кенорынды игеруді бақылау және реттеу мақсаты – әрбір қабатша үшін және тұтастай алғанда барлық кен орны бойынша игерудің әрбір кезеңінде максималды мұнай өндіруге қол жеткізу

**Мұнай бергіштік коэффициенті** – өндірілген мұнайдың қабаттағы бастапқы қорға қатынасын мұнай бергіштік коэффициенті деп аталады.

**Су айдау режимі** – игеру кезінде қолданылатын кеніштің режимі, кен орнының режимі, мұнай немесе газ қабаттағы сұйықтықтың гидростатикалық қысымының әсерінен ұңғымалардың түбіне дейін қозғалуы. Мұнай немесе газ табиғи (табиғи режим) немесе қабатты толтыру арқылы (жасанды режим) судың белсенді толтырылуы жағдайында қозғалады. Сұйықтықтың ұңғымалар түбіне жылжуын қамтамасыз ететін қабат энергиясының негізгі көзі-бұл шекті немесе контур суларының қысымы.

## ТАҢБАЛАР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

МБК – мұнай бергіштік коэффициенті

МБҰӘ – мұнай бергіштікті ұлғайту әдісі

ҚҚҰ – қабат қысымын ұстау

МӨК - мұнай өндіру коэффициенті

ҰТА - ұңғыма түп аймағы

ТЖІГТМ - Тұрақты жұмыс істейтін геологиялық-технологиялық

модельдер

$Q$  – дебит, м<sup>3</sup>

$P_k$  – контур қысымы, Па

$r_k$  – ұңғы радиусы, м

$q$  - сұйықтықты алу, м<sup>3</sup>

$\mu$ -тұтқырлық, м\*с

$\tau$  - і кездегі і өту уақыты, сек

$k$  - өткізгіштік, мД

$\Delta P$  – Лаплас операторы

$\rho_0$  – материалдың тығыздығы

$c_1$  және  $c_t$  – қатты денедегі бойлық және көлденең тербелістердің

жылдамдықтары

$E$  және  $\sigma$  – серпімді модульдер

$C_p$  және  $C_v$  – сәйкесінше тұрақты қысым мен көлем кезіндегі жылу сыйымдылық

$\zeta_0$  және  $\eta_0$  – бірінші және екінші тұтқырлық коэффициенттері

$\chi$  – жылу өткізгіштік коэффициенті

$\alpha$  – материалдың жылулық кеңею коэффициенті.

## КІРІСПЕ

**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, талқыланған.

**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 жасалды.

**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 қарқындету, осы кезеңде жаңа ұнғымаларды бұрғылаудың орынсыздығы мен экономикалық пайдасыздығына байланысты, кенорынының ескі болуына байланысты, игеру процестерін жетілдіру әдістері сауатты қолдануды талап етеді жаңа есепреулер 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 ретінде таңдалған кенорын болып келеді.

Игеру тиімділігіне әсер ететін ең маңызды параметрлердің бірі – қабаттағы өнімнің, яғни сұйықтақтың аққыштық қасиетін тежейтін - мұнай тұтқырлығы. МБК -нің мұнайдың тұтқырлығына тәуелділігін зерттеу, тұтқырлығы жоғары мұнай өндіруді арттыруды қарқындету үшін мұнайдың тұтқырлығын ескере отырып, ол параметрді төмендету әдістерін қарастыру соңғы жылдары ерекше өзекті мәселе болып отыр. Диссертациялық жұмыста айтылған мәселелердің барлығы қарастырылып, зерттеліп, олардан белгілі нәтижелер алынды.

**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 жаңа моделін алу
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 бұрышын ескере отырып қысымның таралуының өзгеруін, ұңғыманың түп аймағы кеңістіктегі қысымның динамикалық таралу процесінің математикалық моделі ұсынылған. Бұл жағдайда математикалық түрдегі моделі теориялық тұрғыда қарастырылған, оған гидродинамикалық модель құрылған.

**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 нәтижелері қарастырылды.

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 беретін нәтижелер алынды.

**Автордың жеке үлесі** 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 тізіміндегі журналдарында 3 мақала, «Scopus» деректер базасына енгізілген журналдарда 4 мақала, Ресей Федерациясы ВАК, РИНЦ журналдарында 2 мақала, жақын шетел журналдарында 9 мақала жарияланды.

Диссертациялық жұмыс компьютерлік мәтіннің 92 бетінен тұрады, оның ішінде кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындылардан, 122 атаудағы библиографиядан және 60 суреттен, 14 кестеден, 2 қосымшадан тұрады.

Автор диссертация тақырыбы бойынша құнды кеңестер үшін ғылыми жетекшілері 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.

# **I ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ ЖӘНЕ МҰНАЙ ҚОРЛАРЫН ИГЕРУ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ**

## **1.1 Мұнай кен орындарын игеру процесін зерттеу және жетілдіру әдістеріне қысқаша шолу**

Мұнай кен орындарын игеруді жетілдіру әдістері жалпы айтқанда, өнімді қабаттағы сұйықтықтарды өндіру ұңғымаларының түбіне дейін жеткізуді қарқындату процесі болып табылады. Кенорнын игеру әдістерін жетілдірудің негізгі мақсаты – әрбір өнімді қабат үшін және тұтастай алғанда барлық кен орны бойынша игерудің әрбір кезеңінде максималды мұнай өндіруге қол жеткізу [1].

Кенорнын игеру кезінде жүргізілетін, іс жүзінде барлық технологиялық операциялар, функционалдық тұрғыдан алғанда мұнай өндіруді ұлғайтуға және игеру процесін максималды ұтымды пайдалану мәселелерін шешуге бағытталған.

Мұнай кен орнын игеру процесі геологиялық және физикалық жағдайлардың алуан түрлілігіне байланысты мұнай өндірудің әртүрлі технологияларын және әртүрлі игеру жүйелерін қолдануды талап етеді [2-5].

Кенорынды игерудің соңғы кезеңінде қабатта, оның маңызды бөлігін мұнайды ығыстыратын сұйықтық алып жатыр. Дегенмен, айдау ұңғымаларынан өндіру ұңғымаларына дейін су айдау процесі қабатта мұнайға қаныққан, қабаттың бастапқы мұнайына жақын, қалдық мұнайлар деп аталатын кейбір аймақтарда қалып қояды. Мысалы, бес нүктелі игеру жүйесінің элементіндегі мұнай қалдықтарын мысалға алуға болады. Қалдық мұнайларды өндіру үшін ұңғымалар қорын бұрғылау арқылы тығыздатып, соның нәтижесінде бес нүктелі игеру жүйесіне немесе жеті, тоғыз нүктелі игеру жүйесіне өзгертуге болады. Мұндай мұнай кен орындарын игеру процесін жетілдіру тәсілдері кенорынның бұрыннан қолданыста болған игеру жүйесін ішінара өзгерте отырып, ошақты және таңдамалы су айдау жүйесіне өзгерту арқылы қолдануға болады [6-10].

Мұнайлы қабаттардың қысымын ұстау мақсатында, оларға су айдау жүйесі арқылы игеруді жетілдіру жұмыстары Сургучов М.Л., Муслимова Р.Х., Фазлыева Р.Т., Бакирова И.М., Дияшева Р.Н., Блинова А.Ф., Мищенко И.В. және т.б. еңбектерде кеңінен айтылған [11-20].

Су айдау арқылы қабат қысымын ұстау (ҚҚҰ) кенорнын игерудің негізгі және ең кең таралған әдіс болып табылады. Қазіргі уақытта ҚҚҰ әдісі барлық дерлік кенорындарында, үлкен, орташа, кіші кенорнының барлығында қолданылады. 90%-дан астам өндірілетін мұнай қоры ҚҚҰ жүйесін пайдаланады.

ҚҚҰ әдісі мұнай кен орындарын игерудің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартты, мұнай өндіру қарқынын арттыруға мүмкіндік берді, ең бастысы, 2014 жылмен салыстырғанда игерілген объектілердің табиғи режимін ұстанған кенорындармен салыстырғанда МБК едәуір арттыруға мүмкіндік бергені белгілі. Ол туралы [21-26] деректерде кеңінен айтылған.

Мұнай өндірудің жоғары деңгейін ұстап тұру, қабатқа су айдау ауқымын ұлғайту арқылы өнімді көбейту және соның нәтижесінде мұнайды өндіру коэффициенті (МӨК) ең алдымен ошақты суландыру жүйесін кеңінен қолдану, содан соң қабаттың сүзулу ағындарын өзгерту арқылы МӨК – ті қамтамасыз етуге болады [27].

Қазіргі уақытта ҚҚҰ жүйесін жақсарту үшін заманауи технологиялар, химиялық қоспалар, әртүрлі әдістері қолдану талқыланып жүр [28-30]. Солардың бірі үштік реттегі су айдау (третичный метод), яғни химиялық әдіс, нақтылай келсек полимерлі су айдау. 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 анықталған, ол үлкен жетістік [31-40].

Өнімді қабаттарды стимуляциялаудың физика-химиялық әдістерінде жетекші орынды полимерлі су айдау тәсілдері алады. Бұл әдісте полимерлі композицияларды әртүрлі реагенттермен біріктіріп дайындау полимерді қолдану аясын айтарлықтай кеңейтеді. Мұнай алудың күшейтілген процестеріндегі полимерлердің негізгі мақсаты өнімді қабаттардың біркелкі еместігін теңестіру және су айдау кезінде әсер ету ауқымын арттыру болып табылады [41-57]. Бұл әдіс кемшілігі, қабатқа ұзақ уақыт айдалатын полимер ертінділері эффектісі уақытқы тәуелді және полимер өзіндік құны тым қымбат болуы. Сол себепті Қазақстанның көптеген кенорындары оны сатып ала алмайды және соның ішінде, Ембімұнайгаз көп қабатты кенорындарына бұл жағдай үлкен мәселе туындатады.

Кенорнын игеруді 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.

Мұнай кен орындарын игеру тәжірибесі көрсеткендей, өнімді қабатты біркелкі емес, көпқабатты кеуекті жыныс болғандықтан, аймақтық және қабаттардың өткізгіштігі мен мұнайға қанықтылығының біркелкі еместігі, өнімді горизонттарда тұтқырлығы жоғары мұнайдың болуы, бастапқы қысым градиенті мұнайдың қалыптан тыс қасиеттерінің және оның құрамында саздың болуы, қабаттан сұйықтықты алудың жоғары жылдамдығын қолдану, ұңғыманың сағалық цемент қаптамасының бұзылуының және басқа да бірқатар техникалық және технологиялық көрсеткіштердің нәтижесінде өнімді қабаттың сулануы байқалады, ол сулар қабат сулары болуы мүмкін немесе ҚҚҰ мақсатында айдалатын судың себептерінен өнімді суландыруы мүмкін. Өнімнің сулану процесін тоқтату болжамы [58-62] жұмыстарында ұңғыдағы суға қаныққан қабатшаларды толық немесе ішінара оқшаулау арқылы, объектінің өткізгіштігі төмен және суға қаныққан горизонттарынан су келуді оқшаулау әдістері зерттеліп, айтылған.

[63] жұмысында атап өтілгендей, ұңғымаларда сулану процесі тек бұрыннан жұмыс істеп тұрған ұңғымаларда ғана емес, сонымен қатар

бұрғылаудан жаңа шыққан ұңғымаларға да қатысты айтылған. Соңғы жылдары қабаттағы табан суларының келуіне, өнімді қабатқа жақын орналасқан суға қаныққан қабаттардан судың келуіне байланысты жөндеуді қажет ететін пайдалануға берілген ұңғымаларда су көлемі күрт өсті. Бұл қабаттың әсер ететін аумағын төмендетіп, судың үлкен көлемінің өндірілуіне әкеледі, олар қазірдің өзінде шайылған аймақтар арқылы қозғала отырып, мұнайды ығыстыру үшін жүйелі процесстерді орындамайды.

[64-65] мақалалар деректеріне сүйенсек бұрынғы КСРО елдерінде орта есеппен 1 тонна мұнай үшін 13 тонна су өндірілген. Дүниежүзілік мұнай өндірудің жалпы көлемі тәулігіне 11 млн тонна болса, онымен бірге тәулігіне шамамен 45-60 млн тонна су өндіріледі, бұл әрбір тонна мұнайға шамамен 5-6 тонна суды құрайды.

АҚШ-та да, көптеген кен орындары сарқылған болғандықтан, судың мұнайға қатынасы 9:1. Қолданылған әдістердің басты кемшілігі мұнайдың сулану қарқыны өсуі болып табылады.

Жоғарыда аталған келеңсіз құбылыстар Қазақстанныңда көптеген кен орындарында сулану процесінің жоғары көрсеткіші және ағымдағы мұнай өндіру коэффициенті төмен көрсеткіші байқалады. Оған мысал, Батыс Қазақстан кенорныдарын алсақ, Забурунье кен орны бойынша ұңғының сулануы 70,1-91,5%, ағымдағы мұнай бергіштік 14,2-37,2% аралығын құрайды, Жетібай кен орны бойынша сәйкесінше 60,1-97,9% және 4,2-45 , 3, Батыс Прорва кен орны бойынша 27,4 – 79,8% және 2,6-36,7%, Қаражанбас кен орны бойынша 74,71 – 92,5% және 3,9-24,6%, Қаламқас кен орны бойынша 82,6 – 94,8% және 10,0%. - 37,8% және т.б. құрайды.

[66-68] жұмыстарда кен орындарындағы мұнайды өндіру қарқынын болжауға арналған статистикалық үлгілерді ұсынады су айдауды енгізу геологиялық және физикалық жағдайлары әртүрлі кен орындарында МБК табиғи игеру режимдерінде игерілген кенорныдармен салыстырғанда 2-2,5 есе арттыруға мүмкіндік бергені айтылады. Бұл ретте мұнай кен орнын игерудің әдістері, технологиялары және мониторингі бойынша шешімдер қабылдау кезінде МӨК бағалаудың сенімділігі негізгі анықтаушы факторға айналады. Бұл жағдайда геологиялық және физикалық факторларды қарастырып отырған кен орны бойынша МӨК мәніне әсерін бағалау және талдау қажет болады, оған тиісті үлгілерді құру арқылы мониторинг жүргізуге болады. Бірқатар еңбектер, зерттеулер барысы осы мәселелерге арналған. Бұл модельдердің барлық пайдалы жағына қарамастан, әрбір кенорнының өзіндік ерекшеліктеріне байланысты олардың жалпыға бірдей қолданыла алмайтынын атап өткен жөн. Сондықтан, әрбір қарастырылып отырған жағдайда, талдау негізінде белгілі бір саланың деректері негізінде ұқсас модельдерді құру мүмкіндігін қарастыру қажет.

Әлемдік экономиканың қарқынды дамуына байланысты мұнай мен газға өнеркәсіптік сұраныс үнемі өсіп келеді. Мамандардың бағалауынша, әлемде қалдақ мұнай қоры 1 триллион тоннадан астам [69-71] делінген.

Игеру сатысының соңғы кезеңінде өндірілетін өнімнің өсуімен қатар, өнімнің сулануының күрт көбеюі және таза мұнайды өндірудің төмендеуі қатар

байқалатын кезеңді білдіреді, яғни үшінші кезеңнің жартысы және төртінші игеру кезеңдерінде төмен көрсеткіштер байқалады [72-74].

Мұнай кен орындарын игеру тиімділігіне әсер ететін факторлардың бірі ұңғымалардың түптік аймақтарының (ҰТА) жағдайы екені белгілі [75]. Қабаттың бұл бөлігі әртүрлі физика-химиялық және термодинамикалық өзгерістерге барынша бейім.

[76-78] жұмыстарында атап өтілгендей, айдау және өндіру ұңғымаларының ҰТА өткізгіштігінің төмендеуінің негізгі себептері: кеуекті ортаның ішінара немесе толық бітелуі, ұңғымада жөндеу және оқшаулау жұмыстарын жүргізу кезінде қабатты бұрғылау және перфорациялау арқылы ашу процесінде сазды ерітіндінің қатты фазасы, сондай-ақ бұрғылау ерітіндісінің қатты фазасы бар кеңістік, ұңғы түбінің түзілу аймағының механикалық қоспалармен және қабатқа айдалатын сумен енгізілген коррозия өнімдерімен бітелуі, айдау ҰТА – да іргелес жеке аралық қабаттардың қалдық мұнайға қанығуының жоғарылауы, суға қаныққан қабаттарға су айдау кезінде ҰТА – ң тотыққан мұнаймен бітелуі, тұщы сумен және кейбір химиялық заттардың ерітінділерімен әрекеттесу кезінде қабаттың абсолютті өткізгіштігінің төмендеуіне әкелетін, соның ішінде, өткізгіштігі төмен қабаттарда қабат жыныстарының ісінуі, сол себепті қабат жынысының өткізгіштігінің 15-60%-ға дейін төмендейтіні (тұзды қабат суын тұщы суға ауыстырғанда да бұл процесс болуы мүмкін деген) айтылады.

Осы факторлардың әсер ету нәтижесінде ҰТА – да түзілу қасиеттері (Скин фактор [79, 80] нашарлауын немесе жақсаруын сипаттайтын «+» және «-» белгісі бар өлшемсіз S шамасының сандық мәні ҰТА өткізгіштігі және оның жақсару немесе нашарлау дәрежесін көрсетеді) бүкіл қабат қасиеттерімен ерекшеленеді. Осыған байланысты ҰТА қабатын өңдеудің мақсаттарының бірі мұнайға қаныққан қабаттардан мұнай ағымын сақтау немесе ұлғайту үшін ҰТА өткізгіштігін арттыру болып табылады. Айта кететін жағдай, жалпы кен орындарын игерудің жобалық нұсқалары аналитикалық және статистикалық әдістермен есептелінеді.

Қазақстанда кен орындарын игеру кезінде кен орындарын игерудің басынан бастап қабат қысымын ұстап тұрудың дәстүрлі әдістерін, сондай-ақ мұнай беруді арттыру мақсатында игерудің жаңа технологияларын қолдану қажет болды, ол туралы [81-85] жұмыстарында айтылған.

Кен орындардың геологиялық-өндірістік сипаттамаларын, мұнайды сумен ығыстыру режимінде мұнай кен орнын игеруді жетілдіру тиімді әдістемесін айтатын боламын. «Ембімұнайгаз» АҚ құрамындағы Забурунье кен орны игерудің соңғы сатысында және мамандардың алдында өндірілетін ілеспе судың айтарлықтай ұлғаюына жол бермеумен қатар мұнай қорын барынша толық қалпына келтірудің өзекті мәселе болып тұрғанын айта кеткен жөн.

Қазіргі уақытта Қазақстан кен орындарының шикізат базасының құрылымы, оның ішінде «Ембімұнай» АҚ кен орындары игерудің соңғы сатысында болуы және игерілмеген қорларды өндіру үшін дәстүрлі технологияларды пайдалану экономикалық тұрғыдан мақсатсыз болуы мүмкін.

Қарастырылып деп отырған Забурунье кенорны Ембімұнай» АҚ компания құрамында.

## **1.2 Кенорнын игеру процесі әдістерін жетілдіруге бағытталған ғылыми-зерттеу жұмыстарын талдау, геологиялық-техникалық шараларды талдау**

Жоғарыда айтып кеткендей қазіргі уақытта Қазақстан кен орындарының шикізат базасының құрылымы, оның ішінде «Ембімұнай» АҚ кен орындары игерудің соңғы сатысында болуы және игерілмеген қорларды өндіру үшін дәстүрлі технологияларды пайдалану экономикалық тұрғыдан мақсатсыз болуы мүмкін.

Нәтижесінде қорлардың айтарлықтай көлемі игерусіз, қалдық мұнайлар қорында қалып тұр. Бұл қиын өндірілетін қорлар қатарында болып, өткізгіштігі төмен қабат аймақтарында, ұңғымалар торының тығыз орналаспаған аймақтарында қалып қойған қалдық мұнайлар қатары болып саналады.

Қазақстан Республикасындағы кенорныдар бойынша қорлардың құрылымында белсенді алынатын қор 20,4% құрайды. Қиын алынатын қор – 79,6% құрайды, соның ішінде жоғары тұтқырлықты мұнай – 39,5%, өткізгіштік қасиеті төмен қабаттар – 20,4% құрайды.

Геологиялық-техникалық шаралар кенорнында мұнай бергіштікті арттыру мақсатында өткізіледі, олар ҚГЖ (қабатты гидро жару), бір мезгілде екі қабатты бірдей игеру (ОРЭ одновременное раздельное эксплуатация), қышқылдық өндеулер (СКО), сулы қабаттарды оқшаулау жұмыстары (РИР), көлбей ұңғыларын енгізу (зарезка боковых стволов) т.с.с.

Жоғарыда айтып өткендей қиын өндірілетін қорларды, қалдық мұнай қорларын өндіруді жақсартудың ең ұтымды жолдарының бірі МБК, ұңғымалардың өнімділігін арттыру мақсатында, гидродинамикалық және үшінші реттік әдістерін уақытша қолдана отырып, кен орындарын игерудің түбегейлі жаңа жүйелеріне көшу болып табылады, олар тиімді дренажды қамтамасыз етеді және перспективті әдістер болып саналады.

МБАӘ қолданудың әлемдік және отандық тәжірибесі көрсеткендей, оларды пайдалану өткізгіштігі төмен қабаттарды игерудің ағымдағы технологиялық көрсеткіштерін айтарлықтай жақсартуға, ал кейбір жағдайларда – баланстан тыс мұнай қорларын балансты қорға ауыстыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта ұтымды жүйелер мен игеру режимдерін таңдай отырып, мұнай беруді арттырудың гидродинамикалық және үшінші реттік әдістерін қолдана отырып, кен орнын игеру кезінде мұнай өндірудің толықтығына қатысты көптеген мәселелер әлі зерттелмеген. Мұнай беруді ұлғайту әдістерін қолдана отырып, игеру жүйелерін имитациялауға мүмкіндік беретін нақты геологиялық және гидродинамикалық модельдер жоқ.

Физика-химиялық әдістерді қолдану арқылы қабаттан мұнайды ығыстыру және толығымен сығылуын қамтамасыз ету жұмыстарын жақсартады деп қабылданған, бұл тек теориялық тұрғыдан айтылған, бірақ тәжірибе көрсеткендей ығыстыру жылдамдығын көбіне қабаттардан пленка мен

капиллярлы күшпен ұсталып тұрған мұнайды алуға арналған, яғни қабаттан қалдық мұнай толығымен шықпайды.

Суға арнайы химиялық заттарды қосу арқасында аралық беттік керілуді, ығысушы және ығысқан фазалардың қозғалғыштығының арақатынасын өзгеруін төмендететін ерітінділер жасауға мүмкіндік береді, нәтижесінде - ығысу коэффициенттерінің жоғарылауы байқалады.

Мұнайлы қабаттан ығыстыру процесімен қамтылған қабат аймағында онымен араласатын реагент ығыстырғанда, мұнай мен ығыстырушы арасындағы бөлгіш қабатша шайылып, капиллярлық күштер «жоғалады», мұнай ығыстырғышта ериді, нәтижесінде оны толық немесе жартылай шығаруға мүмкіндік туады.

Соңғы уақытта кенорнын игеру процестерін жетілдіру жаңа технологияны, зерттелетін объектіні көрсететін әзірлеу процесінің моделін жасауға бейімделген [86-90].

Игеру процесін жетілдіру ағымдағы жағдай мен игеру көрсеткіштерінің динамикасы туралы ақпарат алу үшін мұнай кен орны туралы бастапқы ақпаратты жинап, өңдеп және жалпылап түсіндіреді. Игеру процесі жүйелі түрде бақыланады. Деректердің жинақталуына қарай, мерзімді түрде, сондай-ақ әр жобалық құжатты жасамас бұрын, зерттеу, есептеу және логикалық тұжырымдар кешенін қамтитын игеру процесіне талдау жасалады.

Игеру процесін жетілдірудің бір міндеті-бастапқы ақпараттың жоғары сапасын қамтамасыз ету.

[91-102] еңбектерінде қабат модельдерінде литологиялық және сұзусыйымдылық қасиеттерін ескеретін оның геологиялық құрылымы туралы сандық идеялар жүйесі бар делінген. Игеру процесінің моделі-бұл жер қойнауынан мұнай мен газды алу туралы сандық идеялар жүйесі.

Модельдерді құру игеру процесінде болып жатқан статикалық және динамикалық процестерді анықтайтын физикалық заңдарға негізделген. Игеру модельдері физикалық заңдардың математикалық қатынастарымен сипатталады. Қазіргі уақытта геологиялық және гидродинамикалық модельдер игеру процесін жобалау және бақылау үшін қолданылады.

Гидродинамикалық модельдеудің дамуын және мүмкіндіктерін талдау заманауи бағдарламалық кешендер автоматтандыру деңгейінің жоғарылағанын көрсетті, мұнай кен орнын игеру жүйесін болжау кезіндегі икемділікті көрсетті. Игеру жағдайының өзгеруіне байланысты ұңғымалардың жұмыс режимдерін реттеу үшін көп деңгейлі алгоритмдерді белгілеу мүмкіндіктері пайда болды. Мұнай кен орындарын пайдаланудың болжамды нұсқаларын және игеру жүйелерінің тиімділігін есептеу әдістері [103-107] жұмыстарда келтірілген.

Гидродинамикалық модельдеу бағдарламалық шешімдермен бірге теориялық тұрғыдағы математикалық модельдер, игеру көрсеткіштерін алдые ала есептеу жолдары дамуда. Заманауи математикалық бағдарламаларға жаңа модельдер қолдану арқылы белгілі бір шешімге келуге болады.

Қорытындылай келе кенорнында игеру процестерін жетілдіру мақсатында қарастырылған негізгі мәселелер, әлем деңгейінде қойылатын мәселе, ол ҚМБА әдістерін қарастыра отырып, өнімді қабат энергиясын, яғни қабат қысымының

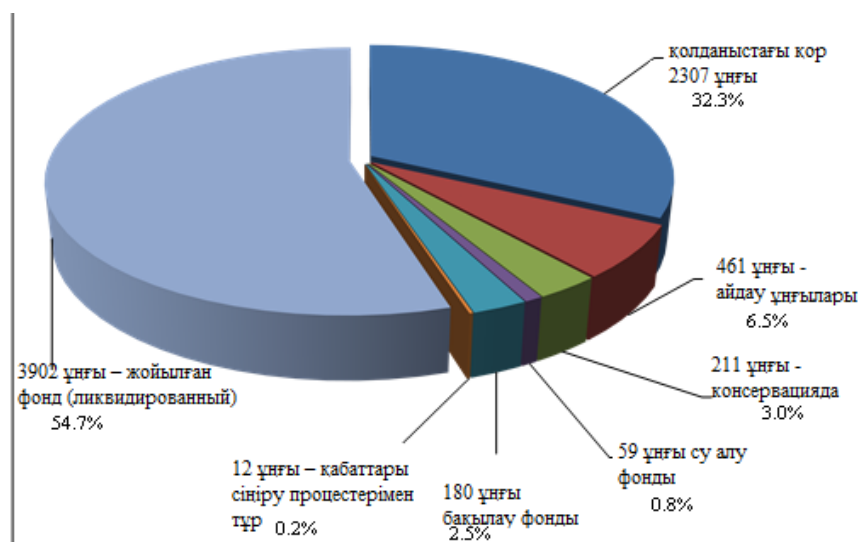


таралу заңдылығының жаңа математикалық моделі тұтқырлығы жоғары Забарунье мұнай кен орнына ұсынылатын болады.

### 1.3 Забурунье кенорнының қазіргі жағдайдағы игеру динамикасы

Қазіргі жағдайы бойынша «Ембімұнайгаз» АҚ 40 кен орнынан тұрады, оның 36-сы игеруде, 4-і консервацияда. Кен орындары «Жайықмұнайгаз» мұнай газ өндіру цехы (МГӨЦ), «Жылыоймұнайгаз» МГӨЦ, «Доссормұнайгаз» МГӨЦ және «Қайнармұнайгаз» 4 алып МГӨЦ – ден тұрады.

«Ембімұнайгаз» АҚ бойынша жалпы қор 7132 ұңғыдан тұрады, оның ішінде қолданыстағы қор 2307 ұңғы (соның ішінде 2229 жұмыс істеп тұрған), 461 ұңғы - айдау (соның ішінде 419 жұмыс істеп тұрған), 211 ұңғы - консервацияда, 59 ұңғы - су алу, 180 ұңғы – бақылау ұңғымалары, 12 ұңғы – қабаттары сіңіру процестерімен тұр, 3902 ұңғы – жойылған фондты (ликвидированный) құрайды [108]. «Ембімұнайгаз» АҚ ұңғымаларының санаттары бойынша жалпы қордың бөлінуі келесі 1.1-суретте көрсетілген.



Сурет 1.1 - Ембімұнайгаз АҚ бойынша ұңғымалардың жалпы қорын бөлу [108].

Кен орнын игеру процесі негізгі технологиялық көрсеткіштері белгілі бір кезеңдері немесе өзгерістер кезеңдерімен сипатталады. Сондықтан игеру процесіндегі әдістерін жетілдіру мақсаттары кенорнын пайдалану кезеңі бойы өзгеріссіз қалуы мүмкін емес.

Забурунье кен орынын пайдалану процесі әдістерінің негізгі мақсаттары келесідей:

1. Барлық игеру кезеңінде мұнай өндіру динамикасын жақсарту;
2. Жобалық әзірлеу кезеңінде қабаттың максималды мұнай беру коэффициентін қамтамасыз ету;

3. Кен орнын эксплуатациялауға кететін шығындарды барынша мүмкін болғанша шектеу [109].

Забурунье кен орны Қазақстан Республикасы Атырау облысы Исатай ауданы аумағында, Атырау қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 180 км жерде орналасқан. Аудан орталығы-Аққыстау ауылынан солтүстік-шығысқа қарай 90 км-дей жерде. Ең жақын елді мекен-Забурунье ауылы. Астрахань-Атырау теміржол магистралі кен орнынан бес шақырым жерде өтеді. С. Балғымбаев, Гран, Жаңаталап кен орындары Забуруньядан 75-тен 90 км-ге дейінгі қашықтықта орналасқан.

Кенорынның орналасу картасы 1.2 суретте көрсетілген.



Сурет 1.2 – Забурунье кенорынның орналасу картасы [108]

Орографиялық тұрғыдан алғанда, аудан Каспий теңізіне біртіндеп батып бара жатқан дала шөлейт жазығы болып табылады. Рельефтің абсолютті белгілері -9 м-ден 28 м-ге дейін.

Құрылымдық картасы 1966-1979 жылдары дайындалған, сол жылдары гравиметриялық және сейсмикалық зерттеулер жүргізілді. 1981 жылы геологиялық барлау жұмыстары басталып, кен орны ашылды. Барлау жұмыстары 1984 жылы аяқталды.

Тектоникалық жағынан күмбезаралық көтеріліспен шектелген. Апт-Неоком (АН) және Неоком I (Н-I) мұнай және Неоком II (Н-II) газ-мұнай горизонттары ажыратылады. Горизонттардың тереңдігі 851-905,6 м. Мұнай кен орындарының биіктігі 7,2-53 м, газ бөлігі -9,3 м құрайды. Мұнай мен су байланысы (МСБ) 900-943 м тереңдікте орналасқан.

Шөгінділер қабаттық, күмбезді, тектоникалық және литологиялық экрандалған. Горизонттары терригендік жыныстардан құралған, су қабаттары кеукті.

Қабаттардың ашық кеуктілігі 29-31%, өткізгіштігі 0,23-1,008 мкм<sup>2</sup> құрайды, мұнайға қанығу коэффициенттері 0,51-0,64, газға қанығуы 0,52. Мұнайға қаныққан қалыңдығы 0,8-10,8 м, газға қаныққан 7,1 м. 7 мм штуцермен мұнайдың бастапқы шығыны 14-72 м<sup>3</sup>/тәу, газ 43,4 мың м<sup>3</sup>/тәу құрайды.

Газ факторы 47 м<sup>3</sup> / м<sup>3</sup>. Қабаттың бастапқы қысымы 9,1-10,5 МПа, температурасы 36-39°C. Мұнайдың тығыздығы **892** кг / м<sup>3</sup> құрайды. Мұнай құрамында 0,26-1,26% күкірт, 1,75% парафин, 11,8- 13,7% шайырлар және 0,57-0,85 асфальтендер болады.

Газ құрамы: метан 84,68-93,26%, этан 0,27-1,79%, пропан 0,43%, изобутан 0,66%, азот 5,59%. Кенорын режимі суарынды режим. Қабат сулары кальций хлориді типті, тығыздығы 1096-1099 кг/м<sup>3</sup> және тұздылығы 137-141,7 г/л. Қазіргі таңда кен орны игеріліп жатыр. [108, б.24;]

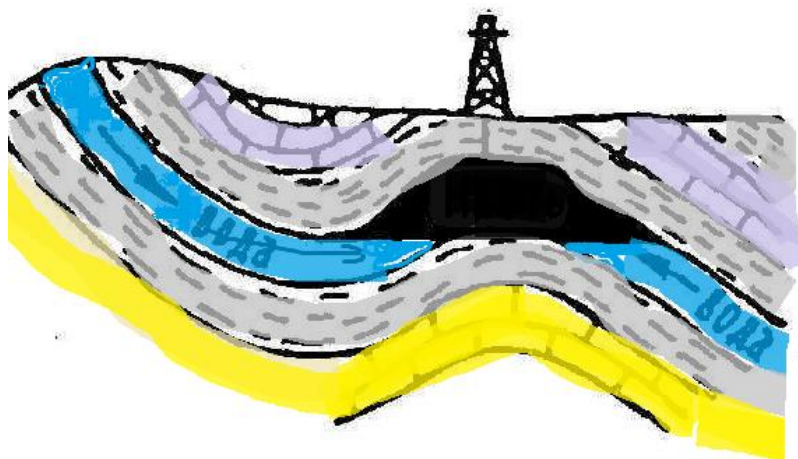
Бор өнімді қабат үш мұнай-газ көкжиегі ерекшеленеді: олар, Апт-Неоком, Неоком -I, Неоком – II.

Сейсмикалық материалдар мен бұрғылау деректері бойынша құрылым тектоникалық бұзылулармен күрделенген, олар құрылымды үш блокқа бөледі: I, II, III.

Игерудің бастапқы кезеңінде Забурунье кен орнын игеру үшін су арынды режимі қолданылды.

Қабатты су арынды режиммен игеру – қабаттағы мұнай шеттік (немесе табандық) сулардың қысымымен ұңғымаларға жылжитын режим. Бұл жағдайда қабатты игеру кезінде, қабаттан алынған сұйықтық пен газдың орнына жер үсті көздерінен алынған сумен толтырылады, немесе аз мөлшерде болсада, мұнайдан бөлініп шыққан су кері қабатқа айдалатын тәсіл.

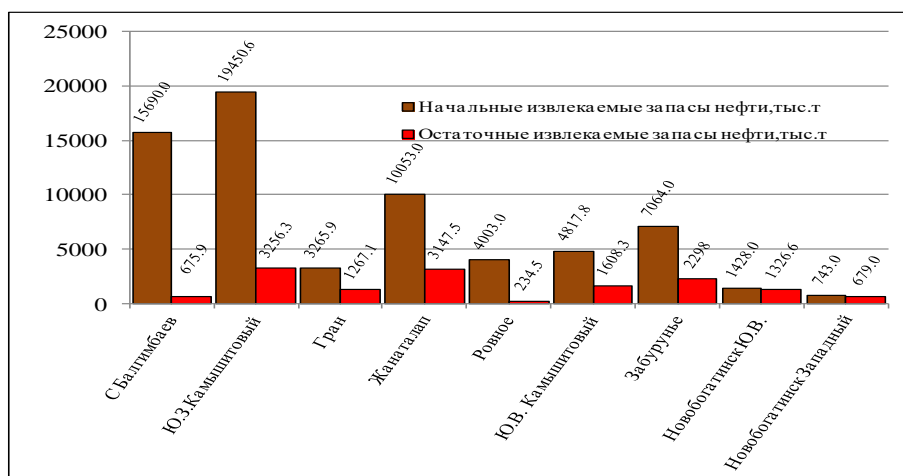
Яғни, бұл режимде мұнайды өндіру ұңғымаларының түбіне ығыстыратын негізгі қозғаушы күш болып шеткі сулар қолданылады, 1.3 сурет қабат суларының орналасу түрін иллюстрация ретінде көрсетілген.



Сурет 1.3 - Суарынды режим

Бұл режим ерекшелігі ұңғыманы пайдалану кезінде ұңғы дебиті мен қысым тұрақты болып қалады, егер қабаттан алынатын сұйықтық пен шеткі сулардың қабатқа түсуі арасындағы тепе-теңдік бұзылса, сәйкесінше дебит пен қысым төмендейді.

Қазіргі жағдайда Забуруные кен орны бойынша қалдық қорлардың жоғары пайызына байланысты (1.4 сурет), сулану көрсеткіші орташа деңгейі болғандықтан мен (1.5 сурет), қабат қысымын ұстап тұру жүйесінің жетілген контур ішімен су айдау режимі болғандықтан (1.6 сурет), коллектор мен айдалатын сулардың тұздылығының рұқсат етілген деңгейі жақсы болғандықтан, сондай-ақ қабаттың сүзілу қасиеті жоғары болуына байланысты, коллекторлық қабаттардың кеуекті ортада физикалық қасиеттері жақсы болуына байланысты Забуруные кенорында қазіргі таңда полимерлі су айдау жүйесі уақытша енгізілген. Пилотты жоба 2018 жылдан бастап дайындалып, 2019 жылдан бастап жүргізілуде.



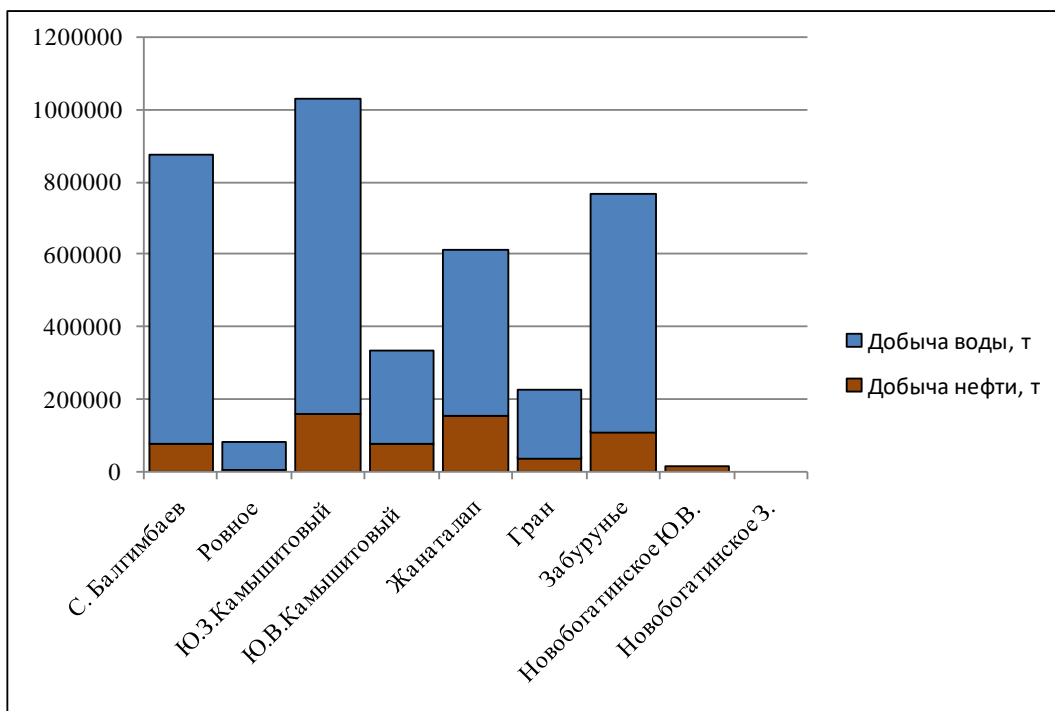
Сурет 1.4 - Жайықмұнайгаз МГӨЦ кен орындары бойынша бастапқы алынатын және қалдық мұнай қорларының бөлінуі [108]

Забурунъе кенорнындағы Апт-Неоком, Неоком - II, III горизонттары өнімді қабат болып табылады. Өнімді қабат жалпы тиімді мұнайға қаныққан, оның қалыңдығы 2м-ден 6,5 м-ге дейін өзгереді. Кенорнындағы №101 ұңғы II блогында каротаждың мәлеметі оң сипаттамасы бойынша минус 901 м абсолюттік белгіде өткізілген. Мұнай газдылыққа қанығу қабат бойынша қанықтыру 0,59 бірлік үлесін құрайды. Неоком -I қабаты бойынша газға қанығу коэффициенті – 0,61 бірлік үлесін құрап, мұнайға қанығу коэффициенті - 0,59 бірлік үлес құрайды, Неоком– II қабаты бойынша  $K_T=0,76$  бірлік үлес,  $K_H=0,64$  бірлік үлес құрайды. Өнімді қабат түрі бойынша өткізгіштіктің, кеуектіліктің және мұнайға қанықтылықтың орташа мәні 1.1 кестеде келтірілген.

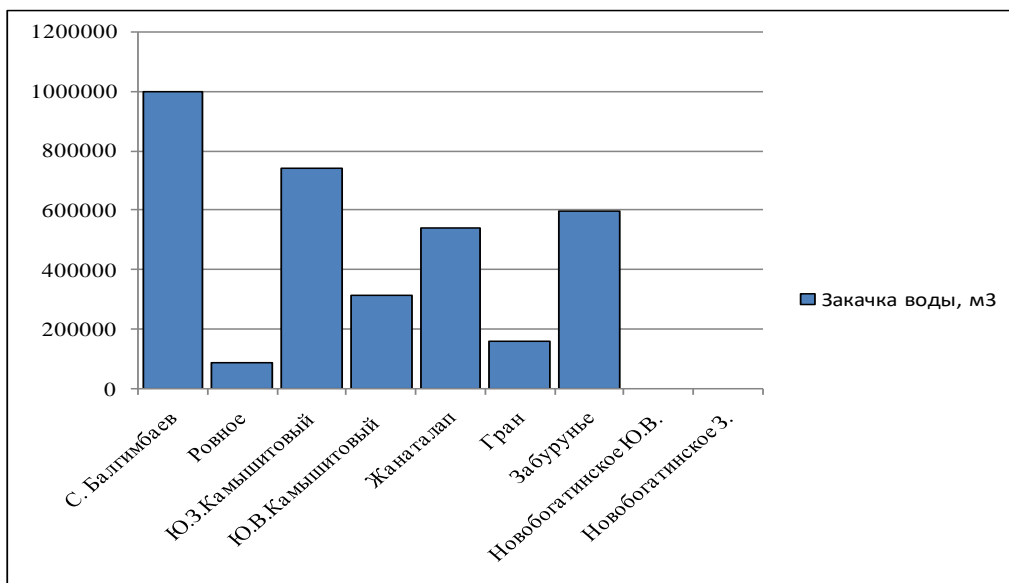
Жаңадан бұрғыланған ұңғымаларды ескере отырып, өнімді қабаттардың жалпы, мұнайға қаныққан және тиімді қалыңдығының жалпыланған мәндерінің нәтижелері 1.1 кестеде келтірілген.

Кесте 1.1 – Забурунье кенорны бойынша өнімді қабаттар сипаттамасы

| Горизонт   | Блок | Өнімді қабаттың тереңдігі, м | Кеніш түрі  | Ауданы, мың м <sup>2</sup> |                | Орташа пайдалы қабат қалыңдығы, м |                      | Қанығу бойынша кеніш түрі | Контактілердің абсолютті белгісі, м |      |      |
|------------|------|------------------------------|---|----------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------------|------|------|
|            |      |                              |   | Газға қанық.               | Мұнайға қанық. | Газға қаныққандығы                | Мұнайға қаныққандығы |                           | 10                                  | 11   | 12   |
| 1          | 2    | 3                            | 4   | 5                          | 6              | 7                                 | 8                    | 9                         | 10                                  | 11   | 12   |
| Апт-Неоком | II   | -885                         | Қабатты, сводты, литологиялық шектелген, тектоникалық экрандалған | -                          | 600            | -                                 | 2,7                  | мұнайлы                   | -                                   | -901 | -    |
|            | III  | -870                         | Қабатты, сводты, литологиялық экрандалған                         | -                          | 1734           | -                                 | 3                    | мұнайлы                   | -                                   | -897 | -    |
| Неоком I   | II   | -903                         | Қабатты, сводты, литологиялық шектелген, тектоникалық экрандалған | 198                        | 997            | 1,7                               | 2,7                  | Газ мұнайлы               | -909                                | -924 | -    |
|            | III  | -892                         | Қабатты, сводты, литологиялық шектелген, тектоникалық экрандалған | -                          | 2285           | -                                 | 1,6                  | мұнайлы                   | -                                   | -918 | -    |
| Неоком II  | I    | -920                         | Қабатты, сводты, литологиялық экрандалған                         | 209                        | 101            | 4,5                               | 16,4                 | Газ мұнайлы               | -934                                | -    | -941 |
|            | II   | -924                         | Қабатты, сводты, литологиялық экрандалған                         | 204                        | 2084           | 2,9                               | 8,1                  | Газ мұнайлы               | -931                                | -    | -943 |
|            | III  | -911                         | Қабатты, сводты, литологиялық экрандалған                         | 767                        | 5947           | 2,1                               | 15                   | Газ мұнайлы               | -917                                | -    | -940 |



Сурет - 1.5 «Жайықмұнайгаз» МГӨЦ кен орындары үшін мұнай және су өндіру көлемдерінің орындалуы



Сурет - 1.6 Жайықмұнайгаз МГӨЦ кен орындарында су айдау көлемдерінің орындалуы

Забуруные кен орны бойынша 1.2 кестеде Неоком-II объектісі мұнай, сұйық ұңғыма қорының ағымдағы өндірісінің динамикасы (жылдар бойынша) көрсетілген.

Кесте 1.2 – Забуруные кен орны, Неоком-II объектісі бойынша мұнай, сулану және газ өндірісі ұңғымалар қорының ағымдағы өндірістік динамикасы (жылдар бойынша)

| Күні | Жыл бойынша мұнай өндірісі, мың.т | Жыл бойынша газ өндірісі, мың.т | Жылдағы сулану пайызы, % | Бір жылда айдалған, мың.м <sup>3</sup> |
|------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--|
| 1989 | 6.37                              | 7.5                             | 15.1                     | 0.942                                  |
| 1990 | 127.212                           | 128.98                          | 1.4                      | 1.617                                  |
| 1991 | 184.197                           | 202.352                         | 9                        | 16.558                                 |
| 1992 | 231.547                           | 293.166                         | 21                       | 102.073                                |
| 1993 | 275.756                           | 395.473                         | 30.3                     | 168.621                                |
| 1994 | 257.745                           | 439.198                         | 41.3                     | 215.65                                 |
| 1995 | 238.614                           | 508.544                         | 53.1                     | 440.018                                |
| 1996 | 208.947                           | 477.261                         | 56.2                     | 620.018                                |
| 1997 | 206.881                           | 487.206                         | 57.5                     | 567.766                                |
| 1998 | 181.353                           | 452.84                          | 60                       | 640.476                                |
| 1999 | 189.129                           | 518.803                         | 63.5                     | 641.026                                |
| 2000 | 190.855                           | 572.513                         | 66.7                     | 641.026                                |
| 2001 | 197.22                            | 652.32                          | 69.8                     | 595.238                                |
| 2002 | 198.817                           | 719.06                          | 72.4                     | 652.015                                |
| 2003 | 191.582                           | 721.311                         | 73.4                     | 635.531                                |
| 2004 | 187.726                           | 723.333                         | 74                       | 635.531                                |
| 2005 | 188.128                           | 834.511                         | 77.5                     | 686.813                                |
| 2006 | 187.303                           | 988.24                          | 81                       | 769.231                                |
| 2007 | 189.206                           | 1042.356                        | 81.8                     | 778.388                                |
| 2008 | 192.976                           | 1086.899                        | 82.2                     | 778.388                                |
| 2009 | 182.153                           | 1075.856                        | 83.1                     | 778.388                                |
| 2010 | 175.507                           | 1121.817                        | 84.4                     | 824.176                                |
| 2011 | 173.201                           | 1119.649                        | 84.5                     | 824.176                                |
| 2012 | 166.822                           | 1110.929                        | 85                       | 822.857                                |
| 2013 | 150.064                           | 1085.822                        | 86.2                     | 822.879                                |

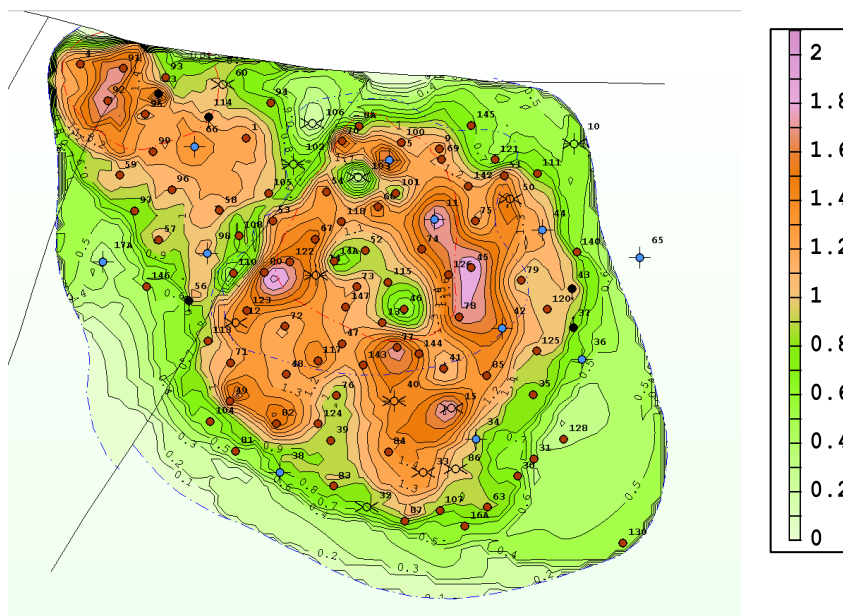
Забуруные кен орнының Неоком-II өнімді қабат бойынша құрылған геологиялық-гидродинамикалық моделі негізінде осы ағымдағы мұнай қорының сарқылуының қазіргі жағдайы туралы қорытынды жасауға болады.

Қазіргі уақытта Неоком -II өнімді қабатынан 55,6%-ға дейін мұнай қоры алынды, ағымдағы МӨК 37,7%, 01.01.2014 жылғы жағдай бойынша жинақталған мұнай өндіру 4679,313 мың тоннаны құрады. Модельді құру кезінде мұнайдың бастапқы баланстық қорын бағалау бекітілгенге (13834 мың тонна) қатысты қорлардың (13,386 мың тонна) 3,2%-ға төмендеуін көрсетті. Бұл ретте ұңғымаларды сәйкестендіру болжамды, мұнай өндірудің нақты көрсеткішіне қарағанда 4,92%-ға төмен нәтижелерін берді және сәйкесінше модельдегі алынатын мұнай қоры геологиялық модельге қатысты өскен.

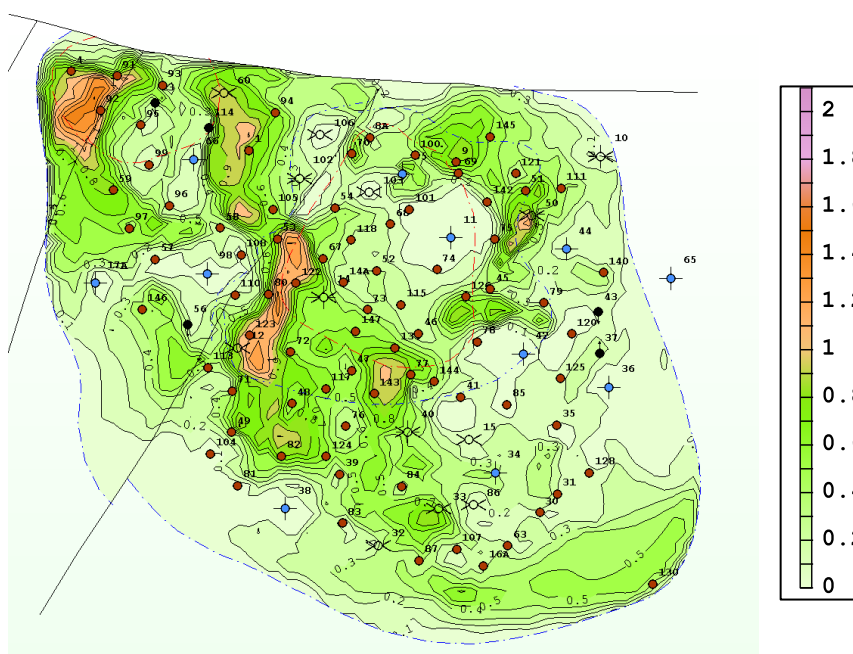
01.01.2014 жылғы жағдай бойынша үлгі бойынша есептелген мұнайдың ағымдағы баланстық қоры 8936,91 мың тоннаны құрады. (бекітілген баланстық қорлар бойынша есептелген 9154,69 мың тоннаның орнына), бұл 2,4%-ға аз, қалдық алынатын қорлар 2439,78 мың тоннаны құрады.



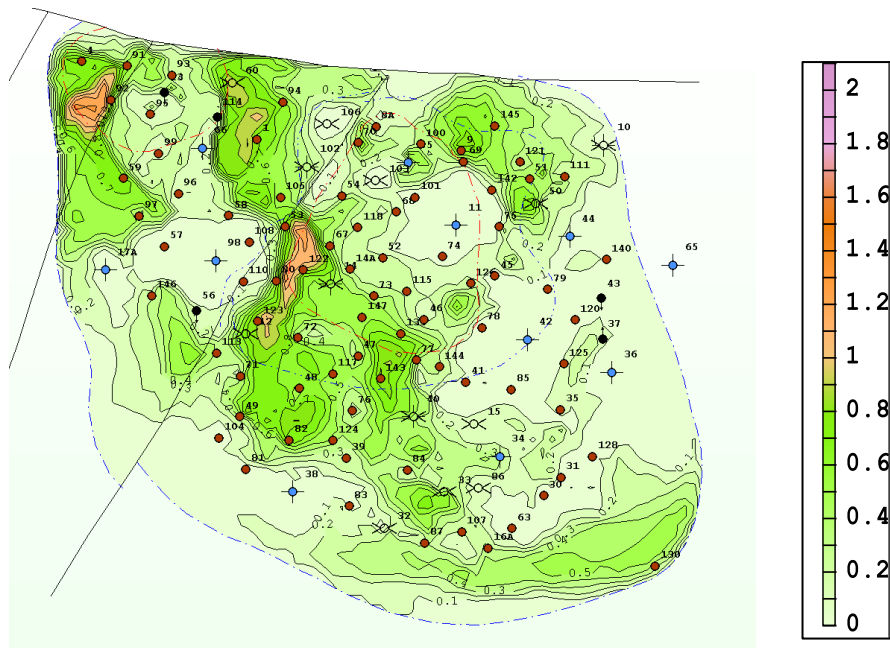
Гидродинамикалық модельдеу нәтижелері бойынша (1.6 сурет) игеру нысаны бойынша қорларды бөлу карталары есептелген [70]. Бастапқыда салынған геологиялық үлгі бойынша нысан бойынша бастапқы баланстық қорларды бөлу үшін карталары жасалған. Содан кейін орындалған гидродинамикалық есептеу нәтижелері бойынша игеру тарихының соңында ағымдағы қорлардың таралу карталары салынған. 1.6- 1.9 Суреттерде қайта алынатын мұнай қорының өзгеру динамикасы көрсетілген.



Сурет - 1.7 Бастапқы алынатын қорлардың тығыздығы  $t/m^2$



Сурет - 1.8 Ағымдағы алынатын қорлардың тығыздығы  $t/m^2$  01.04.2014 ж



Сурет - 1.9 2018 жылғы Ағымдағы алынатын қорлар т/м<sup>2</sup>

31 желтоқсандағы жағдай бойынша полимерлік суландыруды ескере отырып

Ағымдағы қорлардың таралу заңдылығын қарастырып, оны есептеген кезде, гидродинамикалық зерттеулер жеткіліксіз салдарынан кей жағдайларда өнімді қабаттағы қысымның таралу заңдылығын көптеген бағдарламалар ескермейді. Оған дәлел зерттеу институты және бағдарламалардың шамадан тыс ауытқу көрсеткіштерінен көруге болады. Қарастырылып отырған Забурунье кенорнындағы гидродинамикалық модельдер құру арқылы қоланылып алынған жоба мәлеметтері ағымдағы көрсеткіштерге сәйкес емес, ауытқу шамасы тым жоғары, жуықтап алған жағдайда да, есептеу жолдарында дәлдік жоқ.

Өнімді қабат қысымының таралу заңдылығын фундаменталды кітап авторлары Ю.П. Желтов, М.Л. Сургучев [1, б. 250; 2, б. 330; 3, б. 257;], Самарский – Тихонов математикалық модельдер жасау арқылы аталған мәселелерді дәлірек, нақты көрсеткішке жуықтату, мұнай кен орындарында игеру процестер әдістерін жетілдіру мақсатында құрылған моделдер туралы келесі тарауда анықтап айтатын боламын.

#### **1.4 Электрофизикалық әдістермен өңдеу кезінде тұтқырлығы жоғары мұнайдың химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің негізгі заңдылықтары**

Тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарында игеру процесі әдістерін қарастыра отырып, өнімді қабаттың физика – геологиялық факторларын алға қою керек. Олар өнімді қабаттағы мұнайдың тұтқырлығы, қабаттың жарықшақты-кеуекті ортасы, өткізгіштігі, капилярлы қысымдары, сумен

мұнайдың бейімделген жатын контуры, сол зонадағы бастапқы біркелкі емес қабатшалардың бардық факторлары ескеріледі.

Осыған орай зерттеулерімнің Забурунье кенорны бойынша барлық факторлары мысал ретінде, эксперименттерімде қолданылды.

Су айдау кезіндегі мұнайлы қабаттардың өткізгіштік мүмкіншіліктері мұнайдың ерекше қасиетінің бірі болып табылатын – тұтқырдығына байланысты. Мұнайдың тұтқырлығы туралы зерттеулер [109, 110] көптеген мақалалар мен ғалымдардың монографияларында қарастырылған.

Ультрадыбыстық техника кенорнын игеруді зерттеушілер мен инженерлер үшін үлкен қызығушылық тудырған, бұл мұнай бергіштікті арттырудың экономикалық тиімді және экологиялық таза дәстүрлі емес әдісі болып табылады. Ультрадыбысты беттік-белсенді затпен интеграциялау флюидтің құрамында тұздардың адсорбциясын төмендету есебінен мұнай бергіштікті ұлғайтуда тиімділігі дәлелденген [111, 112].

Ультрадыбыстың шын мәнінде мұнайдың тұтқырлығын (аққыштық қасиетін) азайтатынын анықтау үшін су-мұнайдың фазалық күйіне көптеген зерттеулер жұмылдырылды. Алайда, сұйықтықтың бір фазалық күйі ғана бұл сұраққа жауап бере алмайды [113-115].

Демек, бұл зерттеуде түрлі қарқынды жиіліктер кезінде ультрадыбыстың көмегімен мұнайдың тұтқырлығын төмендету рөлі зерттелді. Ультрадыбыстық ваннаға салынған құмы бар тығыздалмаған модель және бұл үшін ультрадыбыстық өңдеу пайдаланылған. Жүргізілген зертханалық эксперименттің нәтижесінде ультрадыбыстық өңдеу кезінде тұтқырлық 138 мПа\*с бастапқы мәннен 30%-ға дейін едәуір төмендеуді көрсетілді.

Зерттелген әдістер осы жұмыстарда қарастырылып, оған оң нәтиже алынатын зерттеулер қою арқылы, жаңа модельдер ұсынылатын болады.

## **1 Тарау бойынша қорытынды**

Шетелдік және отандық авторларды зерттегеннен кейін келесі тұжырымдар жасалды:

1. 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.

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

3. Әртүрлі орындар мысалында МБАӘ - ң үшінші реттік тәсілінің теориялық зерттеулері мен кәсіпшілік тәжірибелері қаралды.

4. 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.

5. Кенорнын игеруді 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.

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

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

## **2 КЕН ОРНЫН ИГЕРУ ЖҮЙЕСІН ТЕОРИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДА ЗЕРТТЕУ. ӨНІМДІ ҚАБАТТАҒЫ ҚЫСЫМНЫҢ ТАРАЛУ ЗАҢДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ**

### **2.1 Қабаттағы қысымның таралу динамикасы процесін зерттеу**

I тарауда атап өткендей, қазіргі уақытта кенорныды игеріп отырған мұнай компанияларының көпшілігі мұнай кен орындарынан мұнай беру коэффициентін арттыруға бағытталған. Мұнай кен орындарын игеру кезінде негізгі міндет - мұнай өндіруді арттыру болып табылады. Бұл міндет жаңа және ескірген кен орындарын игерудегі барлығында да сақталады.

Қабат энергиясы қаншалықты жоғары болса, сол кенорнының режимі және ұңғыма жұмысы өнімді қабаттағы мұнай мен газдың жылжуына байланысты, ұңғымалардың жұмыс режимдерін анықтай алады. Кенорынды пайдаланудың белгіленген режимінің жұмысын қолдау үшін жекелеген ұңғымалардың және тұтас алғанда барлық кенорынның жұмысына үздіксіз бақылау жүргізу қажет. [103, б. 43;] жұмыстарында игеру процесін жетілдіру құралдары болып келесі мағлұматтар қарастырылады деген: ұңғымалар бойынша мұнай, су және газ дебиттерін күнделікті өлшеу, арнайы пьезометриялық (контурлық) ұңғымалардағы қысымды (деңгейді) жүйелі бақылау, ұңғымалар бойынша түп қысым және қабат қысымдарын мерзімді өлшеу, қабат қысымының уақытының өзгеру динамикасын, газ факторын және мұнай мен суды (ағымдағы және жиынтық) өндіруді анықтау деген.

Ұңғыманың өнімді қабатын ашу, кенорнын игеруден бастап жаңа технологияларды, сондай-ақ кен орнын басқару, мұнай өндіруді арттыру мониторингі және әдістері саласындағы соңғы жетістіктер энергияға деген сұранысты қанағаттандыру үшін маңызды рөл атқарады деп саналады.

Мұнай бағасының құлдырауына байланысты жаңа кен орындарын ашудағы мәселелер өнеркәсіптік компанияларды өнімді арзан бағамен сату, игеру қарқынын дамытуға мүмкіндік беретін жаңа тиімді және үнемді әдістерді жасау үшін жұмыс істеуге мәжбүр етеді.

Фундаменталды әдістердің теориялық негіздерін және тәжірибелік әдістерді дамыту үшін, математикалық модельдеу құру барысында үлкен үлес қосқан келесі ғалымдар мен мамандар болатын, олар: В. А. Бадьянов, Г. И. Баренблатт, Ю. Е. Батурин, Д. Н. Болотник, В. Д. Булыгин, Д. В. Булыгин, Г. Г. Вахитов, Ю. А. Волков, В. А. Данилов, Л. Ф. Дементьев, В. И. Дзюба, М.Л. Сургучев, Н.А. Еремин Ю. П. Желтов, М. Ю. Желтов, С. Н. Закиров, Э. С. Закиров, Р. Х. Закиров, А. Б. Золотухин, Р. Д. Каневская, Р. М. Кац, В. С. Ковалев, Ф. М. Латифуллин, В. И. Леви, В. П. Майер, М. М. Максимов, М. В. Мееров, В. З. Минликаев, М. М. Мусин, А. В. Насыбуллин, А. И. Никифоров, Р. Х. Низаев, В. Н. Панков, М. Д. Розенберг, Л. П. Рыбицкая, Б. В. Сазонов, В. Р. Сыртланов, В. Б. Таранчук, Р. Т. Фазлыев, И. Н. Хакимзянов, Н.Мен. Хисамутдинов, А. Н. Чекалин, А. Х. Шахвердиев, Р. М. Юсупов, Crichlow, К. Aziz, A. Settary және тағы басқалары.

Есептеу техникасы жақсарған сайын мұнай индустриясында біртіндеп жаңа қолданбалы бағыт-геологиялық-гидродинамикалық модельдер құру қалыптасты.

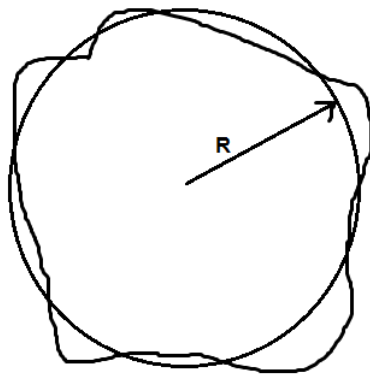
Мұнай қабаттарын математикалық моделін құру, жобалаудың көптеген мәселелерін шешуге, өнімді қабаттан мұнай алу процесін тереңірек зерттеуге, игерудің ұтымды жүйесін таңдауға мүмкіндік береді. Қабаттық жүйелерді математикалық модельдеу қазіргі уақытта көмірсутектер кен орындарын игеру қарқынын болжау және оларды пайдаланудың мониторинг жүргізу құралы болып табылады. Өндіру компанияларында түрлі бағдарламалық әдістемелер жасалды және мұнай-газ саласында модельдерді қолдануда көп жылдық тәжірибе жинақтады. Ең танымал шетелдік бағдарламалық кешендер құрылды, олар Halliburton Inc, Шлюмберж, Roxar бағдарламалық шешімі, CMG, т.б. [116, 117].

Мұнай кен орындарын игеру, олардың құрамындағы көмірсутектерді өнімжі қабаттан алудың ғылыми негізделген процесін жүзеге асыруды білдіреді. Бұл процесс кен орындарын бұрғылауды және мұнай мен газ қорларын өндіруді қамтиды [118, 119].

Көмірсутек кен орындарын игеру кезінде стратегиялық және тактикалық шешімдерінде негізделген кенорныды игеру процесін жетілдіру мақсатында қолданылатын, негізгі құралдың бірі - мұнай мен газды алу процестерін модельдеу, атап айтқанда математикалық модельдеу болып табылады [120].

[121] мақалада авторы « -қабатты модельдеуді елеулі жақсартуларымен қатар...негізгі мәселені шешу мүмкін болмады – алынған нәтижелердің дәлдігін арттыру керек» деген. Кен орнын игерудің тұрақты жұмыс істейтін геологиялық-гидродинамикалық моделін жасағаннан кейін, біраз уақыт өткен соң ағымдағы мұнай өндірудің нақты динамикасының жобадан ауытқуы байқалады, бұл қате шешімдерге әкелуі мүмкін. Сондықтан тақырыбыма сәйкес, келтірілген дөңгелек кеніш мысалында математикалық тұрғыдан мысалдар қарастырайын.

Жоспардағы пішіні бар мұнай шоғыры болсын, оны  $R$  радиусының шеңберімен шексіз созылатын су контурымен қоршауға болады (2.1-сурет)



Сурет 2.1 – Мұнайлы қабат контурын шеңбермен схемалау

$t=0$  уақыт кезінде кеніштің ұңғы түбіне келіп жатқан сұйықтықты үнемі тұрақты  $q$  ( $m^3 / t\text{әу}$ ) қабат жағдайында игеріліп бастады делік.

Қабаттың басқа физикалық параметрлері, контурдағы судың тұтқырлығы, контур аймағындағы қабаттың өткізгіштігі, қабаттың қалыңдығы, (қабаттың барлық физикалық қасиеті) т.б белгілі деп саналсын.

Технологиялық тұрғыдан алғанда,  $\Delta P_{\text{кон}}$  үшін мұнайдың контурындағы қысымның өзгеруін кен орнын игергеннен бастап, белгілі уақыт аралығында бастапқы қабат қысымымен салыстырғанда, ұңғыма радиусының үлкейтілген шеңбер ретінде алсақ, ол ең үлкен қысым деп саналады, және бұндай шартты қою есептеу барысында қызығушылық тудырады.

Қысым тек  $r$  радиус векторымен өзгереді деп есептей отырып, кеңейтілген радиус ұңғымасы үшін мұнай кен орнының контурындағы қысымның өзгеруін есептеу үшін Карслоу және Егер, Ван Эвердингена және Херст белгілі есептеу формулалары алынды [2, б. 240;]. Ол:

$$\Delta P_{\text{кон}} = \frac{q\mu}{2\pi kh} f(\tau)$$

$$f(\tau) = 0,5[1 - (1 + \tau)^{-3,81}] + 1,12 \lg(1 + \tau) \quad (2.1)$$

$$\tau = \kappa t / R^2$$

Мұндағы,

$q$ - сұйықтықты алу

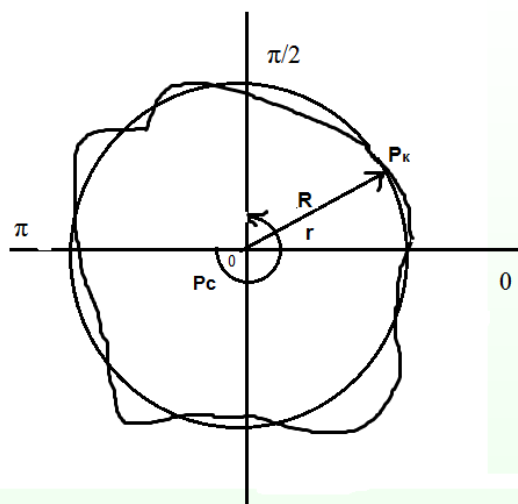
$\mu$ -тұтқырлық

$\tau$ -  $i$  кездегі  $i$  өту уақыты

$k$ - өткізгіштік

$R$ -ұңғы радиусы

Бұл есептеу формуласы қысымның өзгеруін тек радиус векторы бойынша қарастыратындықтан, айналу бұрышының әсері ескерілмейді, яғни өрнек бір өлшемді деп саналады, 2.2 суретінде көрсетілген.



Сурет 2.2 - Радиус векторы мен айналу бұрышындағы қысымның өзгеруін схемалау

Мысал ретінде контурды аламыз, бұл тізбек моделінде  $P_k$  контур қысымы,  $P_c$  ұңғымадағы қысым, барлық параметрлер шеңбердің ішінде қалады (өйткені біз шеңбердің ішін қарастырамыз). Радиус бойымен қозғалыс векторға  $R$  енгізіміз.  $P_k$  контурдағы ең жоғары қысым дедік. Шарт  $P_c$  ұңғымасына дейін қысым қалай өзгереді, яғни  $P_k \rightarrow P_c$ .

Біз шартты келесідей орындай аламыз, жалпы алғанда, процесс тұрақты түрде қарастырылады (стационарлы түрде), уақыт өте келе тау жыныстарының барлық физикалық қасиеттері (тығыздық, мұнайға қанығу, кеуектілік және т. б.) тұрақты болып қалады. Олай болса,

$$\frac{\partial P}{\partial t} = a^2 \left( \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \right)$$

Біз барлық коэффициенттерді  $a^2$  деп жазып, яғни белгілі бір уақыт аралығында бірдей процесс жүреді делік, бұл уақыт тұрақтылығына байланысты, демек

$$\frac{\partial P}{\partial t} = 0$$

Уақыт қалай өзгереді, ол 1 жыл болсын, 5 - 6 ай уақыт аралығын қарастырсақта, сүзулу қысым арқылы өтеді, белгілі бір уақыт тұрақтылығына байланысты.

Әрі қарай шарт, процессті модельдеу үшін осы қысымның радиус бойымен ұңғымаға дейінгі қозғалысын, қысымның қалай өзгередінін анықтау керек.

[2, б.258; 3, б.298;] Желтов авторының фундаменталды «Мұнай кенорнын игеру» кітабында келесі теңдеу келтірілген.

$$\frac{\partial P}{\partial t} = 0 ;$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0 \text{ немесе } \Delta^2 P = 0 \quad (2.2)$$

Бұл теңдеуді цилиндрлік координаттарда шешуге болады, ол үшін біз келесі өрнекті енгіземіз

$$\begin{cases} x = r \cos \varphi \\ y = r \sin \varphi \end{cases}$$

Онда өрнек келесідей түрленеді

$$\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial P}{\partial r} + \frac{\partial^2 P}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (2.3)$$

$$\text{немесе } \Delta^2 P_{rt} = 0 \quad (2.3)$$

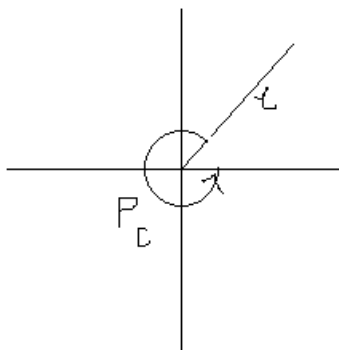


Бұл Лаплас операторы, декарттық координаттарда бірдей орындалады.

## 2.1 Өндіру ұңғымасы үшін қысымның таралу моделін құру

Шарт енді келесідей қойылсын, математикалық тәсілдің екі түрі бар.

Желтовтың негізгі фундаментальды кітабында (басқада еңбектерінде) келесі шешімдер қарастырылған, яғни қысым тек контур бойымен таралады, ал қозғалу бағыт бұрыштарында өзгермейді, яғни  $\varphi = \cos nt$  болады деген. 2.3 суретінде схема түрінде көрсетілген.



Сурет - 2.3 Контурдағы қысымның өзгеруін схемалау

$$\text{онда } \frac{\partial^2 P}{\partial r^2} = 0;$$

Бұл шешілетін дифференциалдық теңдеу, яғни бұл бір өлшемді есептерді шешеді. Диссертациялық жобамда қойылған шартым қабат қысымының таралу динамикасының екі өлшемлік моделін алу.

Сондықтан, қысымның өзгеруінің ауысу бұрышына тәуелділігін ескере отырып, екі өлшемді модель құрып, оны шешуге болады.

Жалпы, физикалық тұрғыда қарастырсақ, қабаттағы қысым ұңғы радиусына барлық жағынан бірдей келмейді деген тұжырым бар, мүмкін, қысым әр түрлі мәнде өзгереді отырады, есептеуде мұның бәрі жалпыланады.

Математикалық физикада Дирихле есебі бар, сол бойынша (2.3) теңдеуіне келесі шарт қойылады, яғни шеңбердің (қарастырылып отырған дөңгелек кеніш) ішкі және сыртқы өрнегі үшін  $P(r, \varphi)$  – шеңбер ішінде гармоникалық ұғым қалатындай функциясын құру, шеңбер шекараларында берілген мәнді  $r = R$  қолданып, қабылдасақ  $P = f(\varphi)$  функциясы осы берілген мәнге байланысты болады. Мұны Дирихленің ішкі шарты деп атайды [122].

Гармоникалық функция әрқашан максималды және минималды мағынада тек шекарада қабылданады. 2.2 суретте көрсетілген мүмкін қабаттағы қысым шекараға қарағанда әлдеқайда көп және қабаттың физикалық қасиеттерінің бір шарты орындалады.  $R = r$  нүктесінде ол шексіздікке айналуы керек. Яғни, шын мәнінде, біз  $R = r$  кезінде Желтовтың есептеген нүктесін табамыз, бұл нүктеде жиналған ұңғыма сұйықтығын сағаға көтеру, ары қарай бұл технологияның мәселесі. Шынында да, біз  $R = r$  (осы нүктеде) шексіздікке айналатын шешімді

табамыз. Яғни сұйықтық ағыны бар, олай болған жағдайда біз оны өндіреміз, сұйықтық ағуын тоқтатпайды, уақыт өте келе азайтуы мүмкін, бірақ ол тоқтамайды (қазірдің өзінде шексіздік мәні орындалып тұр). Сондықтан, бұл функцияның барлық шарттары орындалатындықтан, гармоникалық функция болып табылады.

Бұл жағдайда үлкейтілген шеңбер, ұңғыманың қабаттағы қысымының өзгеру процесін стационарлық деп санай отырып, шартты келесідей тұжырымдауға болады:

Ол үшін Лаплас теңдеуінің шешімдерін табу қажет

$$\Delta P(x, y) = 0 \quad \text{немесе} \quad \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0 \quad (2.4)$$

Бұл теңдеу шеңбердің ішін және шекаралық шартты қанағаттандыратын

$$P = f = P_k,$$

шеңбердің шекарасында (шеңбер бойымен) қозғалатын, мұндағы  $P_k$  шекарадағы қысымның мәні. Бұл математикалық физикада жақсы дамыған шеңбер үшін Дирихленің ішкі есебіне сәйкес келеді.

Физикалық көзқарастарға сүйене отырып, тапсырма үшін Дирихленің ішкі шартын шешу әдісін қолдану мүмкіндігін негіздеуге болады. Шекарадағы контурлық қысымның мәні тұрақты, яғни гармоникалық функция өзінің максималды және минималды мәндеріне жетеді, тек шекарада  $r = R$ , ұңғыма аймағында, яғни  $r = 0$ ,  $P \rightarrow \infty$  қабылдайды, бұл технологиялық процеске сәйкес келеді, яғни сұйықтықты өндіру процесі жүзеге асады.

Полярлық координаттар жүйесіне өту кезінде келесі теңдеуді қолданамыз.

$$\Delta P = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial P}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 P}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (2.5)$$

және шекаралық шарттары

$$P(r, \varphi) = P_k \sin \varphi \quad (2.6)$$

Бұл теңдеудің шешімі Пуассон интегралымен көрсетіледі

$$P(r, \varphi) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\psi) \frac{R^2 - r^2}{r^2 - 2Rr \cos(\varphi - \psi) + R^2} d\psi \quad (2.7)$$

ал интегралданған өрнек

$$K(r, \varphi, R, \psi) = \frac{R^2 - r^2}{r^2 - 2Rr \cos(\varphi - \psi) + R^2} \quad (2.8)$$

Пуассон ядросы деп аталады.

$K(r, \varphi, R, \psi) > 0$  кезінде  $r < R$  үшін,  $2Rr < R^2 + r^2$ , егер  $r \neq 0$

жағдайда болса,

Пуассон интегралы  $r < R$  болжамында алынған, егер  $r = R$  болса (2.6) өрнегі үшін мағынасын жоғалтады. Алайда, өрнекті келесідей жазуға болады.

$$\lim_{r \rightarrow R} P(r, \varphi) = f(\varphi_0) = P_k$$

(2.6) өрнегін шекаралық шарттарды (2.7) өрнегін қою арқылы интегралдап, бірінші шекаралық шарт шешімдерін аламыз.

Шешім келесідей өрнекпен анықталады

$$P(r, \varphi) = \left\{ \begin{array}{ll} r < R \text{ кезінде } \frac{P_k(R^2 - r^2)}{\pi R^2} \ln \left| \frac{R^2 - 2Rr \cos(\varphi - \pi) + r^2}{R^2 - 2Rr \cos \varphi + r^2} \right| & \\ r = R \text{ кезінде } & P_k \end{array} \right\} \quad (2.9)$$

Бұл шешім кез-келген  $r < R$  және  $-\pi \leq \varphi \leq \pi$  мәнінде шеңбер ішіндегі қысымның таралу динамикасын есептей алады және шеңбердің шекарасында берілген мәнді қабылдайды.

### 2.3 Айдау ұңғымасы үшін қысымның таралу моделін құру

Айдау ұңғымаларында қысымның таралуын қарастыру үшін келесі физикалық болжам жасаймыз. Ұңғының түп аймағындағы орташа (усредненный) физикалық параметрлері бойынша біртекті деп санаймыз,  $P_c$  қысымы берілген және ол тұрақты деп есептейік. Бұл жағдайда шарт Лаплас тендеуі, шеңберің сырты үшін есептелінетін Дирихленің өрнегін қолдануға болады.

Пуассон интегралын түрлендіру арқылы біз келесі шешімді аламыз, ол

$$P(r, \varphi) = \left\{ \begin{array}{ll} r > R \text{ кезінде } \frac{P_c}{\pi} \arctg \left( 2 \frac{R+r}{R-r} \tg \varphi \right) & \\ r = R \text{ кезінде } & P_c \end{array} \right\} \quad (2.10)$$

Бұл шешім шеңбердің шекарасына берілген мәндерге үздіксіз жанасады және тұрақты мәнмен ғана емес, сонымен қатар қоректенуші контур бойымен үздіксіз немесе ішінара үздіксіз мәндермен де күшінде қалып, қысымды есептей алады.

2.3.1 Забурунье кенорны 101 ұңғыма үшін кабат қысымының таралу заңдылығын теориялық түрде есептеу, гидродинамикалық моделін құру

Есептеулер ұңғының паспорттық мәлеметтері бойынша жүргізілді. Өнімді қабат қасиеттерінің сипаттамаларын анықтау үшін, жалпы ұңғыдағы өткізілген электр каротаж кешенінің материалдары алынды. Сондай-ақ ұңғының керн үлгілерін зерттеу деректері, ұңғымаларды сынамалау процесінде алынған мәліметтер пайдаланылды.

Ұңғымалар қорының геологиялық қималарының корреляциясын жүргізу үшін кіріс ақпараты ретінде мынадай деректерді қолдандым:

Ұңғы деректерін зерттеу жұмыстары, ұңғыны гидродинамикалық зерттеу қисықтарын оқу, олар DEPT, SP, CALI, MNOR, MINV, LL3, CILD, RT, GR, NGLD, ASP, DGR, VCL, PHIT, PHIE, SOIL, SODW, PRMB, CSAT, COLL арнайы бағдарламалар бойынша орындалды.

Коллекторлардың кеуектілігі контур сырты жанама ұңғымаларға кедергі жасау әдістеріне сәйкес анықталды (методы сопротивлений по законтурным скважинам).

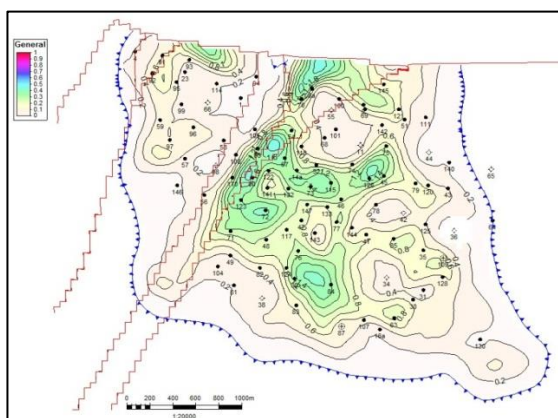
Апт - Неоком және Неоком – I горизонтының кеуектілігі орташа шамасы 29% – ды, Неоком - II горизонтының кеуектілігі 23% - ды құрайды.

2.5, 2.6 суреттерде ұңғымаларды сынау нәтижелері бойынша есептелген өнімді қабаттардың өткізгіштігі барлық нысандар үшін өте жоғары және кейбір жағдайларда  $2\text{ мкм}^2$ -тан асады, ал Неоком горизонттың I және II орташа мәні шамамен  $1\text{ мкм}^2$  құрайды деп есептелініп, сурет түрінде көрсетілген.

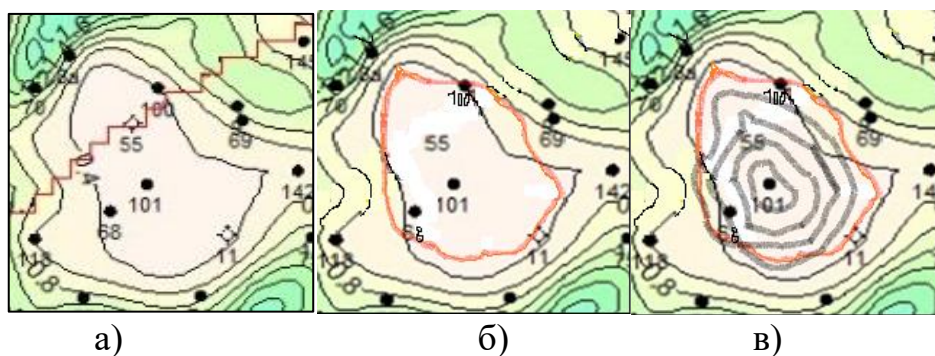
Неоком – II горизонттың өткізгіштік картасынан ауданының көп бөлігінде қабат өткізгіштігі орташа мәні  $0,33 - 1\text{ мкм}^2$  аралығы болатындығын көруге болады. III блоктың оңтүстік бөлігіндегі мысалға №16 ұңғымада қабат өткізгіштігінің минималды мәні  $0,25\text{ мкм}^2$  деп көрсетілген.  $1\text{ мкм}^2$ -ден астам өткізгіштіктің жоғары мәні II блоктың шығыс бөлігінде және III блоктың солтүстік-шығыс бөлігінде байқалады.

Апт горизонты бойынша қабаттың мұнаймен қанығуы  $0,59$  құрайды.

Неоком – I горизонты бойынша газға қанығу коэффициенті  $0,61$ , қабаттың мұнайға қанығу коэффициенті  $0,59$ , Неоком – II горизонты бойынша  $K_r=0,76$ ,  $K_H=0,64$ .



Сурет 2.5 – Забурунье кен орнының қазіргі жағдайдағы Неоком – II горизонтының қалдық қорларын орналастыру схемасы барлық ұңғылар бойынша



Сурет 2.6 – а) - Забурунье кен орнының қазіргі жағдайдағы Неоком – II горизонтының қалдық қорларын орналастыру схемасы, б), в) - есептеулер бойынша 101 ұңғыма бойынша қысымның таралу схемасы

Ұңғыны гидродинамикалық зерттеу қисықтары нәтижелерін кестеге түсіру жұмыстары ГДЗ түсіндіру планшеттері (Ұңғымаларды Гидродинамикалық зерттеу), жоғарыда аталған деректерді пайдалана отырып, ұңғымалар қималарына объектінің бойымен және көлденеңінен қиылысатын бейіндердің әрқайсысы тәуелсіз есептелген жүйесі арқылы корреляциялық талдау жүргізілді. Корреляция коэффициенті (R) келесі формула бойынша анықталды

$$R = \frac{\sum xy - \frac{1}{n} \sum x \sum y}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{1}{n} (\sum x)^2} \sqrt{\sum y^2 - \frac{1}{n} (\sum y)^2}} \quad (2.11)$$

Регрессия коэффициенттерінің теңдеулері квадраттық ауытқудың орташа қателігінің минимумына сүйене отырып жүргізілді

$$\sum (y - y_i)^2 \rightarrow \min \quad (2.12)$$

Яғни, ол ең кіші квадраттар әдісімен есептелді

$$an + b \sum x = \sum y$$

$$a \sum x + b \sum x^2 = \sum xy \quad (2.13)$$

және ол келесі түрде жазылды

$$y = a + bx \quad (2.14)$$

Саз қабаттарын бірінші кезекте бақылау арқылы қабаттасудың реттілігін анықтау үшін корреляция қабаттардың реттілігіне сәйкес төменнен жоғары қарай жүргізілді.

Түсіндірілген 1 объектінің сейсмикалық бетіне және ұңғымалардағы ГДЗ мәліметтеріне сүйене отырып, негізгі горизонттың төбесі мен табаны, оны

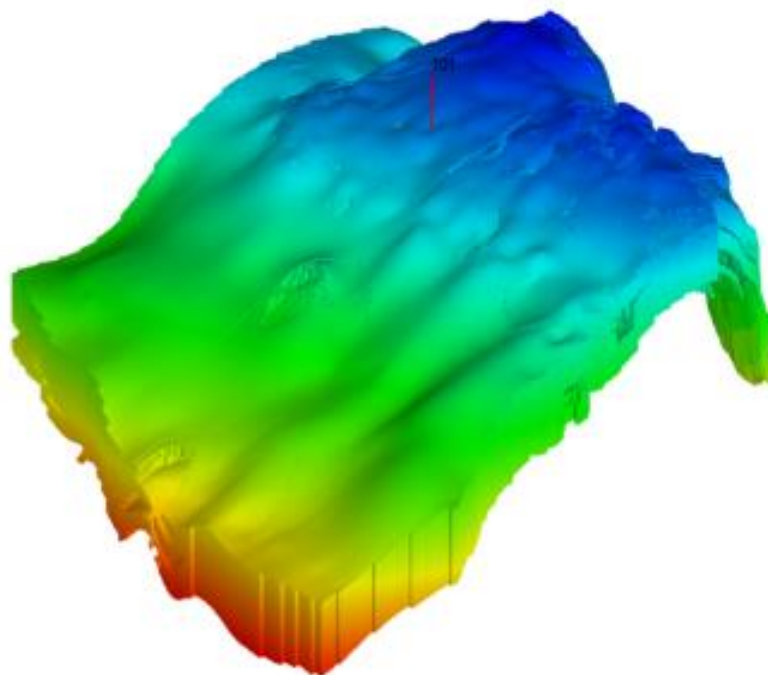
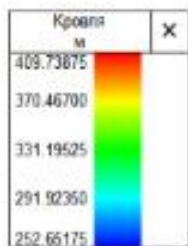
бөлетін байламдар бойымен құрылымдық беттер салынды. Алынған құрылымдық беттердің көмегімен модельдің құрылымдық қаңқасы құрылды, 2.7-2.9 суретте.

Модельді тұрғызудың әр кезеңінде бастапқы мәліметтер мен құрылыс нәтижелерінің сәйкестігін бақылау жүргізілді. Беттердің қиылыспауын бақылау кірістірілген қосымша функциялардың көмегімен де, профильдерде де визуалды түрде жүргізілді.

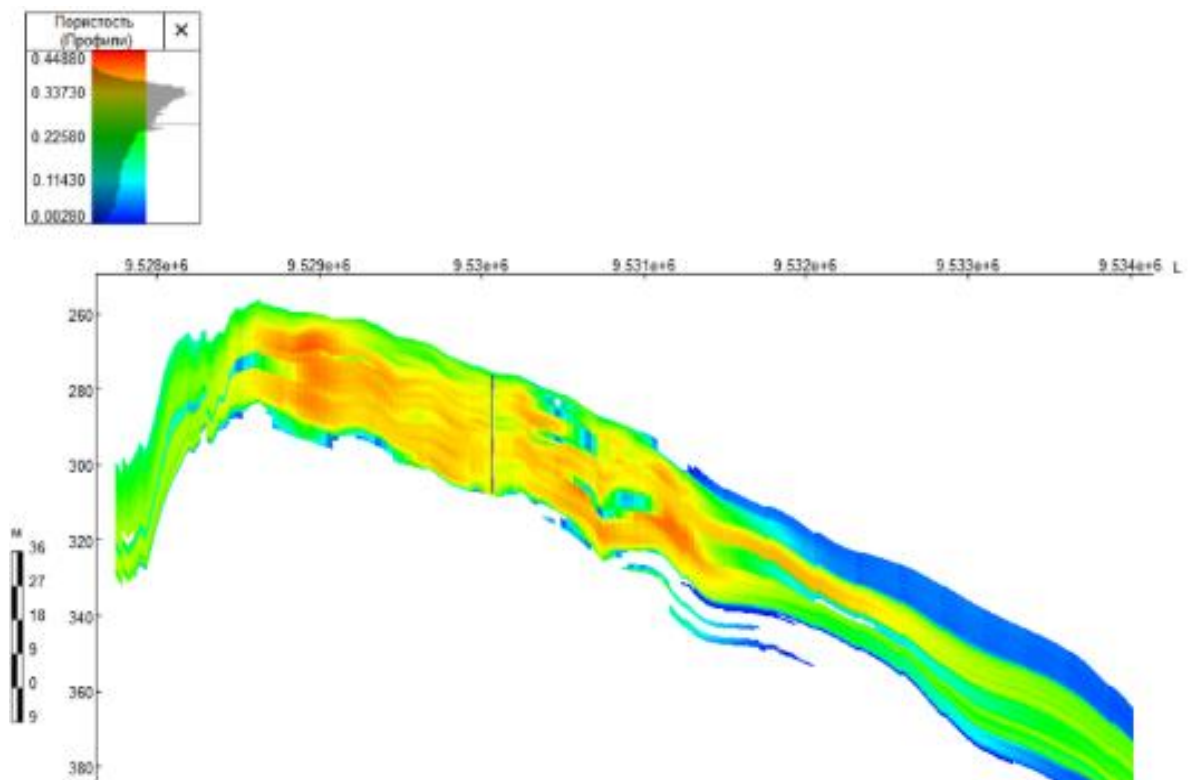
Дұрыс салынған үш өлшемді тор – дұрыс геологиялық үлгіні құрудың негізі. Сондықтан, құрылымдық жақтауды құру үшін 25x25x0,2 өлшемімен модельдеу аймағы (модельдеу шекарасы) қолданылды.

Тордың өлшемдерін тігінен таңдағанда, кеніштің беттері мен қораптардың табандары арасындағы қуат карталары есептелінді. Осы карталардағы мәндердің таралуына сүйене отырып, ұяшықтардың саны тігінен тандалды, осылайша ұяшықтың мөлшері орташа есеппен 0.2 метрді құрады.

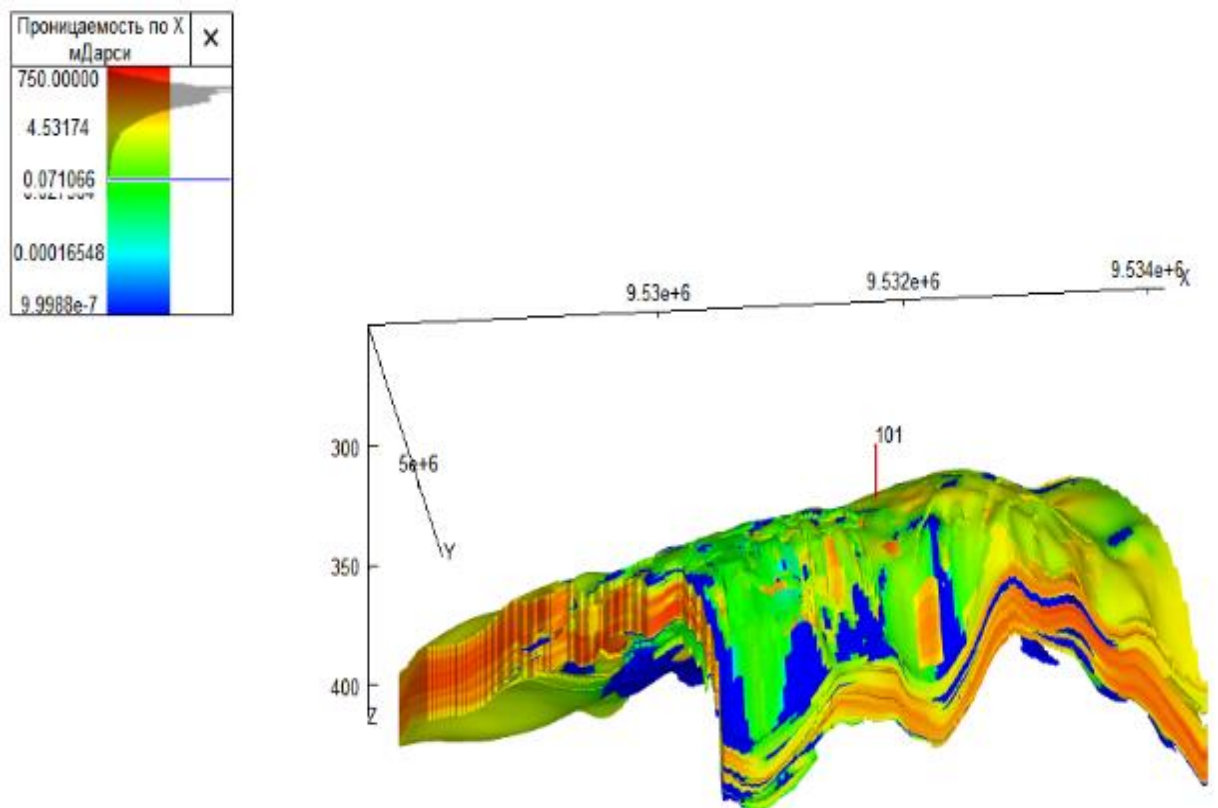
Тордың бірдей өлшемдері геологиялық модельдерді құру кезінде ең оңтайлы әдіс болып табылады (Галеркин торы) [122], өйткені бір жағынан олар ГДЗ қисықтарын іріктеу қадамымен салыстырылады, ал екінші жағынан олар есептеу уақыты тұрғысынан қолайлы ұяшықтар санын береді.



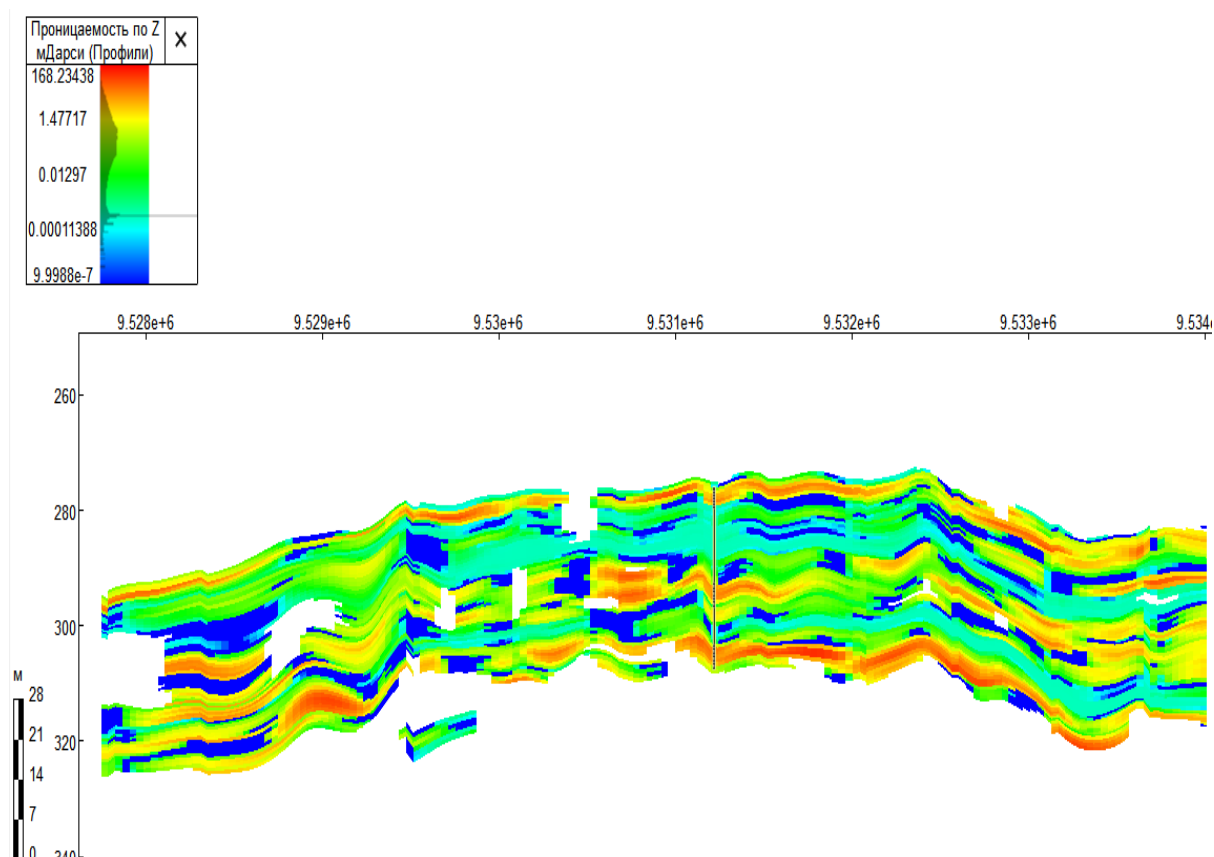
Сурет 2.7 – Қабат төбесінің құрылымдық картасы



Сурет 2.8 – Кеуктілік текшесінің көлденең профилі



Сурет 2.9 – Көлденең өткізгіштігі бойынша текше



Сурет 2.10 – Бойлық тік өткізгіштік текшесінің профилі

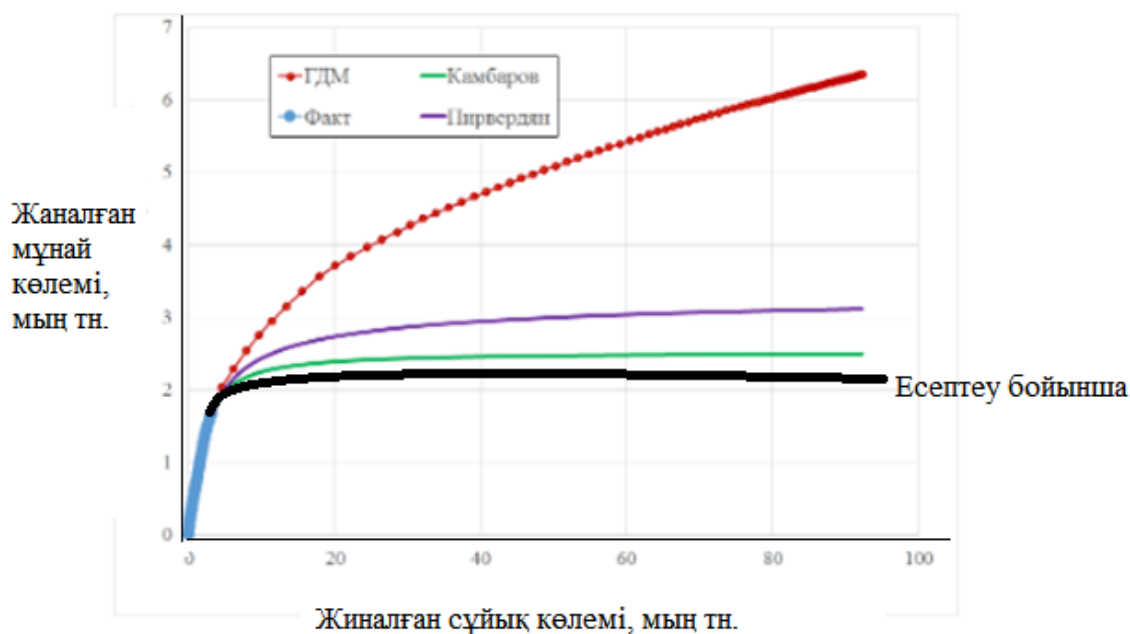
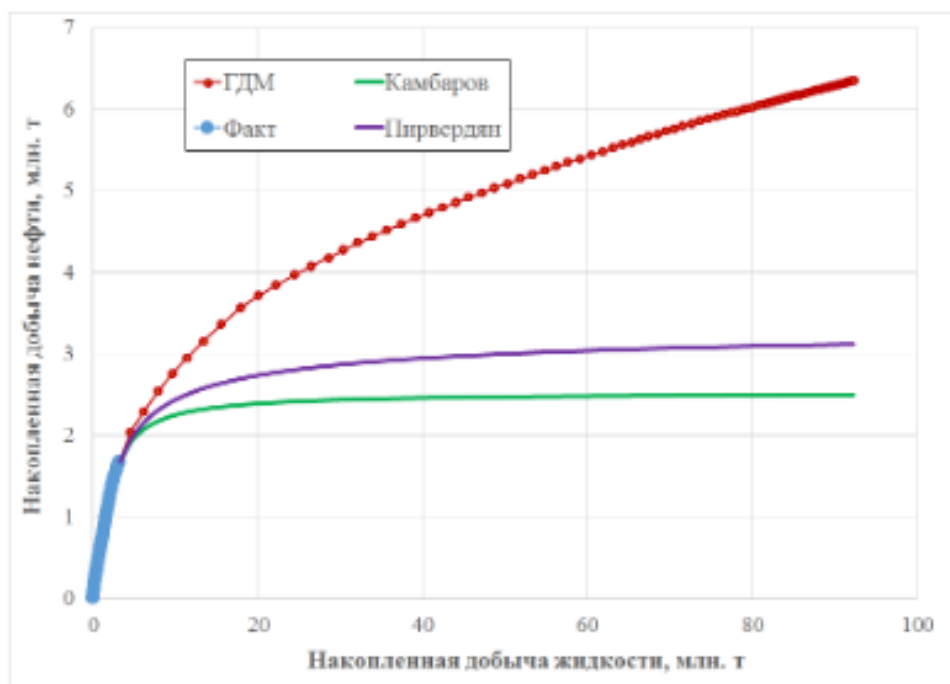
[108, б.61] еңбегінде жинақталған мұнай өндірудің гидродинамикалық моделі Қамбаров пен Пирвердяның ығыстыру сипаттамалары негізінде алынған жинақталған сұйық өндіруге тәуелділігін салыстыру нәтижелері талқыланады.

2.11-суретте нәтижелерді кескінмен көрсетеді. Жоғарыда келтірілген нәтижелер гидродинамикалық модель арқылы алынған мұнайдың болжамды шығуы, оның өндіру тарихына жақсы бейімделуіне қарамастан, 2 еседен астам жоғары болғанын көрсетеді, яғни болжам нақты көрсеткішті қарағаттандырмайды.

Гидродинамикалық модельдеудің кемшіліктерін жою мақсатында Забурунье кенорнына модель құрылды.

Есептеулер Matcad 14.0 бағдарламасы бойынша жүргізілді.





Сурет 2.11 – Камбаров - Пирвердянный ығыстыру сипаттамалары [84, 108] мен есептеулерді салыстыру қисығы

Есептеулер арқылы график құрған кезде, көріп тұрғандай менің моделім арқылы есептеу жолдары ағымдағы көрсеткіш есептеріне жуықтау. Бұл модель интеграл есебінің дұрыстығы Matcad 14.0 бағдарламасы бойынша тексеріліп, есептеу жолдары шексіздікке жанасты. Яғни, шексіз қабат принципі орындалады дегенді білдіреді.

Забурунье кенорны бойынша есептеулер ары қарай, болашақта, зерттеу жұмыстарымда жалғасатын болады, себебі бір модельмен шектелуге болмайды.

Ембімұнайгаз кенорнындарында қалдық мұнайлар қоры жеткілікті, оны игерудің және зерттеп, есептеу жолдарын жалғастыру өзімнің жоспарымда бар. Бұл компаниядағы 40 тан астам кенорнындарында көптеген мәселелер бар. Оның ішінде полимерлі сулану тиімділігі, мұнай бергіштікті арттыру тиімділігі және сол жоспарланған геолого-техникалық шараларды моделдеу жолдары, болашақта зерттеу мақсатым болып табылады.

### 3 Тарау бойынша қорытынды

Тарауда шартта қойылған қабаттағы қысым динамикасының өзгеру процесінің моделі жасалды.

1. 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 шоғырынлағы қысымның таралу динамикасының екі өлшемді математикалық моделі жасалды.

2. Базалық өндірудің факторлық талдау есептерін қолдана отырып қабаттағы мерзімінен бұрын, ұңғының суланып кетпеуі жоспарлау үшін ұңғымаларды диагностикалау бойынша геологиялық-статистикалық модельдер салынды. Зертханалық эксперименттің мәліметтерін қолдана отырып, модель жасалды. Кенорынның 1 объектісі бойынша ұңғылар орналасу картасы көрсетілді.

3. Забурунье 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.

4. 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.

5. 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 Забурунье кенорны бойынша гидродинамикалық модель құрылып, есептеулер жүргізілді.

## 3 ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР

### 3.1 Эксперименттік қондырғы

Қабаттағы қысымның таралу заңдылығын зерттеу мақсатында, сондай-ақ II тарауда зерттелген теориялық есептеулерді тексеру мақсатында (2.8-формуласы бойынша) Сафи Өтебаев атындағы Атырау Мұнай және Газ Университетінің Мұнай - газды зерттеу және өндіру зертханасында тәжірибелік сынамалар өткізілді.

Ауыспалы шекаралық жағдайында мұнай қабаты сегментінің өсі бойымен қысымның таралу сипаттамаларын анықтау жұмыстары жүргізілді. Зерттеу жүргізу қондырғысы 3.1-суретте көрсетілген.



Сурет 3.1 - Мұнайлы қабат сегментінің өсі бойымен қысымның таралу сипаттамаларын ауыспалы шекаралық жағдайларда зерттеу қондырғысы

3.1-суретте көрсетілген эксперименттік қондырғы мөлдір шыны цилиндрлік ыдыстар түрінде жасалған және әртүрлі өткізгіштік қасиеті бар жасанды кварц топырағымен толтырылған мұнай қабаттарынан тұрады, ол 3.2-суретте көрсетілген. Әртүрлі өткізгіштік қасиеті бар жасанды кварц топырағы толтырылған қабаттардың өсі датчиктермен толтырылған, олар бірмезгілде, параллель және аралас сүзілу реттігі кезінде қысымның таралу заңдылығын зерттеуге мүмкіндігін береді.



Сурет 3.2 - Әртүрлі өткізгіштік қасиеті бар жасанды кварц топырағы толтырылған цилиндрлік шыны контейнерлер

Қондырғының ақпараттық-өлшеу жүйесі, сандық индикаторлар және шығым өлшегіш датчиктері 3.3-суретте көрсетілген. Өлшеу нәтижелерін өңдеу, компьютерде орнатылған өлшеу қабаттарының бағдарламасымен жүзеге асырылады.



Сурет 3.3 – Ақпараттық өлшеу жүйесі

Қондырғының техникалық сипаттамалары қоректену кернеу көзі 220В-тан, қоректену желісінің 50 Гц жиілігі болатын блоктан, тұтынылатын қуат мөлшері 1,2 кВт, ұзындығы 1200 мм болатын, тереңдігі 750 мм болатын, биіктігі 2000 мм болатын және көлемі 60л бактан тұрады (3.4-сурет).



Сурет 3.4 – 60 литрлік бак.

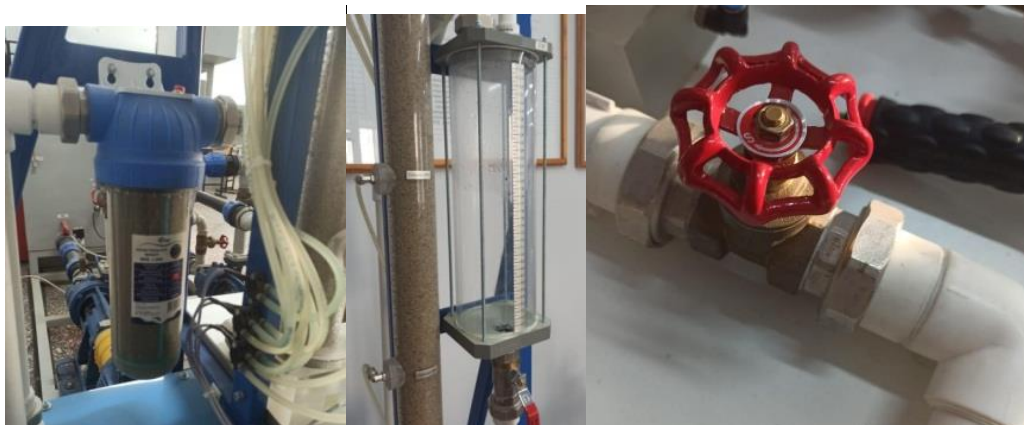
Қондырғы құрылысы құбырлы қиманың тікбұрышты болат профилінен жасалған рамалық қондырғы. Қысым арқылы сұйықтықты беру үшін Джамбо 70/50 ортадан тепкіш сорап қондырғының төменгі жағында орнатылған (сурет 3.5).



Сурет 3.5 – Ортадан тепкіш сорап Джамбо 70/50

Сонымен қондырғы, цилиндрлік шыны құбырлар түрінде жасалған әртүрлі өткізгіштік қасиеті бар топырақпен толтырылған жасанды мұнай қабаттарының модельдерінен, ағызу түтіктеріне орнатылған тазартқыш сүзгіден (фильтр),

жинағыш бактан, сорап арқылы сұйыққа қысымның берілуін реттеуге арналған бұрандалардан, қысымның өзгеруін көрсететін датчиктерден, өлшеуіш сыйымды шыныдан (мерник), крандардан тұрады. Олар 3.6 суретте көрсетілген.



Сурет 3.6 - Сораптың қысымын реттеуші крандар, қысымның өзгеруін өлшеуіш датчиктері, өлшеуіш сыйымды шыны, крандар.

### 3.2 Экспериментті жоспарлау

Су құбыры жүйесі арқылы өтіп, сұйықтық әр түрлі өткізгіштік қасиеті бар топырақпен толтырылған мөлдір цилиндрлік құбырлар түрінде жасалған ҚАБАТ<sub>1</sub>, ҚАБАТ<sub>2</sub>, ҚАБАТ<sub>3</sub> мұнай қабаттарының модельдеріне беріледі. Эксперименттік қондырғыда қабат модельдерінің қосылу тізбегін өзгертуге болады, олар тізбектей, параллельді және аралас қосылысты зерттеуге мүмкіндік береді.

Әрбір қабаттың бойындағы сұйықтықтың шығымы  $PM_1$ ,  $PM_2$ ,  $PM_3$  шығын өлшегіші бойынша анықталады.

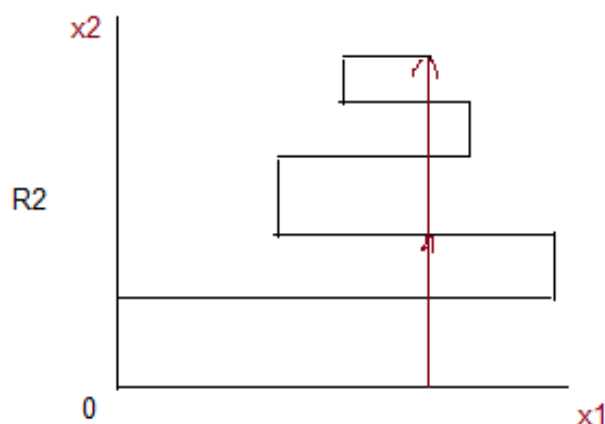
#### 3.2.1 Экспериментті қайталау санын анақтау

Эксперимент өткізбес бұрын, экспериментті жоспарлау теориясының моделін қарастырайық.

Эксперимент идеясы қандай, белгілі бір нәтиже алу үшін оны қанша мәрте қайталау қажет? Бұл сұраққа жауап беру үшін экспериментті жоспарлау әдістеріне сүйенуге болады.

Әдетте зерттеу эксперимент арқылы белгілі бір шешімді анықтайды. Эксперимент негізі екі параметрге байланысты, оны  $(x_1, x_2)$  деп белгілеуге болады.

Сурет - 3.7 көрсетілген схема бойынша экспериментті жоспарлау графигін қарастырайық.



Сурет 3.7 - Экспериментті жоспарлау графигі

Мұндағы  $R^2$  - эквивалентті екі өлшемді кеңістік.

Эксперименттің бір параметрі нөлден бастап бекітіледі, қадам бойынша қанша эксперимент қойылады, оны анықтау үшін, айталық, [110, б.38] оңтайлы нүкте нәтижелерді біртіндеп алу арқылы (қадам санын есептей отырып)  $x_2$  нүктесіне жетеді. Осындай эксперименттерді алдын-ала жүргізбес бұрын, сіз қанша эксперимент жүргізуді жоспарлай аласыз. Ол сұраққа жауап беру, эксперименттің жүргізілуі, яғни қайталану саны көптеген факторларға байланысты, олардың барлығы суммасы 1-ге тең болуы керек. Мысалы  $2^3 = 8$ , осыған сүйене отырып, біз процестердің градиентін аламыз, яғни қажетті нәтижеге жету үшін екі қадам жасасақ болғаны. (3.7 суретте көрсетілген)

Онда жеке жеке өлшеу қателіктерін азайту үшін эксперименттердің ең аз саны қажет:

$$N = p^n$$

Мұндағы:  $N$  - факторлар саны,  $n$ -тәжірибелер саны,  $p$ -деңгейлер саны. Инженерлік салада жиі қолданылады өрнек келесідей жазылады.

$$g = a_1 + a_{11}P + a_{22}S + \dots + a_{nn}x_n$$

Мұндағы  $P$ ,  $S$  және т. б. параметрлер-бұл сұйықтықтың қасиеттері және жыныстың физикалық қасиеттері болып алынсын.

Біздің жағдайда эксперименттер құмның таңдалған және дайындалған үш фракциясы үшін жасалады. Осылайша, бұл эксперименттің екі факторы бар: құм фракциясы (өткізгіштігі басқа фракцияға байланысты өзгеруі) және үш деңгейде өтетін сұйықтықтың концентрациясы. Сонда,

$$N = 3^2 = 9$$

Осылайша, дәлірек мәліметтер алу үшін 9 тәжірибе жасау қажет.



### 3.3 Экспериментті орындауға дайындық жұмыстары

Бірінші, екінші және үшінші жасанды қабаттарды (бұдан әрі Қабат<sub>1</sub>, Қабат<sub>2</sub>, Қабат<sub>3</sub>) кварц құмымен толтыру жоспарланған. Оның алдында қондырғыда жұмыстар жүргізіліп, зерттеу тәжірибелері орныдалғаннан кейін, сүзгіш бойы құм тығындарына толып, тазалау жұмыстары жүргізілді. Қабаттардағы құмның деңгейі тығыздалып, деңгейі отырып, азайғандықтан құм алдын ала фракцияларға бөлініп, қабаттарды кері толтыру жұмыстары өтті. Құмның фракциялары 3.8 суретте көрсетілген.



Сурет 3.8 - Қабат<sub>1</sub>, Қабат<sub>2</sub>, Қабат<sub>3</sub> қабаттарына арналған кварц құмы фракциялары

- Дисперсті орта 1) Қабат<sub>1</sub> 0,4-тен 0,8 мм-ге дейін  
2) Қабат<sub>2</sub> 0,6-дан 1,2 мм-ге дейін  
3) Қабат<sub>3</sub> 2,5 мм-ден 4 мм-ге дейін

Қабат<sub>1</sub>-де құмтастар диаметрі 0,4-тен 0,8 мм-ге дейінгі ұсақ дисперсті кварц құмы бар. Қабат<sub>2</sub>-де сәйкесінше 0,6-дан 1,2 мм-ге дейінгі. Қабат<sub>3</sub> құмтастар диаметрі 2,5 мм-ден 4 мм-ге дейінгі кварц құмынан тұрады.

Кеуекті ортаның маңызды гидродинамикалық сипаттамасы К қабатының өткізгіштік коэффициенті, сүзу процесі жүретін кеуетік арналарының сүзу процесі жүріп жатқан кезде, сүзгілеудің бір ауданында сипатталатын ең маңызды көрсеткіш болып есептелінеді.

К өткізгіштік коэффициенті мына формула бойынша Дарси Заңы негізінде есептеледі:

$$k = \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{\Delta \rho \cdot F}$$

мұндағы  $\mu$ -сұйықтықтың динамикалық тұтқырлық коэффициенті, су үшін  $\mu \approx 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;

F қабаттың көлденең қимасының ауданы,  $F=0,00196 \text{ м}^2$ ;

L-қабаттың бақылау учаскесінің ұзындығы,  $L=1 \text{ м}$ ;

$\Delta \rho$ -қабат ұзындығындағы сұйықтық қысымының ауытқуы L, Па;

Q-сұйықтықтың көлемдік шығыны,  $\text{м}^3 / \text{с}$ .

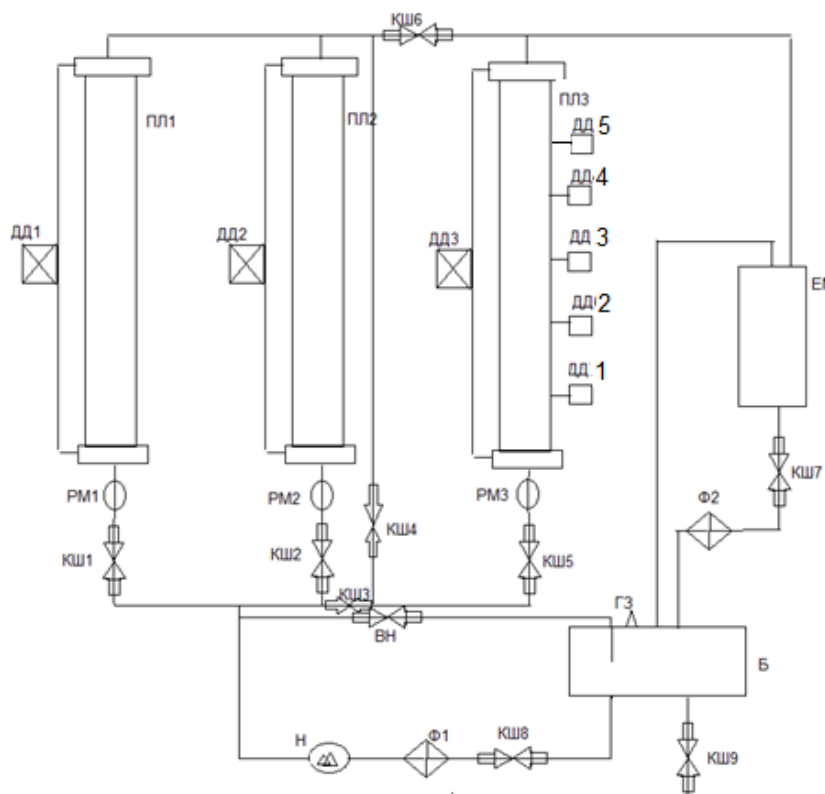
Құмның фракцияларына байланысты өткізгіштігі туралы мәліметтер 3.1-кестеде көрсетілген.

Кесте 3.1- кварц құмдарының өткізгіштігі

| Құм фракциясы | Құм өткізгіштігі (м <sup>2</sup> ) |
|---------------|------------------------------------|
| 0,4 - 0,8 мм  | 0,000101-0,000102                  |
| 0,6 - 1,2 мм  | 0,000135                           |
| 2,5 мм - 3мм  | 0,000230                           |

### 3.4 Эксперимент жүргізу әдістемесі және нәтижелері

Өзгермелі шекаралық жағдайларда мұнай қабатының сегментінің өсі бойымен қысымның таралу сипаттамаларын алу үшін қабат бойымен қысымның таралу параметрлерін алу және осы шекаралық жағдайлардың қысымына әсерін зерттеу міндеті қойылды. 3.9-суретте қондырғының гидравликалық схемасы көрсетілген



Сурет 3.9 - Эксперимент жүргізу қондырғысының гидравликалық схемасы

Цилиндрлі шыны Қабат<sub>1</sub> Қабат<sub>2</sub> және Қабат<sub>3</sub> кварц құмдарымен толтырылған, Қабат<sub>1</sub>-де бөлшектердің мөлшері 0,4-тен 0,8 мм-ге дейін болатын ұсақ дисперсті кварц құмы бар. Қабат<sub>2</sub>-де 0,6-дан 1,2 мм-ге дейінгі бөлшектер бар. Қабат<sub>3</sub> бөлшектердің мөлшері 2,5 мм-ден 4 мм-ге дейінгі кварц құмынан тұрады.

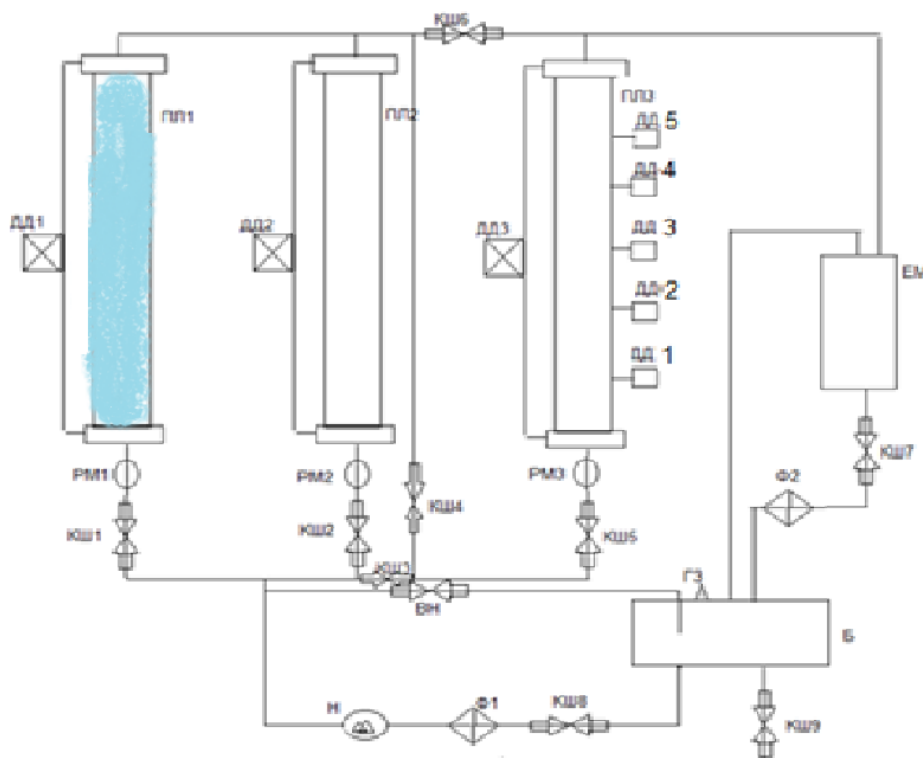
Тәжірибелік зерттеу жұмысы алдымен Қабат<sub>1</sub> ден басталады, 0,4-тен 0,8 мм-ге дейін болатын ұсақ дисперсті кварц құмы бар орта ортадан тепкіш сорап (Н) күші арқылы сұйыққа қанығуы қажет. Датчиктер көрсеткіштерінің

дұрыстын қамтамасыз ету үшін ортадан тепкіш сорапты іске қосқаннан кейін 7-10 минут күту қажет.

Содан кейін КШ<sub>1</sub> ашып, КШ<sub>3</sub>, КШ<sub>5</sub>, КШ<sub>8</sub>, КШ<sub>2</sub>, КШ<sub>4</sub> және КШ<sub>6</sub> крандарын жауып, және вентиль ВН ашып, басқару жүйесінің қуатын және сұйықтықпен қабатты қанықтыру үшін ортадан тепкіш сорап қондырғысын қосамыз.

КШ<sub>7</sub>-ні жауып, ЕМ өлшеу сыйымдылығына жиналған сұйықтығының Q<sub>ЕМ</sub> шығынын көлемді түрде өлшейміз, ол үшін бақылау көлемінің ΔV сыйымдылығын толтыру Δt уақытын өлшеу керекпіз. Біз барлық тіркелген деректерді 3.2-кестеге көлемді түрде өлшенген Q<sub>ЕМ</sub> ағынының мәндерін жазап аламыз.

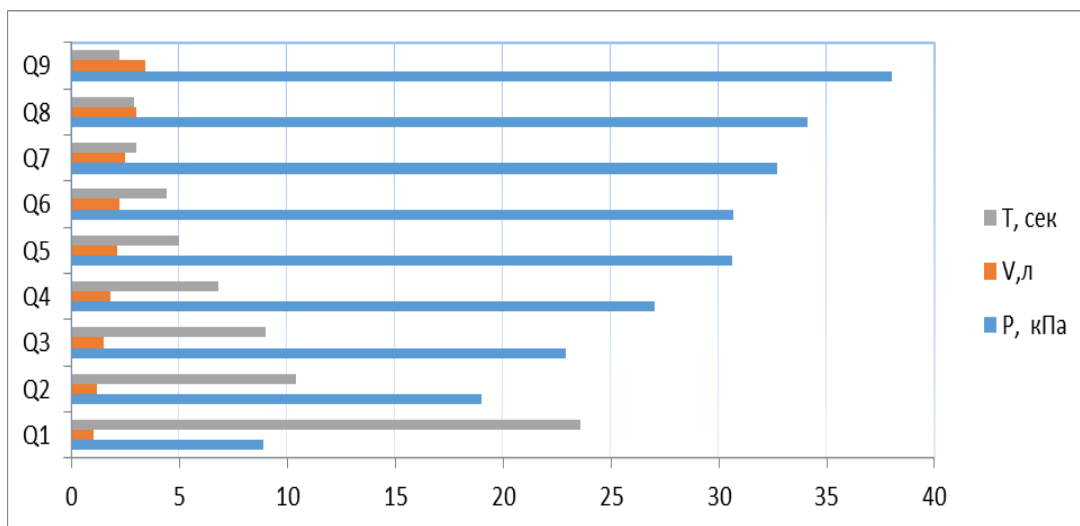
Схема түрінде 3.10 суреті бойынша көрсетіледі.



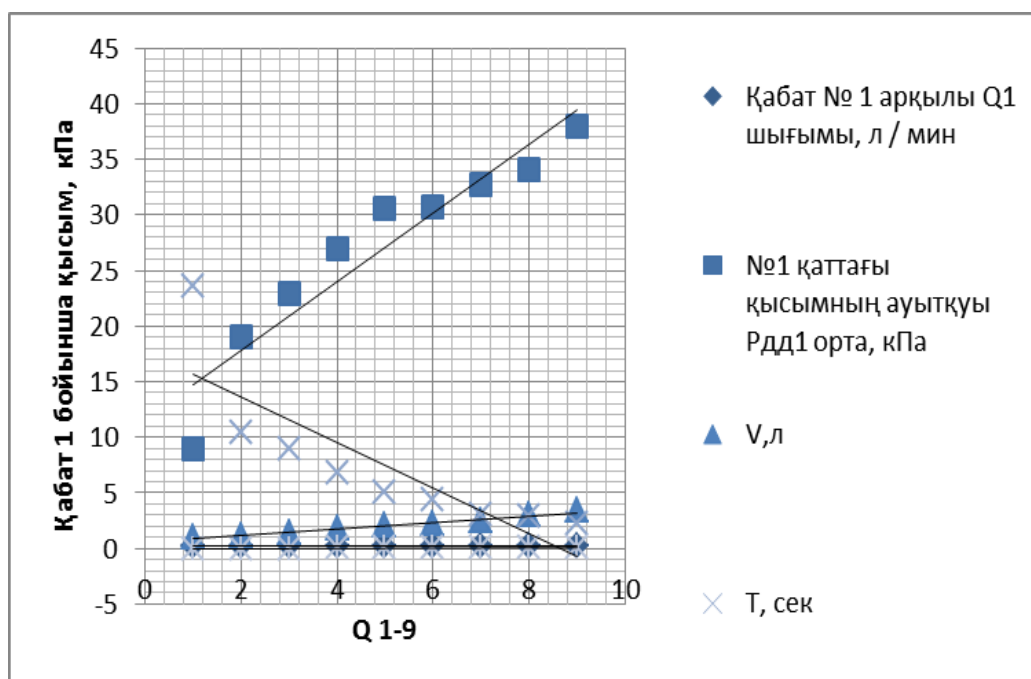
Сурет 3.10 – Қабат<sub>1</sub> 0,4-тен 0,8 мм-ге дейін болатын ұсақ дисперсті кварц құмы бар шыны өткізгіштігін зетрреу

Кесте 3.2 ПЛ<sub>1</sub> көрсеткіштері Q=0.2л/мин

| Белгілеулер  | Q <sub>1</sub>      | Q <sub>2</sub>  | Q <sub>3</sub>  | Q <sub>4</sub> | Q <sub>5</sub> | Q <sub>6</sub> | Q <sub>7</sub> | Q <sub>8</sub> | Q <sub>9</sub> |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Қабат <sub>1</sub> арқылы Q <sub>1</sub> шығымы, л / мин | 1                   | 1,2             | 1,5             | 1,8            | 2,1            | 2,2            | 2,5            | 3              | 3,4            |
| №1 қабаттағы қысымның ауытқуы Р <sub>д1</sub> орта, кПа  | 8,9                 | 19,0            | 22,9            | 27,0           | 30,6           | 30,7           | 32,7           | 34,1           | 38,0           |
| V, л   | 0,2                 | 0,2             | 0,2             | 0,2            | 0,2            | 0,2            | 0,2            | 0,2            | 0,2            |
| T, сек   | 23,6                | 10,4            | 9               | 6,8            | 5              | 4,4            | 3              | 2,9            | 2,2            |
| Q <sub>ЕМ1</sub>   | 0,008<br>4745<br>76 | 0,0192<br>30769 | 0,02222<br>2222 | 0,0294<br>12   | 0,04           | 0,0454<br>55   | 0,0666<br>67   | 0,0689<br>66   | 0,0909<br>09   |

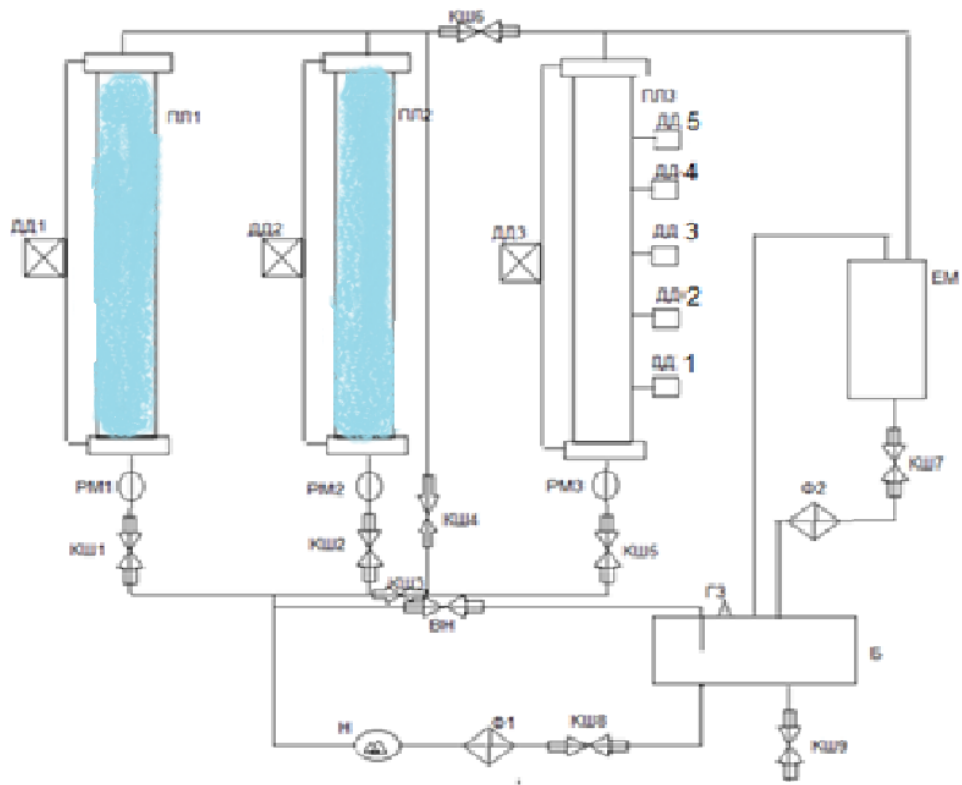


Сурет 3.11 - Қабат №1 қысымның таралу гистограммасы



Сурет 3.12 - Қабат 1 бойынша P қысымның Q шығымға тәуелділігі

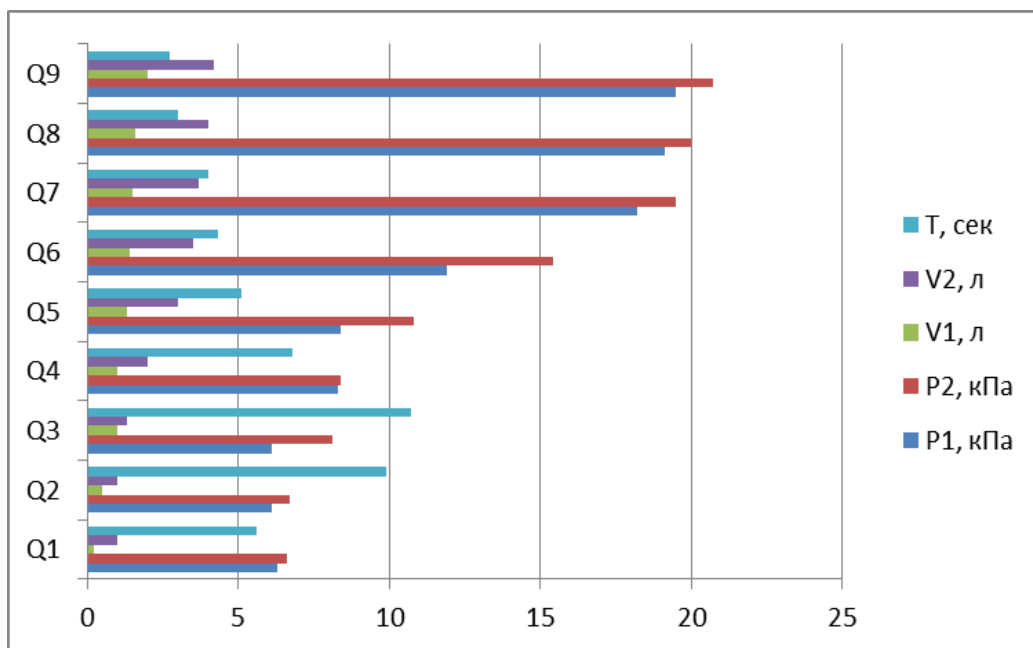
КШ<sub>1</sub>, КШ<sub>2</sub> ашып екінші қабатты қосамыз, (екі қабат паралельді қосылады) КШ<sub>3</sub>, КШ<sub>5</sub>, КШ<sub>8</sub>, КШ<sub>4</sub> және КШ<sub>6</sub> крандарын жауып, және вентиль ВН ашып, басқару жүйесінің қуатын, су беру үшін ортадан тепкіш сорап қондырғысын қосамыз. Гидравликалық сызба 3.13 суретте көрсетілген.



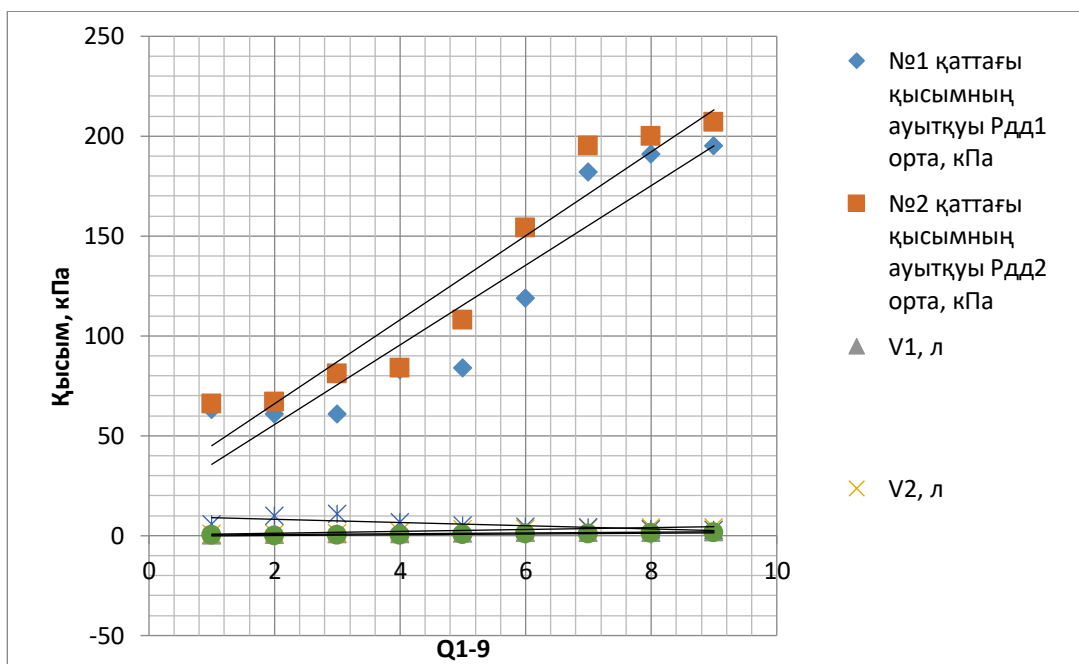
Сурет 3.13 – Қабат<sub>1</sub>, Қабат<sub>2</sub> паралельді қосылу

Кесте 3.3 - Қабат 1-2 көрсеткіштер мәлеметі, Q=0.2л/мин

| Белгілеу   | Q <sub>1</sub>      | Q <sub>2</sub>      | Q <sub>3</sub>      | Q <sub>4</sub> | Q <sub>5</sub> | Q <sub>6</sub> | Q <sub>7</sub> | Q <sub>8</sub> | Q <sub>9</sub> |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| №1 қаттағы қысымның ауытқуы Р <sub>дд1</sub> орта, кПа | 6,3                 | 6,1                 | 6,1                 | 8,3            | 8,4            | 11,9           | 18,2           | 19,1           | 19,5           |
| №2 қаттағы қысымның ауытқуы Р <sub>дд2</sub> орта, кПа | 6,6                 | 6,7                 | 8,1                 | 8,4            | 10,8           | 15,4           | 19,5           | 20,0           | 20,7           |
| V <sub>1</sub> , л                                     | 0,2                 | 0,5                 | 1                   | 1              | 1,3            | 1,4            | 1,5            | 1,6            | 2              |
| V <sub>2</sub> , л                                     | 1                   | 1                   | 1,3                 | 2              | 3              | 3,5            | 3,7            | 4              | 4,2            |
| T, сек   | 5,6                 | 9,9                 | 10,7                | 6,8            | 5,1            | 4,3            | 4              | 3              | 2,7            |
| Q <sub>ЕМ2</sub>                                       | 0,17<br>8571<br>429 | 0,101<br>01010<br>1 | 0,121<br>49532<br>7 | 0,29<br>4118   | 0,588<br>235   | 0,8139<br>53   | 0,925          | 1,333<br>333   | 1,555<br>556   |



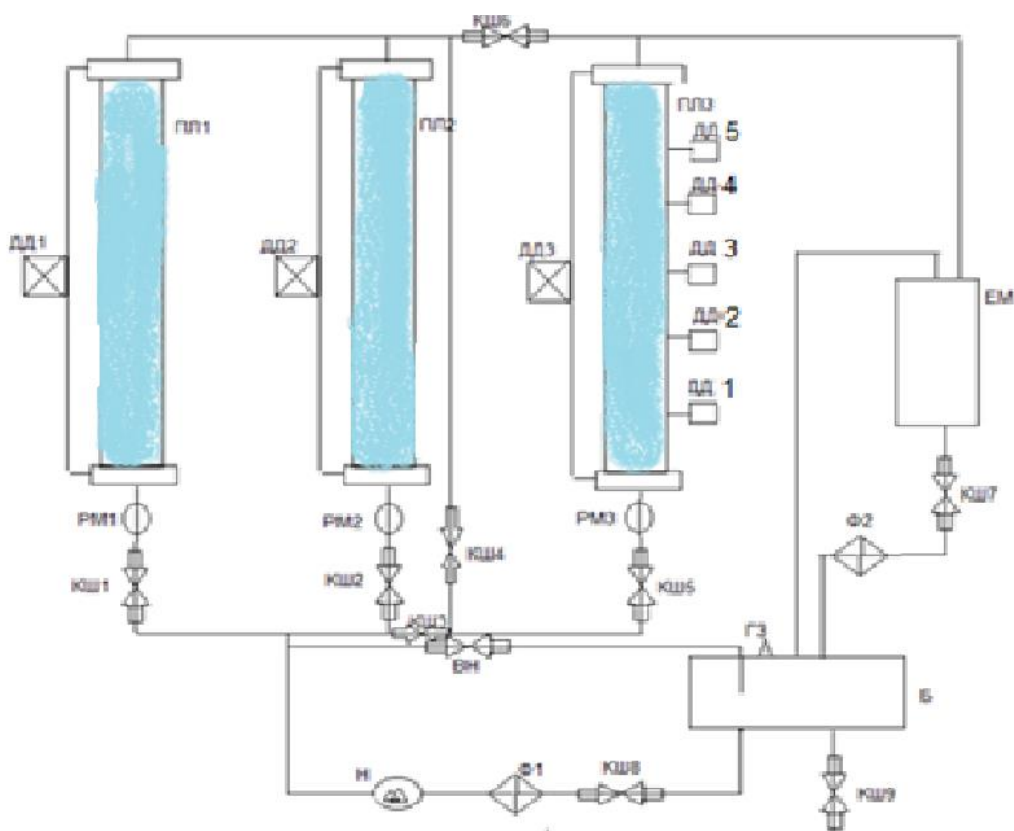
Сурет 3.14 - Қабат 1-2 паралельді қосылу гистаграммасы



Сурет 3.15 - Қабат 1-2 бойынша P қысымның Q шығымға тәуелділігі

Әрі қарай, Қабат<sub>3</sub> -ті қосамыз, яғни үш түрлі өткізгіштігі бар қабаттар бірдей уақытта паралельді қосылады. КШ<sub>7</sub> ашып, ВН ысырмасын біртіндеп жауып, сұйықтық ағынының мәнін Q Қабат<sub>3</sub> арқылы 1 л/мин-ге тең етіп орындап, Шығым өлшегіштің РМ<sub>3</sub> көрсеткіші бойынша мәнді анақтаймыз. Сондай-ақ, кестеге Қысым датчиктерінің көрсеткіштерін ДД<sub>3</sub> (Рдд<sub>3</sub>), ДД<sub>4</sub> (Рдд<sub>4</sub>), ДД<sub>5</sub> (Рдд<sub>5</sub>), ДД<sub>6</sub> (Рдд<sub>6</sub>), ДД<sub>7</sub> (Рдд<sub>7</sub>) кестеге енгізіп аламыз.

$Q_{EM}$  сұйықтығының шығынын көлемдік әдіспен өлшегеннен кейін, 3.4-кестеге  $Q_{EM}$  ШЫҒЫМ мәні мен көлемдік әдіспен өлшенген  $Q_{EM}$  шығыны туралы жазба жүргіземіз. Сондай-ақ, кестеге ДД<sub>3</sub> (Рдд<sub>3</sub>), ДД<sub>4</sub> (Рдд<sub>4</sub>), ДД<sub>5</sub> (Рдд<sub>5</sub>), ДД<sub>6</sub> (Рдд<sub>6</sub>), ДД<sub>7</sub> (Рдд<sub>7</sub>) қысым датчиктерінің көрсеткіштерін енгіземіз.



Сурет 3.16 - Қабат 1-3 паралельді қосу гидравликалық схемасы

КШ<sub>7</sub>-ні ашып, процесті қайталаймыз,  $Q_{EM}$  сұйықтығының шығынын көлемдік әдіспен өлшейміз, 3.4-кестеге  $Q_{EM}$  шығым мәндерін шығым өлшегішке және көлемдік әдіспен өлшенген  $Q_{EM}$  ағын көрсеткішін бақылау керек.

Сондай-ақ, кестеге ДД<sub>3</sub> (Рдд<sub>3</sub>), ДД<sub>4</sub> (Рдд<sub>4</sub>), ДД<sub>5</sub> (Рдд<sub>5</sub>), ДД<sub>6</sub> (Рдд<sub>6</sub>), ДД<sub>7</sub> (Рдд<sub>7</sub>) қысым датчиктерінің көрсеткіштерін енгізіп, сораптың берілуін реттеу үшін бұрандалы ысырманың толық жабылуымен аяқталады.

Айта кету керек, бұл экспериментте біз тек бір фазамен, біртекті ортада, атап айтқанда сумен жүргіземіз.

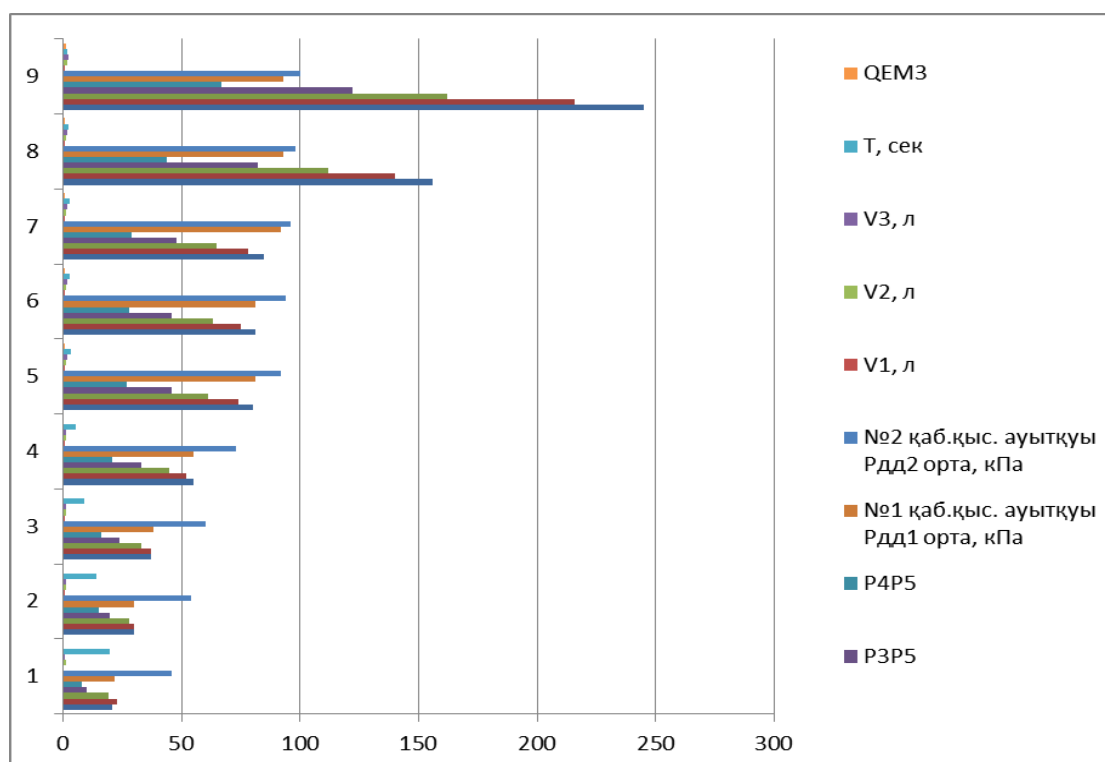
Жоспарлау матрицасына сәйкес сенімді нәтижелерге қол жеткізу үшін әр түрлі қысыммен тоғыз эксперимент жүргізу жеткілікті.

Эксперимент нәтижелері 3.4-кестеде келтірілген

Шығынды формула бойынша есептейміз:  $Q_{EM} = \Delta\tau / \Delta V$ .

Кесте 3.4 - Қабат<sub>1-3</sub> көрсеткіштері, Q=0.2л/мин

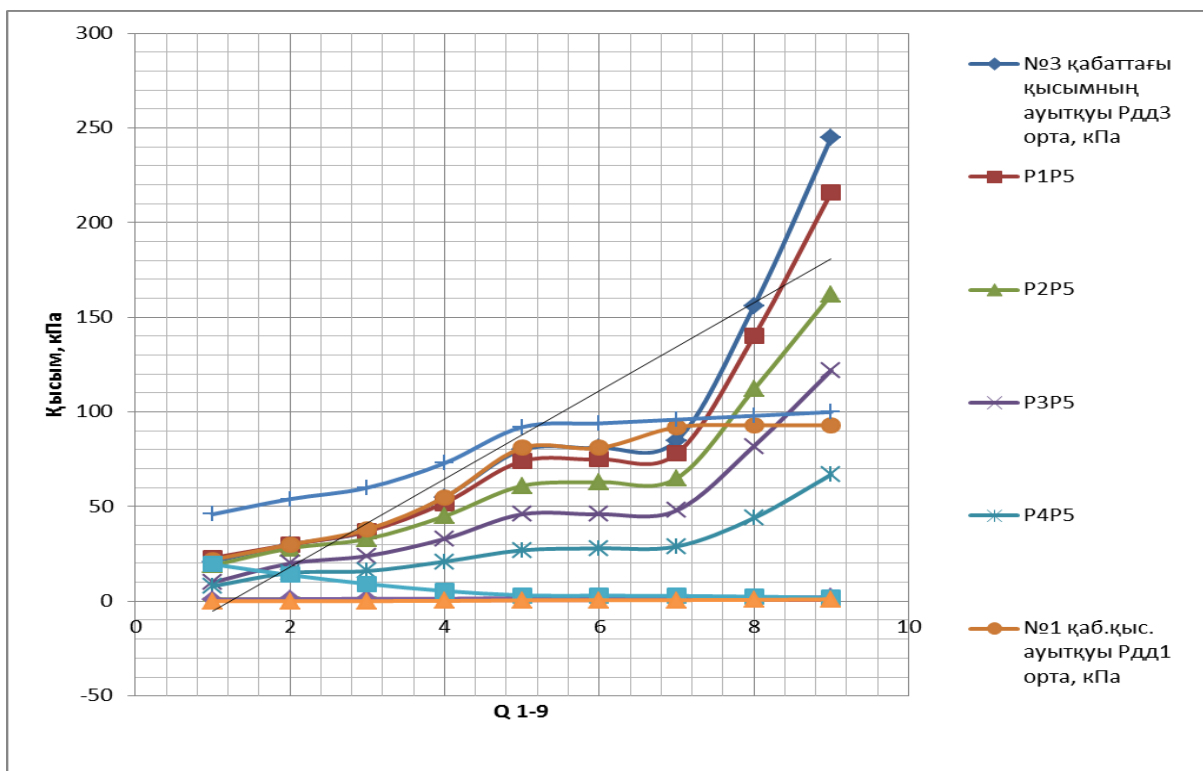
| Белгілеу   | Q <sub>1</sub>  | Q <sub>2</sub>  | Q <sub>3</sub>  | Q <sub>4</sub> | Q <sub>5</sub> | Q <sub>6</sub> | Q <sub>7</sub> | Q <sub>8</sub> | Q <sub>9</sub> |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| №3 қабаттағы қысымның ауытқуы Рдд <sub>3</sub> орта, кПа | 21              | 30              | 37              | 55             | 80             | 81             | 85             | 156            | 245            |
| P <sub>1</sub> P <sub>5</sub>                            | 23              | 30              | 37              | 52             | 74             | 75             | 78             | 140            | 216            |
| P <sub>2</sub> P <sub>5</sub>                            | 19              | 28              | 33              | 45             | 61             | 63             | 65             | 112            | 162            |
| P <sub>3</sub> P <sub>5</sub>                            | 10              | 20              | 24              | 33             | 46             | 46             | 48             | 82             | 122            |
| P <sub>4</sub> P <sub>5</sub>                            | 8               | 15              | 16              | 21             | 27             | 28             | 29             | 44             | 67             |
| №1 қаб.қыс. ауытқуы Рдд <sub>1</sub> орта, кПа           | 22              | 30              | 38              | 55             | 81             | 81             | 92             | 93             | 93             |
| №2 қаб.қыс. ауытқуы Рдд <sub>2</sub> орта, кПа           | 46              | 54              | 60              | 73             | 92             | 94             | 96             | 98             | 100            |
| V1, л  | 0,50            | 0,6             | 0,7             | 0,7            | 0,6            | 0,7            | 0,7            | 0,8            | 0,9            |
| V2, л  | 1,1             | 1,2             | 1,3             | 1,3            | 1,2            | 1,3            | 1,4            | 1,5            | 1,6            |
| V3, л  | 1               | 1,2             | 1,4             | 1,4            | 1,8            | 1,9            | 1,9            | 2              | 2,2            |
| T, сек   | 19,6            | 13,9            | 9,2             | 5,5            | 3,2            | 3              | 2,9            | 2,5            | 2              |
| Q <sub>EM3</sub>   | 0,05102<br>0408 | 0,086330<br>935 | 0,152173<br>913 | 0,254<br>545   | 0,5625         | 0,633333       | 0,655172       | 0,8            | 1,1            |



Сурет 3.16 - Қабат<sub>3</sub> қысымының ауытқуы Рдд<sub>3</sub> орта, кПа.

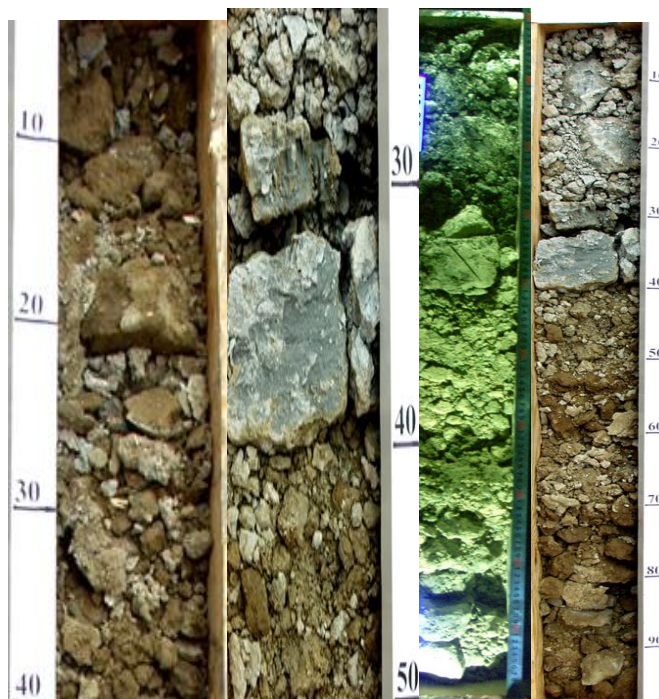
Алынған мәндерге сүйене отырып графика тәуелділіктер шығымы : Q<sub>EM</sub> арқылы қабат бойы қысымның Δр таралу заңдылығын зерттеп, шығым Q<sub>EM</sub> және қысымΔр тәуелділіктерін құрдық.





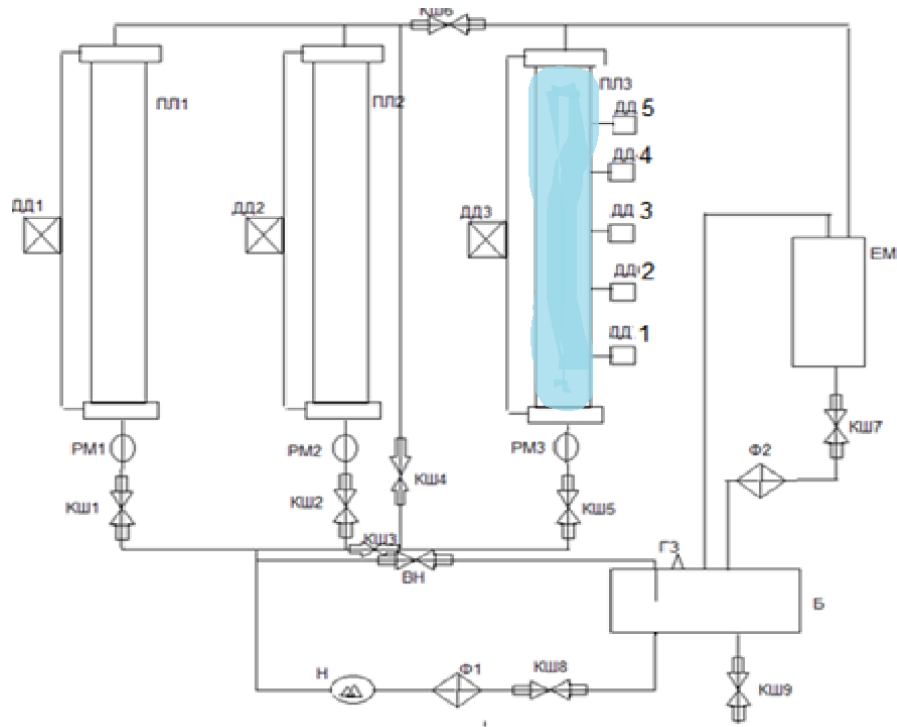
Сурет 3.17 - Қабат<sub>3</sub> қысымның ауытқуы Рдд<sub>3</sub> орта, кПа.

Зерттеу процесін жалғастыра отырып, ары қарай үшінші қабат Забурунье кенорны, Неоком I, II горизонтынан кен сынамасы толтырылды. Зерттеу объектісі Забурунье кенорны болғандықтан кен үлгілері КазНИГРИ институтынан, кен жинағын сақтау бөлімінен алынды.



Сурет 3.18 - Неоком I қабатынан 830м тереңдіктен және Неоком II қабатынан 871,8м тереңдіктен алынған сынама кен үлгісі

Керн топырағы алдын ала жуылып, мұнай қалдықтарынан тазартылған. Керн Бор қабатынан (Меловой) 830м тереңдіктен және Неоком II қабатынан 871,8м тереңдіктен алынған. Бор қабатынан керн үлгілері – 1,0 м (100%) құрайды, Неоком қабатынан керн 0,4-0,5 м құрайтын сынама зерттеуге алынды. Керн мұнаймен біркелкі қаныққан. 0,0 м; 0,20 м; 0,40 м; 0,65 м, 1,0 м-мұнайға қанықтылық байқалады. Саздар көкшіл-сұр, алеврит тәрізді, аргиллит тәрізді, қабатты, жұқа плиталы, тегіс емес, әр жерден сынған, кальцийлі болып келген. Қабаттың барлық аралықтарында 1-2 мм шамасында көмір қалдықтарымен бөлінген.



Сурет 3.19 - Қабат<sub>3</sub> бойынша эксперимент өткізу гидравликалық схемасы

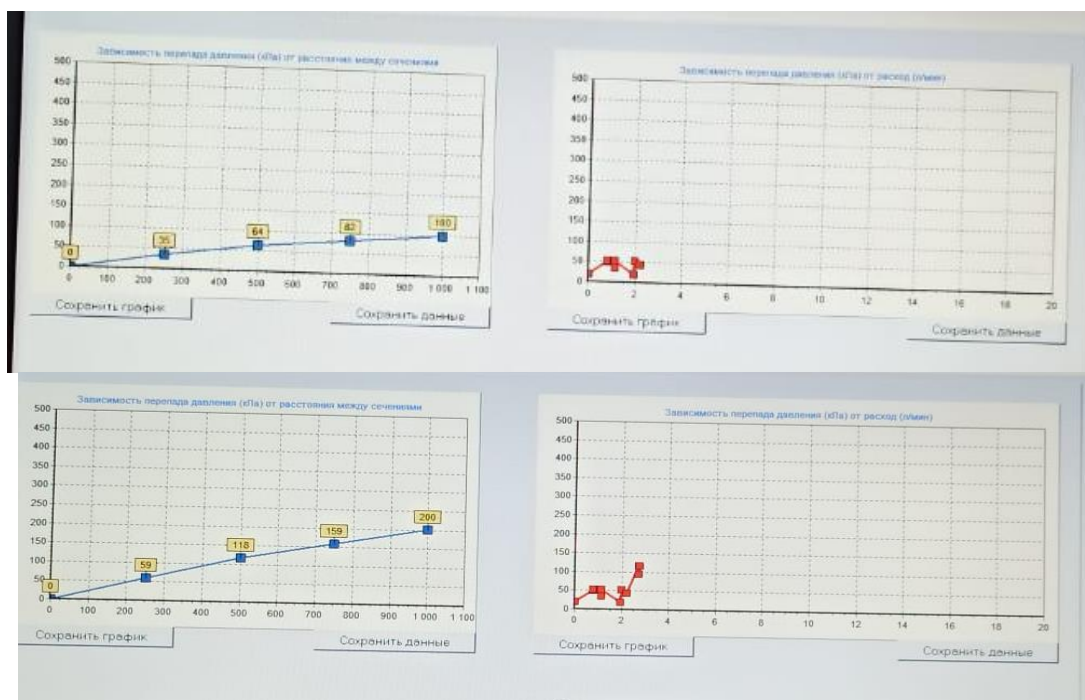


Сурет 3.20 - Забурунье кенорны Неоком-I және Неоком-II горизонттарынан керн үлгілерімен Қабат<sub>3</sub> ты толтыру, қабатты айналдыра датчиктер орналастыру жұмыстары

Қабат<sub>3</sub> керн ұнтақ құмтастарын толтыру арқылы модификацияланды. Датчиктер қиманы диаметрі бойынша айналдыра, төменде орналастырылды. F аудан қимасы бойынша 3 датчик орналастырылды. Датчик көрсеткіштері кестеде көрсетілген, ол бойынша график тұрғызылды, яғни эксперимент мақсаты радиус векторымен айналу бұрышындағы қысымның өзгеруін анықтау.



Сурет 3.21 - Датчиктердің орналасу схемасы



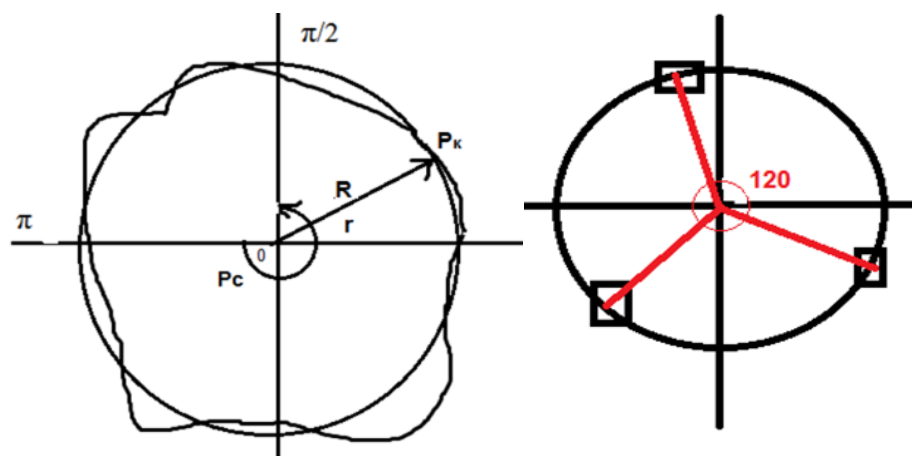
Сурет 3.22 - Арнайы бағдарлама, қысымның қима ауданы бойымен таралу сызығы

Эксперимент көрсеткендей қысым үш нүктеде үш түрлі мәнді көрсетіп тұр. Бұл қысымның таралу заңдылығының теориялық тұжырымына сәйкес, расталды.

Анықталған мілеметтер жиынтығы, белгілі әдістерді қолдана отырып қысымның таралу заңдылығын жаңа деңгейге көрсеттім, қысымның бұрылу бұрышын ескере отырып, екі өлшемді өрнек алынып, математикалық және

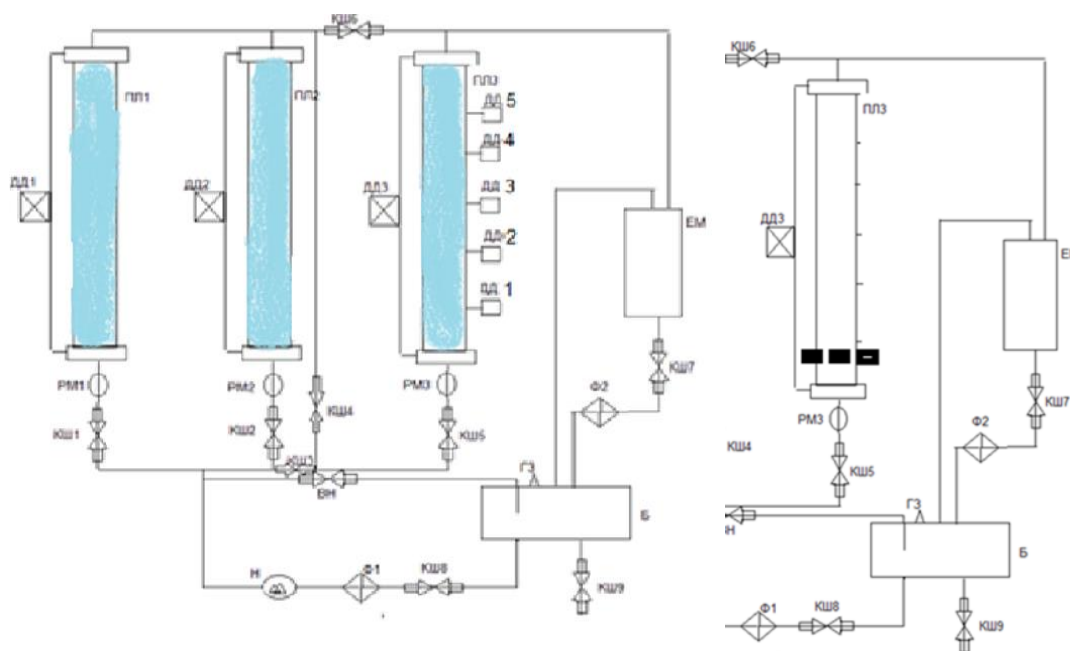
эксперименттік тұрғыда анықталды. Компьютерлік мәліметтер бойынша график көрсетілген.

Теория мен эксперимент салыстыру тұжырымы 3.23 суреттерде көрсетілген.

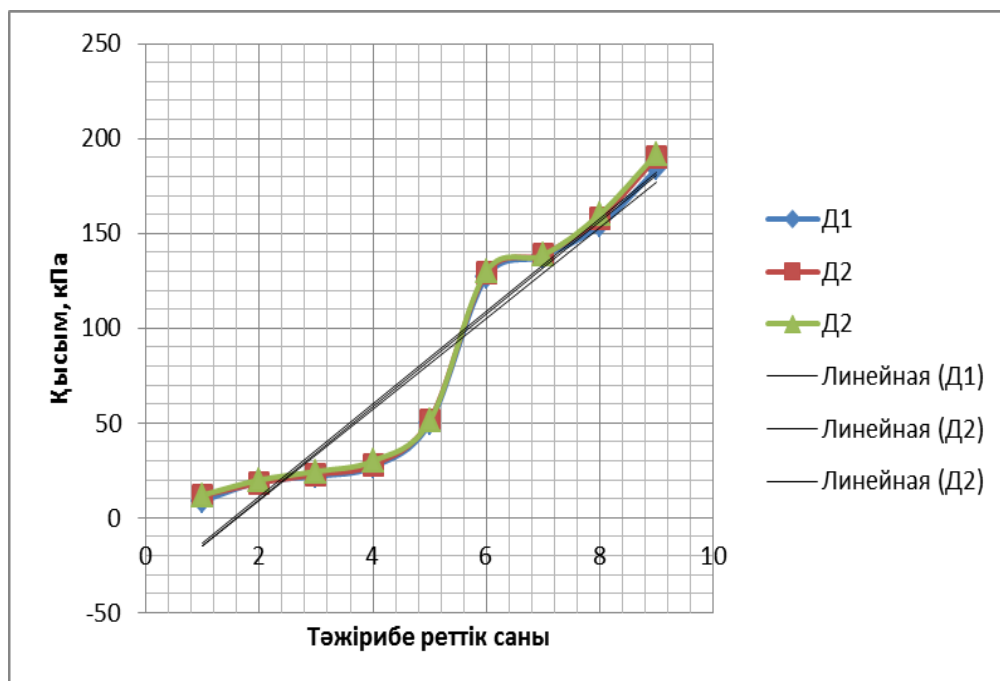


Сурет 3.23 - Қысымның қима бойымен таралу кескіні

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



Сурет 3.24 - Қабат үлгілері бойынша және датчиктердің орналасу кескіні



Сурет 3.25 - Үш қабат бірдей жұмыс жасағандағы қысымның таралу заңдылығы

Кесте 3.4 Айдау ұңғысындағы қысымның таралу заңдылығын есептеу

|                  |        |    |     |     |      |      |
|------------------|--------|----|-----|-----|------|------|
| Өзгеру бұрышы, φ | 120,00 | 80 | 145 | 240 | 45   | 180  |
| P, МПа           | 2,98   | 3  | 2,9 | 3   | 2,99 | 2,94 |

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

### 3 тарау бойынша қорытынды

Бұл тарауда 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 таралу заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік береді.

Қабаттың қажетті кеуекті ортасын таңдау арқылы өзгертін шекаралық жағдайларда қабат қысымның таралуын зерттеуге жақын параметрлер алынды.

Эксперимент нәтижесі кварц топрырағы толтырылған қабат өсімен қысымның таралу заңдылығы қарастырылып, эксперимент оң нәтижесіне жетті.

Үшінші қабат Забурунье кенорнының Неоком керн сынамаларымен толтырылды. Зерттеу объектісі Забурунье 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  $\varphi$  ауытқу бұрышы  $120^{\circ}$ , 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.

## **4 ЭЛЕКТРОФИЗИКАЛЫҚ ӘСЕР ЕТУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙДЫҢ ТҮТҚЫРЛЫҒЫН ТӨМЕНДЕТУ**

### **4.1 Мұнай тұтқырлығын төмендетудің ғылыми-техникалық негіздемесі**

Зерттеуімнің төртінші бөлімі электоро-физикалық әсер етудің көмегімен мұнайдың тұтқырлығын төмендетуді, ғылыми-техникалық негіздеу тақырыбына арналған. Диссертациялық тақырыпқа сәйкес «Тұтқырлығы жоғары Забурунье кенорнының игеру процесі әдістерін зерттеу және жетілдіру» мақсатында электрофизикалық әсер ету арқылы мұнайдың тұтқырлығын төмендету теориялық және эксперименттік әдістері қарастырылды.

Тұтқырлықты төмендету - кәсіпшілік жағдайларда мұнайдың аққыштығын жақсартудың негізгі параметрлерінің бірі болып табылады.

Бұл жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің және Satbayev Universityнің 2018 жылға арналған ғылыми-техникалық жобаларды гранттық қаржыландыруы аясында жүргізілді. Жұмыс 2018-2020 жылдары «Қазақстандық мұнайдың мұнай бергіштікті едәуір ұлғайтуды қамтамасыз ететін тұтқырлығын төмендетудің ғылыми-техникалық негіздері» тақырыбына жүргізілді, жоба номері AP05130483.

Ультрадыбыстық техника кенорнын игеруді зерттеушілер мен инженерлер үшін үлкен қызығушылық тудырған, мұнай бергіштікті арттырудың экономикалық тиімді және экологиялық таза дәстүрлі емес әдісі болып табылады. Ультрадыбысты беттік-белсенді затпен интеграциялау флюидтің құрамында тұздардың адсорбциясын төмендету есебінен мұнай бергіштікті ұлғайтуда тиімділігі дәлелденген.

Ультрадыбыстың шын мәнінде мұнайдың тұтқырлығын (аққыштық қасиетін) азайтатынын анықтау үшін су-мұнайдың фазалық күйіне көптеген зерттеулер жұмылдырылды. Алайда бір фазалық күй ғана бұл сұраққа жауап бере алмайды.

Демек, бұл зерттеуде түрлі қарқынды жиіліктер кезінде ультрадыбыстың көмегімен мұнайдың тұтқырлығын төмендету рөлі зерттелді. Ультрадыбыстық ваннаға салынған құмы бар тығыздалмаған модель және бұл үшін ультрадыбыстық өңдеу пайдаланылды. Жүргізілген зертханалық эксперименттің нәтижесінде ультрадыбыстық өңдеу кезінде тұтқырлық 138 мПа\*с бастапқы мәннен 30%-ға дейін едәуір төмендеуді көрсетеді.

Тұтқырлықты төмендетудің ғылыми-техникалық негіздерін әзірлеу, мұнай өндірудің дәстүрлі әдістерінен энергия үнемдейтін, жер қойнауынан алуды айтарлықтай сағаға көтеруді қамтамасыз ететін әдістерге ауысу үшін жағдайлар жасау.

Ультрадыбыстық технологиялар ұңғыма түбіне мұнайдың құйылуын ұлғайту үшін капиллярлық қысымды төмендетіп, шайырдың, асфальтендер мен парафиндерді әсерін төмендетіп, тазартады.

Парафиндер, шайырлар, асфальтендер мен басқа да қоспалар кеуекті қуыстарды бітеп қалады, соның салдарынан мұнай ұңғымаларың өз потенциалы төмендеп, дебит азаюына әкеледі.

Ультрадыбысты қолданумен қуысты кеңістікте микро-акустикалық ағындармен тазалау механизмі басталады. Бұл ретте қуаты жоғары ультрадыбыс бөлшектерді орнында ұстайтын адгезиялық күштерді бұзады және кейін бұл бөлшектерді алып тастайды.

Қуыс кеңістігі мен өткізгіштікті қалпына келтіріледі, бұл дебиттің өсуіне әкеледі. Қойылған міндеттерді шешу үшін зерттеулердің келесідей әдістері пайдаланылды:

- әдебиет көздері мен тәжірибені талдау және қорыту;
- электромеханикалық процестерді физикалық модельдеу;
- сыртқы әсердің жиілігінің немесе потенциалдың өзгеруіне байланысты флюидтерден тұратын композициялардың әртүрлілік қасиеттерін зерттеу бойынша эксперимент жүргізу.

Резонанстық режимде немесе кавитатормен акустикалық сигналмен қайта айдау процесінде, мұнайға әсер етуді қарастыратын, мұнайдың тұтқырлығын өзгерту тәсілі, кері беру құбырына жалғасады және тұтқырлықты төмендету құрылғысын орнату арқылы (кавитатор), сонымен бірге мұнай ағынды екі немесе одан көп ағындарға бөлетіндігімен ерекшеленетін коллектор бойымен қозғалысын жалғастырады. Бөлінген ағындардың соңында төменнен ағынның бөлігін айырады және кері беру құбырына бағыттайды, ол жерден мұнайды резонанстық режимде немесе кавитатормен (тұтқырлықты төмендету құрылғысы) акустикалық әсер ету құрылғысына береді және жаңадан басқа деңгейде бөлінген ағындармен қосады.

Техникалық нәтиже магистральдық ағынды жеке ағындарға бөлу және тұтқырлықты төмендету құрылғысы, мысалы кавитатор арқылы мұнайды көп қайтара өткізу және кейін араластыру арқылы мұнайдың қасиеттерін өзгертудің тиімділігін арттыру болып табылады.

Мұнайды, мұнай құбырына беруден және оны сорғымен жасалатын қысыммен араластырудан тұратын магистральдық мұнай құбырлары желісінде мұнайдың қасиеттерін өзгерту тәсілі белгілі, мұнай құбырына беру алдында мұнайға мазутсыз мұнай айыру 3-15% өнімдерін, мысалы керосин қосады [ҚР патенті № 14473, 15.03.2006 жылы жарияланған, бюл. №3, МПК E21B 43/16]. Бұл тәсіл әсіресе күзгі-қысқы кезеңде және парафин мөлшері жоғары мұнайды тасымалдауға энергия шығындарын төмендетуді қамтамасыз етеді.

Белгілі тәсілдің кемшілігі мұнай айыру өнімдерін, мысалы тасымалданатын көлемнің 15%-на дейін керосин қосу есебінен тасымалдау кезінде қасиеттерінің өзгеру процесінің қымбаттығы болып табылады.

Мұнай өнімдерін дайындау және құбыр бойымен тасымалдау тәсілі белгілі [Алдын ала патент №12241, 15.11.2002 жылы жарияланған бюл. №11; МПК F17D 1/16, F17D 1/18], ол нәтижеге оларды акустикалық тербеліспен сәулелендіруден тұратын тәсілмен тасымалданатын мұнай немесе мұнай өнімдерін резонанстық жиіліктегі акустикалық тербелістерден өткізумен қол жеткізіледі. Құбырға беру алдында мұнай немесе мұнай өнімдерін 70 °C-қа дейін қыздырады.



Бұл тәсілдің кемшілігі тасымалданатын мұнайдың бүкіл көлемін 70 °С-қа дейін қыздыру қажеттілігі есебінен, жоғары энергетикалық шығындар болып табылады.

Техникалық мәні мен қол жеткізілетін нәтижесі бойынша ең жақыны тұтқырлығы жоғары мұнайды тасымалдау тәсілі болып табылады [ҚР инновациялық патенті №23560, 15.12.2010 жылы жарияланған, бюл. №12, МПК F17D 1/16]. Бұл жерде магистральдық мұнай құбырының басты бөлігінде кеңейтілген учаске жасайды, кері беру құбырларын кеседі және тұтқырлықты төмендететін учаскені бөледі, кеңейтілген учаскенің шетінде ағынның бөлігін айыру жүргізіледі және кері беру құбырына бағыттайды, сонымен бірге мұнай магистральдық мұнай құбыры бойымен қозғалуды жалғастырады, кері беру құрыларының саны кеңейтілген учаскенің және магистральдық мұнай құбырының өнімділігінің қатынасына тең немесе аз болуы мүмкін. Бөлінген мұнайдың бір бөлігі кері беру құбыры бойымен өткен кезде тұтқырлықты төмендету процесінен өтеді және қайтадан басқа деңгейде магистральдық мұнай құбырының кеңейтілген учаскесімен қосады.

Белгілі тәсілдің кемшілігі қайта айдау процесінде қасиеттерін өзгерту үшін мұнайға әсер ету тиімділігінің төмендігі болып табылады.

Техникалық міндет - магистральдық ағынды жеке ағындарға бөлу және тұтқырлықты төмендету құрылғысы, мысалы кавитатор арқылы мұнайды бірнеше қайтара өткізу және кейін араластыру жолымен қасиеттерін өзгерту тәсілінің тиімділігін көтеру болып табылады.

Техникалық нәтижесі тұтқырлығы төмендетілген мұнайды қалған бөлігімен көп қайтара араластыру арқылы мұнайдың қасиеттерін өзгерту (тұтқырлығын төмендету) тиімділігін арттыру болып табылады.

Бұл тәсілде мұнайдың бастапқы ағынын айналмалы траектория бойымен және ағынды екіге бөлу кезінде  $\infty$  (спираль бойымен) бойымен кері беру құбырынан тұтқырлығы төмендетілген мұнаймен үздіксіз араластыру жүреді. Ағынды екіден артық бөлген кезде траектория едәуір күрделенеді, алуан түрліге айналады. Ағындардың бірігетін жерінде бастапқы мұнайдың тұтқырлығы төмендейді, оның шамасын біріктірілетін ағындардың орташа өлшенген мәні ретінде анықтауға болады.

Техникалық нәтижеге магистральдық мұнай құбырының басты бөлігінде ағынды екі немесе одан көп ағынға бөледі және кері беру құбырын кесіп, резонанстық режимде немесе кавитатормен акустикалық әсер ету учаскесін бөлу арқылы қол жеткізіледі. Бөлінген ағындардың соңында оның бөліктерін айыруды жүргізеді және кері беру құбырларына бағыттайды. Сонымен бірге мұнай магистральдық мұнай құбырының бойымен қозғалысын жалғастырады. Бөлінген мұнайдың бөлігі кері беру құбырларының бойымен өткен кезде тұтқырлығын, атап айтқанда резонанстық режимде немесе кавитатормен акустикалық әсер етумен төмендетуден өтеді және қайтадан келесі деңгейде басқа ағындармен қосады.

Пайдалы модельдің елеулі белгілері мен қол жеткізілетін нәтижелердің арасындағы себеп-салдардың байланысы, бұл тәсілде мұнайдың бастапқы ағынын кері беру құбырынан тұтқырлығы төмендетілген мұнаймен үздіксіз

араластыру жүретіндігінде. Ағындардың қосылатын жерінде бастапқы мұнайдың тұтқырлығы төмендейді, оның шамасын біріктірілетін ағындардың орташа өлшенген мәні ретінде анықтауға болады.

Пайдалы модельдің мәні сызбамен түсіндіріледі, мұнда 4.1 суретте көрсетілген 1-фигурада ағынды екі бөлікке бөлу кезінде мұнай қасиеттерінің өзгеруінің технологиялық схемасы берілген. 2-фигурада ағынды үшке бөлген кездегі схема келтірілген.

Тұтқырлықты өзгерту тәсілі келесі түрде жүзеге асырылады: магистральдық мұнай құбырының басты бөлігінде (1-фигура) 1 ағын сәйкесінше 2 және 3 құбырлар арқылы 2 және 3 екі бөлікке бөлінеді. 2 және 3 құбырлардың соңында 6 және 7 кері беру құбырының төменгі жағынан келеді. Мысалы, тұтқырлықты төмендету құрылғысымен, мысалы резонанстық режимде немесе кавитатормен 0 -8 акустикалық әсер ету құрылғысымен қосады. Кавитатордан-8 кері беру құбырлары болып табылатын 4 және 5 құбырларды 2 және 3 бөлінген құбырлармен қосады, яғни мұнайды бөлінген ағындарға бағыттайды. 2 және 3 құбырлардың шетінде төменгі жағынан ағынды бөлу жүргізеді және 6 және 7 кері беру құбырына бағыттайды. Бұл ретте магистральдық мұнай құбыры бойымен мұнай қозғалысын жалғастырады. Бөлінген мұнайдың бөлігі 6 және 7 кері беру құбыры бойымен кавитаторға-8 түседі және қасиеттерін өзгерту (тұтқырлығын төмендету) процесінен немесе атап айтқанда резонанстық режимде акустикалық әсер етуден өтеді және қайтадан басқа деңгейде 2 және 3 бөлінген ағындармен қосады.

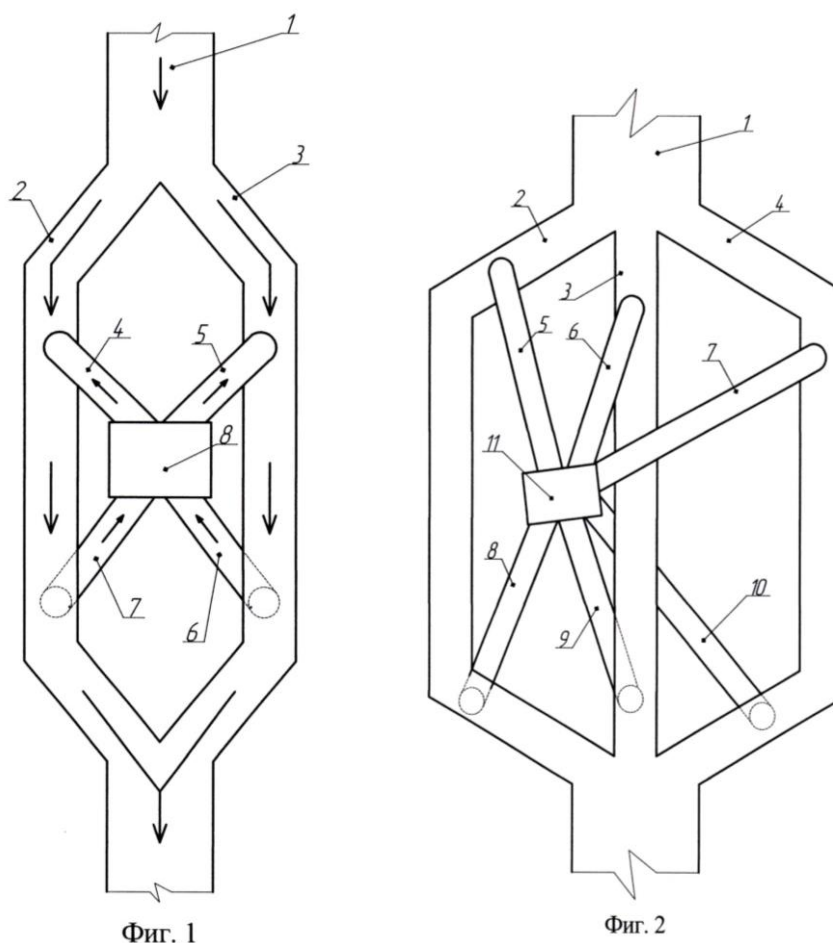
Ағынды үш немесе одан көп бөліктерге бөлген кезде мұнайдың қасиеттерін өзгерту осыған ұқсас жүргізіледі. Магистральдық ағын-1, мысалы үш бөлікке бөлген кезде (2-фигура) 2, 3 және 4 бөліктерге бөлінеді. Бөлінген ағындардың соңында төменгі жағынан мұнайдың бір бөлігін 8, 9 және 10 кері беру құбырларымен резонанстық режимде акустикалық әсер ету құрылғысына немесе кавитаторға-8 береді. Кавитатордан-8, мысалы 5, 6 және 7 кері беру құбырларымен 2, 3 және 4 ағынның бөлінген учаскелеріне береді.

Суретте көрініп тұрғандай, екіге бөлген кезде мұнайдың бастапқы ағынының айналмалы траекторий бойымен, яғни 2-7 құбыр бойымен-тұтқырлықты төмендету құрылғысы-8 – 4-2 және 3-6 құбырлар-тұтқырлықты төмендету құрылғысы-8 – 5-3 құбырлар, сондай-ақ ағынды екіге бөлген кезде  $\infty$  бойымен кері беру құбырынан тұтқырлығы төмендетілген мұнаймен үздіксіз араластыру жүреді. Бұл жерде айырылған бөліктің қозғалысы келесі траекторий бойынша жүреді: 2-7 құбырлар – тұтқырлықты төмендету құрылғысы-8 – 5-3-6-құбырлар – тұтқырлықты төмендету құрылғысы – 4-2-7 құбырлар.

Кері қозғалыс та болуы мүмкін.

Ағынды екеуден артық бөлген кезде траектория елеулі күрделенеді, алуан түрлі болады (4.1-сурет).

Ағындарды қосатын жерде бастапқы мұнайдың тұтқырлығы төмендейді, оның шамасын қосылатын ағындардың ораша өлшемделген мәні ретінде анықтауға болады. Тұтқырлықты төмендетудің бұл технологиялық схемасы мінсіз араластырғыш режимінде іске асырады.



Сурет 4.1 - Мұнайдың тұтқырлығын өзгерту тәсілі

Бұл жұмыс бойынша пайдалы модельге патент алынды (1-қосымша), International Journal of Engineering Research and Technology журналында «Scientific and Technical Substantiation of Reducing Oil Viscosity» [83, б.967] тақырыбында нөлдік емес импакт фактормен Scopus деректер қорында мақала жарияланды.

Алынған эксперименттік нәтижелер жай көмірсутектерден құрылымы күрделі хош иістіге дейін химиялық құрылымының өзгеруін болжамдауға мүмкіндік береді. Мұнайдың тұтқырлығын төмендетудің осы әдісін тиімді қолдану үшін толқынмен өңдеудің оңтайлы режимін мұқият таңдау қажет. Қолданыстағы технологияларды жетілдіру кезінде бұл әдісті басқа әдістермен жиынтықта қиын алынатын қорларды игеру үшін пайдалануға болады.

#### 4.2 Тұтқырлықты төмендету технологияларын математикалық түрде тұжырымдау

Өткен жүз жылдықтың екінші жартысынан бастап тұтқырлықты төмендету үшін толқындық әсер етуді пайдалануға деген үлкен қызығушылық байқалады, алайда бүгінгі күні толқындық өңдеудің қабат флюидтерінің реологиялық қасиеттеріне әсер етуі және толқынның кеуекті ортаға әсер етуінің нақты механизмі туралы ақпарат жеткіліксіз. Толқындық өңдеудің тікелей

сәулелендіру сәтінде мұнайдың тұтқырлығына әсер, сондай-ақ мұнайдың тұтқырлығын төмендету ету мәселелері мұнай индустриясында әлеуетті қызығушылық тудырады, сондықтан бұл проблеманы мейілінше зерттеу қажет.

Реометр Серлдің принципіне сәйкес жұмыс жасайды (айналмалы центрлес цилиндрлер), айналдыру кезінің ауқымды жылдамдық диапазоны бар, қысқа жауап беру уақыты бар қозғалтқышпен жабдықталған. Сондай-ақ реометр - 20°C-тан +80°C-қа дейінгі диапазонда жылдам және дәл температуралық бақылауды қамтамасыз ететін сұйықтықтың қызуын/салқындауын бақылайтын екі жүйемен жабдықталған.

Ультрадыбыстың ұңғыманың түп маңы аймағының арналарында, жарықшақтарында, капиллярларында, қуыстарында болатын сұйықтықпен өзара әрекеттесуі бойынша есептеулер  $\lambda$  ұзындығы сол арналардың радиусынан айтарлықтай асып кететін бір өлшемді жазық ультрадыбыстық толқын үшін қаралған [83, б. 969;].

Қабат құрылымының қатты денелі материалында акустикалық толқынның таралуын сипаттаған кезде сәйкес жылжудың  $U$  векторы үшін оның тұтқырлығы мен жылу өткізгіштігін ескеретін серпімділік теңдеуіне сүйену қажет:

$$\rho_0 \partial_{tt}^2 U = \left[ \rho_0 (c_l^2 - c_t^2) + \zeta_0 + \frac{\eta_0}{3} \right] \nabla \operatorname{div} U + (\rho_0 c_t^2 + \eta_0) \Delta U - \frac{E\alpha}{3(1-2\sigma)} \nabla T \quad (4.1)$$

және температура үшін қатты денедегі жылу өткізгіштік теңдеуі

$$C_V \partial_t T + \frac{C_P - C_V}{\alpha} \partial_t \operatorname{div} U = \chi * \Delta T \quad (4.2)$$

мұндағы  $\rho_0$  – материалдың тығыздығы,  $c_l$  және  $c_t$  – қатты денедегі бойлық және көлденең тербелістердің жылдамдықтары;  $E$  және  $\sigma$  – серпімді модульдер;  $C_P$  және  $C_V$  – сәйкесінше тұрақты қысым мен көлем кезіндегі жылу сыйымдылық;  $\zeta_0$  және  $\eta_0$  – бірінші және екінші тұтқырлық коэффициенттері;  $\chi$  – жылу өткізгіштік коэффициенті;  $\alpha$  – материалдың жылулық кеңею коэффициенті.

$Q$  флюидтің шығынын анықтау үшін келесі формуланы жазуға болады ( $\varphi$  – координаттардың цилиндрлік жүйесіндегі азимуттық айнамалы шама):

$$Q = \rho \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} d\varphi v = \frac{\pi R^4 \rho}{8\mu} \left\{ \frac{\Delta p}{L} + \rho \xi^2 \omega^2 \kappa \right\} \quad (4.3)$$

(4.3) көрініп тұрғандай, ультрадыбыс сұйықтықтың аққыштығын оның шығынын көтере отырып, тиімді ұлғайтады. Ағынды ультрадыбыстық әсер етумен байланысты кенет бөлінген және мәжбүрлі ағынға бөле отырып өрнектің (4.3) бөлігін келесі түрде жазуға болады:

$$Q = Q_0 + Q_S \quad (4.4)$$

$$Q_0 = \frac{\pi R^4 \rho \Delta p}{8\mu L} \quad (4.5)$$

$$Q_S = \frac{\pi R^4 \rho^2 \omega^2 \kappa}{8\mu} \quad (4.6)$$

Формуланы (4.6) Пуазейль формуласының стандартты түрін сақтауға мүмкіндік беретін формада ультрадыбыстың әсерін ескеретін  $\mu_{эфф}$  тиімді тұтқырлықты енгізе отырып басқаша қайта жазуға болады, онда  $\mu$  орнына фигурирует  $\mu_{эфф}$  болады:

$$Q = Q_0 \frac{\mu}{\mu_{эфф}} \quad (4.7)$$

$$\mu_{эфф} = \frac{\mu}{1 + \frac{Q_S}{Q_0}} \quad (4.8)$$

(4.8) формуладан тиімді тұтқырлықтың ұйытқымаған сұйықтыққа тән мәннен барлық уақытта аз болатыны көрінеді, яғни әрқашан  $\mu_{эфф} < \mu$ . Бұл ультрадыбыстың қатысуымен сұйықтықты тасымалдаудың көбеюін көрсетеді [121, б.19;].

### 4.3 Зертханалық эксперимент нәтижелері

Эксперимент Забурунье кенорны мұнаймен жүргізілді. Неоком өнімді горизонты мұнайының физикалық қасиеті 4.1 кестеде көрсетілген.

Қабат жағдайындағы мұнай сынамалары ұңғымалар бойынша 18 сынамамен (проба) сипатталған. Кен орнында жаңадан бұрғыланған ұңғымалар бойынша қабат мұнайы сынамалары жоқ.

Өлшенген қабат қысымы 8,72 МПа кезінде терең сынамалар бойынша қанықтыру қысымының ең жоғарғы мәні 7,75 МПа құрайды.

Көлемдік коэффициент 15,89 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>-ден 62,87 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>-ге дейін өзгереді, қабат жағдайында мұнайдың тұтқырлығы орташа есеппен 14 МПа/сек құрайды. 4.1 кестеде қабат сұйықтығының көрсеткіштері көрсетілген.

Забурунье кенорнында Неоком II өнімді қабаты мөлшері (параметрлері) бойынша негізгі қабат болып табылады.

Өнімді қабат борпылдақ ұсақ түйірлі, сирек орташа түйірлі құмдардан тұрады.

Жеке ұңғымаларда коллекторлар арасында өнімді қабат бөлігінде өткізбейтін жыныстардың қабаттары (0,2-1,1 м) болады.

Өнімді қабаттың жалпы тиімді қалыңдығы 4,5 м-ден 22 м-ге дейін өзгереді, тиімді мұнайға қаныққан қалыңдығы 3,0-17,5 м аралығында өзгереді.

Өнімді қабаттардың гетерогенділігін сипаттайтын құмтас, бөліну коэффициенттері 0,57-0,73 және 1,35-3,25 шегінде өзгереді.

Кесте 4.1 Неоком өнімді қабат мұнайының физика-химиялық құрамы

| Атаулары                                 | Неоком II горизонты |             |                  |             |
|--|---------------------|-------------|------------------|-------------|
|  | Ұңғы                | Сынама саны | Өзгеру диапазоны | Орташа мәні |
| Қабат қысымы, МПа                        | 11                  | 18          | 6,78-10,25       | 9,2         |
| Газға қанығу қысымы, МПа                 | 11                  | 18          | 1,9-7,75         | 5,14        |
| Газ көлемділігі, м <sup>3</sup> /т       | 11                  | 18          | 7,21-70,39       | 31          |
| Көлемдік коэффициенті, г/см <sup>3</sup> | 11                  | 18          | 1,04-1,28        | 1,187       |
| Қабат мұнайы тығыздығы, Мпа*с            | 11                  | 18          | 0,6053-0,8954    | 0,780       |
| Қабат мұнайы тұтқырлығы, Мпа*с           | 11                  | 13          | 3,2-29,74        | 13,81       |
| Қабат температурасы, С                   | 11                  | 18          | 36-40            | 39          |
| Газ тығыздығы, салыстырмалы түрде, г/с   | 9                   | 13          | 0,731-0,815      | 0,782       |

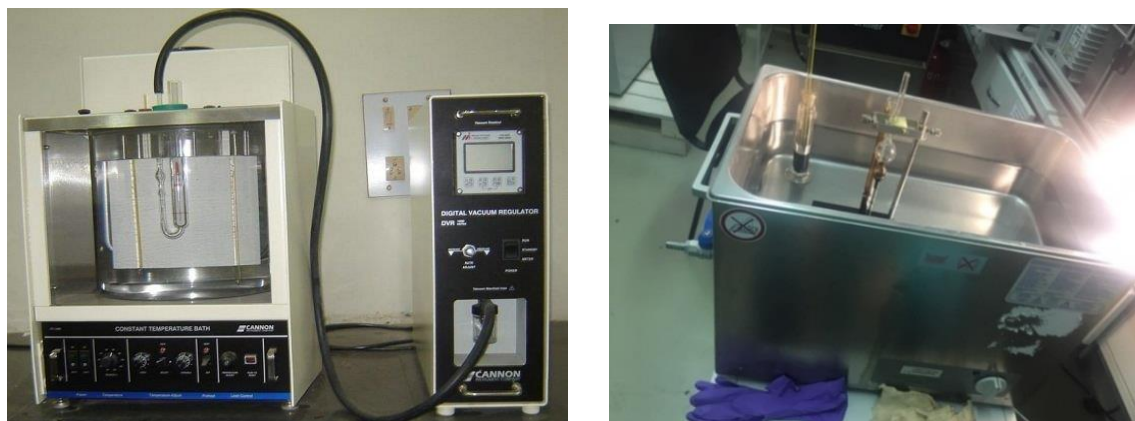
Өнімді қабат мұнайы ауыр, тығыздығы 0,6053-тен 0,8954 г/см<sup>3</sup>-ке дейін аралықта өзгереді, күкірті аз, оның құрамы 0,3-тен 0,79% - ға дейін ауытқиды, парафині аз (парафиннің құрамы 1,75% - ға дейін), кинематикалық тұтқырлығы 200С кезінде кемінде 269,97 сст құрайды.

Жер үсті жағдайындағы Сұйықтықтар мен газдардың физика-химиялық қасиеттерінің орташа мәні 4.2-кестеде келтірілген.

Кесте 4.2 Газсыздандырылған мұнайдың физика-химиялық құрамы

| Атаулары  | Неоком I               |        |                  |                  | Неоком II              |        |                  |                  |
|---|------------------------|--------|------------------|------------------|------------------------|--------|------------------|------------------|
|   | Зерттелген сынама саны |        | Өзгеру диапазоны | Орташа көрсеткіш | Зерттелген сынама саны |        | Өзгеру диапазоны | Орташа көрсеткіш |
|   | ұңғы                   | сынама |                  |                  | ұңғы                   | сынама |                  |                  |
| Тығыздығы, г/см <sup>3</sup>                              | 2                      | 2      | 0,8918-0,8926    | 0,892            | 43                     | 54     | 0,8894-0,9187    | 0,895            |
| Тұтқырлығы, сст<br>20 <sup>0</sup> С<br>50 <sup>0</sup> С | 2                      | 2      | 199,42-231,95    | 215,68           | 43                     | 54     | 156,30-302,06    | 257,82           |
|   | 2                      | 2      | 45,25-45,61      | 45,43            | 43                     | 54     | 36,45-57,06      | 45,16            |
| Қату температурасы, С                                     | 2                      | 2      | -15              | -15              | 43                     | 54     | 15-45            | -25              |

4.2, 4.3-суреттерде зертханалық экспериментте пайдаланылған жабдық көрсетілген.



Сурет 4.2 - Экспериментте пайдаланылған жабдықтар



Сурет 4.3 - Реометр Anton Paar

Жүргізілген зертханалық эксперимент нәтижесінде ультрадыбыстық өңдеу кезінде тұтқырлық 138 мПа\*с бастапқы мәннен 30%-ға дейін айтарлықтай төмендейтінін көрсетеді. Барлық өлшеулер  $P=1$  атм.,  $T=25^{\circ}\text{C}$  стандартты жағдайларда жүргізілді. Тұтқырлық мәні 138 мПа\*с тен 215,68-257,82 мПа\*с (Забурунье кенорны мұнайы) аралығында зерттелді.

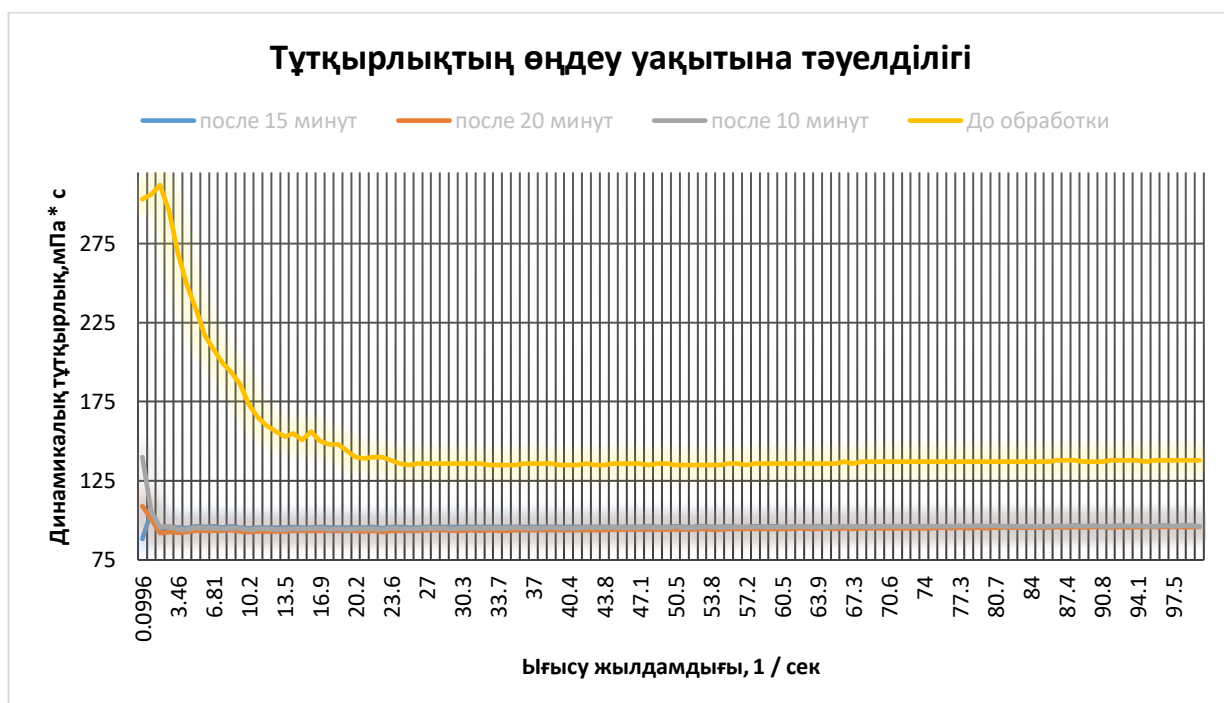
Негізгі қасиеттері әртүрлі ауыспалы электромеханикалық өрістерде зерттелетін су-мұнай композициясының физикалық қасиеттерінің өзгеру әсері анықталды. Эксперименттік жұмыстардың нәтижелері бойынша жоғары парафинді мұнайдың тұтқырлығын төмендету тәсілі жасалып, сыналды.

Алайда зерттеулер барысында бұл әсерлердің білінуінің оларды ауыр көмірсутектерді синтездеу мен бұзылу процестерінде қолданылуын болжауға мүмкіндік беретін бірнеше ерекшеліктері анықталды. Осыған байланысты ғылыми жаңалығым, мұнай тұтқырлығының өзгеруінің электрофизикалық әсер етулердің түрі мен параметрлеріне тәуелділігі болып табылады.

Бұл жұмыста мұнайдың тұтқырлығын төмендету үшін толқындық әсер етудің қолданыстағы технологияларына шолу жасалды, тұтқырлықты төмендету бойынша зертханалық эксперимент жүргізілді. COMSOL Multiphysics бағдарламалық қамтамасыз етудің көмегімен тиімділігін анықтау үшін модель құрылды.

Мұнай ұңғымаларын қуаты жоғары ультрадыбыспен ынталандыру технологиясы түрлі жерүсті және теңіз кенорындарында қолданылды. Бұл технологияны әзірлеуші-компания өзінің тапсырыс берушілеріне ықыласпен қарайды және өзінің тиімділік көрсеткіштерін белгілі бір кенорнына байланыстыруға қатысты құпиялылықты сақтайды. Алайда [117-120] мақалаларында баррель/күн дебиттің орташа көрсеткіштерін ескере отырып 38%-дан 380%-ға дейін өсетінін көрсететін ауқымды ультрадыбыстық тесттер ұсынылған.

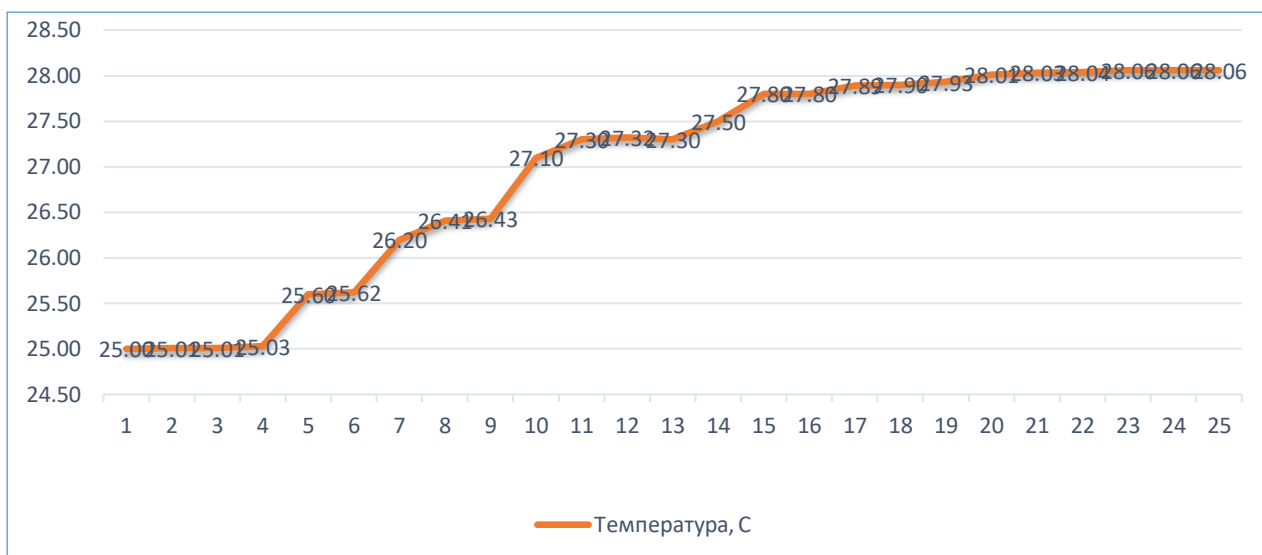
4.4-суретте тұтқырлықтың өңдеу уақытына тәуелділігі көрсетілген.



Сурет 4.4 - Тұтқырлықтың өңдеу уақытына тәуелділігі

Өңдеу кезінде температура 1-ші дәлдік класындағы термометрмен және 2-ші дәлдік класындағы пирометрмен өлшенді. Өлшеулерге сәйкес температураның 15 минут өңдеуге дейін ұлғаятыны байқалады, одан кейін өзгеріс болмашы. 4.5-суретте толқындық әсер ету кезінде температураның өзгеруі көрсетілген.

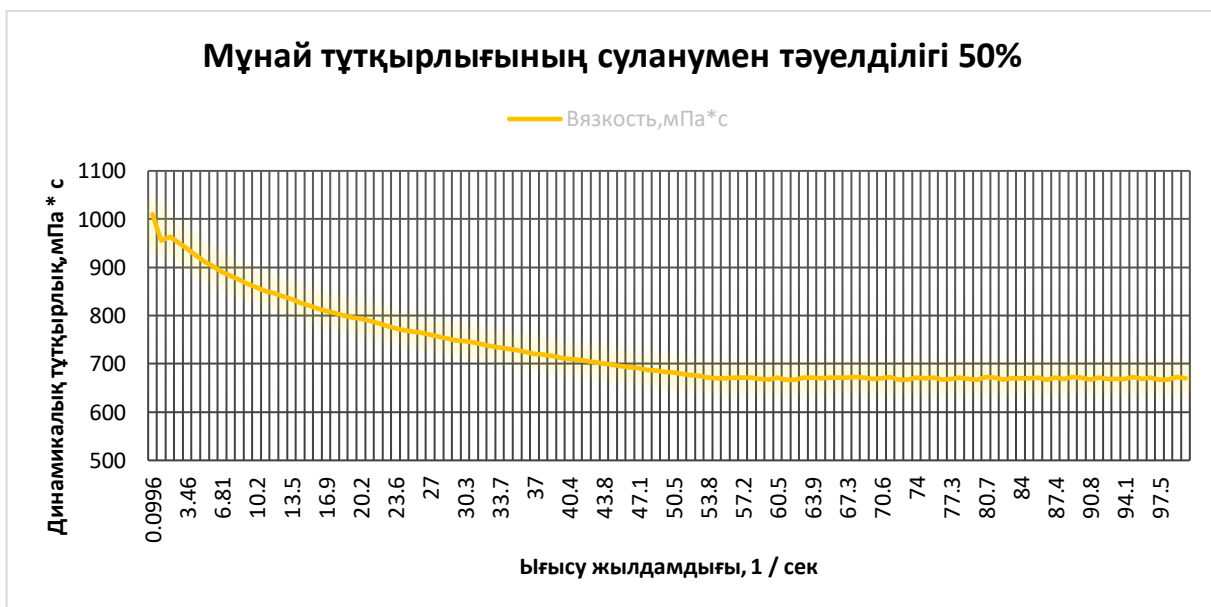




Сурет 4.5 - Толқындық әсер ету кезінде температураның өзгеруінің тәуелділігі

Экспериментте 50% суланған ұңғыма мұнайының тұтқырлығы зерттелді, өңдеуге дейінгі мән 675 мПа\*с құрады. Өңдеу жүргізілгеннен кейін 25°C температура кезінде мұнай және су фазаларының бөлінуі жүрді, сонымен қатар фазалардың бөлінуін болдырмау үшін мұнай эмульгаторы қосылды.

4.6-4.7 суреттерде 50% суланған мұнай тұтқырлығының тәуелділігі көрсетілген. 4.8-суретте әсер етуден кейінгі мұнай көрсетілген.



Сурет 4.6 - 50% суланған мұнай тұтқырлығының тәуелділігі



Сурет 4.7 - Әсер етуден кейінгі мұнай тұнбасы

Зертханалық эксперименттің нәтижелері бойынша ультрадыбыстық әсер етуден кейін мұнайдың 3-4°C-қа қыздырылатыны анықталды, соның нәтижесінде тұтқырлықтың 30%-ға төмендеуі байқалады. Осы жұмыстарды жүргізу кезінде қосымша қыздырусыз деэмульгатор қоспай фазалардың бөліну әсері де байқалды.

Зертханалық зерттеулерді ескере отырып суланғандығы жоғары емес дебиті аз ұңғымаларда акустикалық әсер етуді жүргізу керек екені анықталды.

Мұнайдың тұтқырлығын төмендетудің осы әдісін тиімді қолдану үшін толқындық өңдеудің онтайлы режимін мұқият таңдау қажет. Қолданыстағы технологияларды жетілдірген кезде бұл әдісті басқа әдістермен жиынтықта қиын алынатын қорларды игеру үшін қолдануға болады [83, б.968].

Бұл технология қандай да бір химикаттарды пайдалануды көздемейді және ұңғыманың тазарту кезінде мұнай өндіру режимінде болуына мүмкіндік береді.

Қазақстан Республикасының аумағында ОПИ аясында бұл технологияны қолдану ұңғыманы пайдаланудың режимінің тиімділігін ұлғайтуда, сондай-ақ мұнай алу коэффициентін көбейтуде оң нәтиже көрсетеді.

Осы жұмыстың нәтижелерін ескере отырып, тұтқырлығы жоғары ұңғымаларда, сонымен қатар су айдау режимде өндірілетін және айдалатын сұйықтықтар тұтқырлықтарының үлкен айырмашылығы кезінде қабаттың түп маңы аймағын ультрадыбыспен өңдеу технологиясын қолдану ұсынуға болады. Тұтқырлықты төмендету жұмыстары бойынша №5558 пайдалы модель ретінде патент алынды.

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.

#### **4.4 Қарастырылған әдістер бойынша экономикалық әсерді бағалау және тиімділікті болжау**

Жоғарыда айтылған әдістер, теориялық тұрғыдан, кен орнын игеруді жүйесін теориялық зерттеу, өнімді қабаттағы қысымның таралу заңдылығын анықтау мақсатында қабаттағы қысымның таралуы динамика процесін модельдеу қарастырылды, мұнай тұтқырлығын электро-физикалық әдіспен өңдеу арқылы мұнай өндіруді ұлғайтудың ұсынылған әдісінің экономикалық тиімділігі қосымша мұнай өндіруден түсетін пайданы есептеуді қарастырдым.

Бұл ретте шығындардың барлық баптары ескеріледі: олар, дайындық жұмыстарына арналған шығындар, пайдалану шығындары, электр энергиясына арналған шығындар, салықтық есептеулері қарастырылады.

Ұңғыманың электро-физикалық әдіспен өңдеуден күтілетін әсерді анықтау үшін, қарастырылып отырған кезеңде ұңғыманың бүкіл жұмыс уақытында шығарылатын қосымша мұнай мөлшерін табамыз.

Ол үшін  $T_3=1$  жыл әсер ету ұзақтығын белгілейміз, оның барысында ұңғыма тәулігіне  $q_2=2$  тонна тұрақты жоғары дебитпен жұмыс істейді делік. Ұңғыманың енгізуге дейінгі дебиті тәулігіне  $q_1 = 1$  тоннаны құрайды.

Ұңғыманы пайдалану коэффициенті  $K_e = 0.7$  құрайды.

Бір ұңғыма үшін электро-физикалық әсер ету әдісі енгізгеннен кейін бір жыл ішінде алынған мұнай мөлшері келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_2 = q_2 \cdot T_3 \cdot K_e$$

$$Q_2 = 2 \cdot 365 \cdot 0,7 = 511 \text{ тонна/жыл}$$

Ұңғыманы өңдеусіз бір уақытта дебит:

$$Q_1 = 1 \cdot 365 \cdot 0,7 = 255,5 \text{ тонна/жыл}$$

Іс-шара енгізілгенге дейін калькуляция баптары бойынша мұнай өндірудегі шығындар деңгейін есептеуге арналған негізгі деректер 4.3 кестеде келтірілген

Мұнайды алу үшін электр энергиясының жылдық шығындары 1 тонна мұнайға жұмсалатын энергия нормалары бойынша есептеледі.

### Кесте 4.3 Пайдалану шығындарын есептеуге арналған нормативтер

| Атаулары  | Көлемі |
|---|--------|
| Электрэнергия бағасы тг/кВт*сағ   | 22     |
| Өндірілетін мұнайдың 1 тоннасына электр энергиясының меншікті шығыны                  | 45     |
| 1 м3 су айдауға жұмсалатын электр энергиясының меншікті шығыны                        | 23     |
| Ең төменгі айлық есептік көрсеткіш, теңге   | 42500  |
| Айлық есептік көрсеткіш   | 3000   |
| Кесте 4.3 жалғасы   |        |
| Әлеуметтік сақтандыру, зейнетақы қоры, Жұмыспен қамту қоры %                          | 31     |
| Мұнайды жинауға, тасымалдауға, дайындауға арналған үлестік шығындар 1 т тг / 1т мұнай | 900    |
| МӨЗ амортизациясының нормасы, %   | 6,7    |
| Ағымдағы жөндеу, %  | 1,2    |
| Жалпы өндірістік шығындар, %  | 21     |
| Өндірістік емес шығындар %  | 1      |

Мұнайды алу үшін электр энергиясының жылдық шығындары 1 тонна мұнайға жұмсалатын энергия нормалары бойынша есептеледі. Олар өңдеуге дейін белгілі бір дебитпен жұмыс істейтін ұңғыманы құрайды:

$$З_3 = Q_1 \cdot P_3 \cdot Ц_3,$$

Мұндағы  $Q_1$  – іс-шараны жүргізбестен мұнай өндірудің жылдық көлемі, т;  
 $P_3$  – энергияның меншікті шығыны және өндірілетін мұнайдың 1 тоннасына жұмсалатын шығын, кВт·сағ/т;

1кВт \* сағ электрэнергияның құны, тг / кВт·сағ.

Нәтижелерін негізге ала отырып, есептеулермен кестені толтырып, анықтаймыз өзіндік құны 1тонны мұнай бойынша ұңғыма дейін енгізу бойынша өнімділікті арттыруға бағытталған іс-шаралар ұңғымалар үшін:

$$C_1 = З_{ж1} / Q_1 = 46474421,43947 / 255,5 = 181895,974 \text{ тг}$$

мұндағы  $З_{ж1}$ -калькуляция баптары бойынша жылдық пайдалану шығындарының сомасы, тг.

Осылайша, ұңғыманы өңдеусіз 1 тонна мұнайдың өзіндік құны жыл соңына 181895,974 тг құрайды.

$$C_2 = З_{ж2} / Q_2 = 47961748,10558 / 511 = 93858,6068 \text{ тг}$$

Осылайша, жыл соңында ұңғыма бойынша 1 тонна өзіндік құн өңдеуден кейін 93858,6068 тг/т құрады.

#### Кесте 4.4 Экономикалық тиімділік

| Шығындар баптары  | Іс-шараны енгізгенге дейін | Іс-шараны енгізгеннен кейін | Шығындардың өзгеруі |
|---|----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Электроэнергия<br>$Z_{эл} = Q \cdot \Delta_{уд} \cdot Ц_э$  | 612641,462                 | 612941,462                  | 588135,798          |
| Шығыстар бойынша қабаттарға жасанды әсер ету $Z_{пнд} = Q_{в} \cdot Ц_з \cdot \Delta_{н}^B$               | 610564,712                 | 1246569,61968               | 636004,9077         |
| Еңбекақы төлеу қоры $Z_{пп} = N_{ч} \cdot S_{з/п} \cdot \Phi_{нас}$                                       | 10367280                   | 10367280                    |                     |
| Әлеуметтік төлемдер (31%)<br>$Z_{ор} = Z_{пп} \cdot 0,31$   | 3213856,8                  | 3213856,8                   |                     |
| Ұңғы амортизациясы $A_r = (C_{п} \cdot N_a) / 100 \%$   | 19297005                   | 19297005                    |                     |
| Жинау, тасымалдау, дайындау шығындары $Z_{стп} = Q \cdot Z_{уд}^{стп}$                                    | 693021,12                  | 693021,12                   |                     |
| Ұңғыны ағымдағы жөндеу<br>$Z_{рем.} = \frac{C_n \cdot N \cdot 1,2}{100}$                                  | 3456180                    | 3456180                     |                     |
| Жалпы өндірістік шығындар $Z_{опр} = 21\% \cdot (Z_э + Z_{пп} + Z_{ор} + A_r + Z_{стп} + Z_{тр}) / 100\%$ | 8032619,50                 | 8589684,857                 | 557065,357          |
| Өндірістен басқа шығымдар<br>$Z_{вп} = 1 \cdot \Sigma Z / 100\%$  | 291052,84547               | 297473,4489                 | 6420,60343          |
| Өзіндік құн<br>$C = Z_{ж} / Q$  | 60987,4914                 | 31473,5736                  | -29513,9178         |
| Жылдық экономикалық тиімділік<br>$\Delta = (C_1 - C_2) \times \Delta Q$                                   | 17581121,74833             |                             |                     |

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, ұсынылған ұңғымалардағы 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 әдіс тиімді болды.

#### 4 Тарау бойынша қорытынды

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

50% суланған мұнай тұтқырлығының тәуелділігі көрсетілген және ультрадыбыстық әсер етуден кейінгі мұнай суреті көрсетілген. Өңдеуге дейінгі

мән 675 мПа\*с құрады. Өңдеу жүргізілгеннен кейін 25°C температура кезінде мұнай және су фазаларының бөлінуі жүрді.

Зертханалық эксперименттің нәтижелері бойынша ультрадыбыстық әсер етуден кейін мұнайдың 3-4°C-қа қыздырылатыны анықталды, соның нәтижесінде тұтқырлықтың 30%-ға төмендеуі байқалады, тұтқырлық 138-257,82 мПа\*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 атм., T=25°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 тұжырымдадым.

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 ұңғымалардағы 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.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Шетелдік және отандық авторларды зерттегеннен кейін келесі тұжырымдар жасалды:

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 орындар мысалында МБАӘ - 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.

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

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

Тарауда шартта 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 шоғырынлағы қысымның таралу динамикасының екі өлшемді математикалық моделі жасалды.

Базалық өндіруді факторлық талдау есептерін қолдана отырып қабаттағы мерзімінен бұрын ұңғының суланып кетпеуі жоспарлау үшін ұңғымаларды диагностикалау бойынша геологиялық-статистикалық модельдер салынды.

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

Забурунье 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 мәліметтерін 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 Забурунье кенорны бойынша гидродинамикалық модель құрылып, есептеулер жүргізілді.

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 таралу заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік береді.

Қабаттың қажетті кеуекті ортасын таңдау арқылы өзгертін шекаралық жағдайларда қабат қысымның таралуын зерттеуге жақын параметрлер алынды.

Эксперимент нәтижесі кварц топырағы толтырылған қабат өсімен қысымның таралу заңдылығы қарастырылып, эксперимент оң нәтижесіне жетті. Үшінші қабат Забурунье кенорнының Неоком керн сынамаларымен толтырылды. Зерттеу объектісі Забурунье 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 тұжырымдадым.

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 ұңғымалардағы 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.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Амелин И.Д., Андриасов Р.С., Гиматудинов Ш.К., Коротаев Ю.П., Левыкин Е.В., Лутошкин Г.С. Эксплуатация и технология разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: Недра, 1978. - 356 с.
- 2 Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений. - М: Недра, 1986. - 332 стр.
- 3 Сургучев М.Л. Разработка нефтяных месторождений. - М: Недра, 1987. - 384 стр.
- 4 Сулейманов Б.А. Теоретические и практические основы применения гетерогенных систем для повышения эффективности технологических процессов в нефтедобыче. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Баку, 1997. – 40 с.
- 5 Сургучев М.Л., Горбунов А.Т., Забродин Д.П., Зискин Е.А., Малютина Г.С. Методы извлечения остаточной нефти. - М: Недра, 1991. - 347 с.
- 6 Гумерский Х.Х., Горбунов А.Т., Жданов С.А., Петраков А.М. Повышение нефтеотдачи пластов с применением системной технологии воздействия // Нефтяное хозяйство. – 2000. №12. – С.12-15.
- 7 Huiying Zhong, Weidong Zhang, Jing Fu. The Performance of Polymer Flooding in Heterogeneous Type II Reservoirs // An Experimental and Field Investigation. – 2017. MDPI. – P.11-17.
- 8 Тарко Я.Б. Оценка влияния охлаждения призабойной зоны пластов на их приемистость // Экспресс-информация серия нефтепромысловое дело. – М.: ВНИИОЭНГ. 1987. вып. 4. – С. 13 – 15.
- 9 Эпов И.Н., Зотова О.П. Потокотклоняющие технологии как метод увеличения нефтеотдачи в России и за рубежом // Фундаментальные исследования. - 2016. - № 12-4. - С. 806-810; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41173>
- 10 Шагиев Р.Г., Левченко И.Ю. Анализ составляющих скин-фактора на примере исследований скважин Памятно-Сасовского месторождения // Нефтяное хозяйство. - 2002. - № 12. - С. 67 - 69.
- 11 Шагиев Р.Г., Шагиев Р.Р. Значение скин-фактора при выборе скважин для обработок // Нефтяное хозяйство. –2002. - № 5. - С. 108 - 109.
- 12 Кричлоу, Г.Б. Современная разработка нефтяных месторождений – проблемы моделирования / перевод с англ. М.М. Максимова, – М.: Недра, 1979. – 303 с.
- 13 Борисов Ю.П., Орлов В.С. Приближенный метод расчета добычи нефти и воды при площадном заводнении // Труды ВНИИ. - 1962. – выпуск 37, - С. 108 – 130.
- 14 Крылов, А.П. Проектирование разработки нефтяных месторождений. А.П. Крылов и др. под ред. А.П. Крылова, Ю.П. Борисова, Н.М. Николаевского. – М.: Гостехиздат, 1962. –432 с.
- 15 Лысенко, В.Д. Теория разработки нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1993. – 312 с.

- 16 Лысенко, В.Д. Формулы для расчета процесса разработки нефтяной залежи // НТС Проблемы нефти и газа Тюмени. – 1973. вып.30, - С.34 – 38.
- 17 Вахитов Г.Г., Сургучев М.Д., Баишев Б.Т. и др. Методика определения технологических показателей разработки нефтяных и нефтегазовых залежей. (ВНИИ–2). – М.: Всесоюз.нефтегаз.науч.– исслед. ин–т, 1977. – 140 с.
- 18 Зайдель Я.М., Леви Б.И.. Об использовании метода осреднения для решения пространственных задач двухфазной фильтрации // Изв.АН СССР. Сер. механика жидкости и газа, – 1977. № 3, – С.71–85.
- 19 Рождественский В.А., Шовкринский Г.Ю.. Математическая двумерная модель трехфазной фильтрации сжимаемых жидкостей // Труды ВНИИ. – 1982. Вып.79. С.105–113.
- 20 Шалимов Б.В.. О фильтрации трехфазной жидкости (модель Баклея–Левретта) // Изв. АН СССР Сер. механика жидкости и газа. – 1972. №1. – С.39–44.
- 21 Шалимов Б.В.. Численное моделирование одномерной трехфазной фильтрации // Изв. АН СССР. Сер. механика жидкости и газа. – 1975. №6. - С.59–66.
22. Шахвердиев А.Х., Максимов М.М., Рыбницкая Л.П. Моделирование залежей нефти с позиции системной оптимизации процессов // Нефтяное хозяйство. – 2000. – №12. – С. 19–23.
- 23 Ковалев В.С., Гучко О.И. Вопросы автоматизации работ по проектированию разработки нефтяных месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 1988.– 54 с.
- 24 Ковалев В.С., Житомирский В.М. Прогноз разработки нефтяных месторождений и эффективность систем заводнения. – М.: Недра, 1976. –246 с.
- 25 Watson A.T., Sienfeld J.H., Gavalas G.R., Woo P.T. History Matching in Two–Phase Petroleum Reservoirs // Soc. of Pet. Eng. J.–1980–V.20, №16. – P.521–532.
- 26 Булыгин В.Я. Гидродинамика нефтяного пласта. – М.: Недра, 1974. – 232 с.
- 27 Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов. – М.: Ижевск, 2003. – 127 с.
- 28 Чекалин А.Н. Численные решения задач фильтрации в водонефтяных пластах. – Казань: Издательство Казанского Университета, 1982. – 208 с.
- 29 Болотник Д.Н., Макарова Е.С., Рыбников А.В. и др. Постоянно действующие геолого–математические модели месторождений. Задачи, возможности, технологии // Нефтяное хозяйство. – 2001. – №3. – С. 7–10.
- 30 Майер В.П.. Области применения гидродинамических моделей трехфазной фильтрации «Техсхема» и нелетучей нефти // Нефтяное хозяйство. – 2002. – № 8 – С. 44–47.
- 31 Хакимзянов И.Н.. Совершенствование разработки нефтяных месторождений с применением горизонтальных скважин на основе математического моделирования / Автореф. дис. канд. техн. наук. – Бугульма. - 2002. – 24 с.

- 32 Халимов Э.М., Леви Б.И., Пономарев С.А. Технология повышения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра, 1984. – 271 с.
- 33 Макарова Е.С., Саркисов Г.Г.. Основные этапы трехмерного гидродинамического моделирования процессов разработки месторождений природных углеводородов. Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 7 – С. 31–33.
- 34 Дзюба В.И., Никитин В.Т., Минликаев В.З. и др. Моделирование разработки нефтяных месторождений на поздней стадии // Разработка нефтяных и нефтегазовых месторождений. Состояние, проблемы и пути их решения. Материалы совещания. – М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – С. 424–433.
- 35 Гумерский Х.Х., Шахвердиев А.Х., Максимов М.М. и др. Совместное использование программных комплексов LAURA и ТРИАС для создания постоянно действующих геолого–технологических моделей // Нефтяное хозяйство. – 2002. – №10 – С. 56–59.
- 36 Данилов В.Л., Кац Р.М. Гидродинамические расчеты взаимного вытеснения жидкостей в пористой среде. – М.: Недра, 1980. – 264 с.
- 37 Вахитов Г.Г.. Разностные методы решения задач разработки нефтяных месторождений.– М.: Недра, 1970. – 248 с.
- 38 Азиз Х. Математическое моделирование пластовых систем. Пер. с англ. под ред. М.М. Максимова. – М.: Недра, 1982. – 407 с.
- 39 Салихов И.М., Шавалиев А.М. Р.Х. Низаев и др. Проблемы и принципы построения трехмерных геологических и гидродинамических моделей нефтяных месторождений // Нефтяное Хозяйство. – 2004. – № 7. – С. 23–26
- 40 GEM, Advanced Compositional Reservoir Simulator. Version 2006, By Computer Modeling Group Ltd. User's Guide, 2006, – pp.820
- 41 GeoLink User's Guide, Landmark. Part № 153229, Rev. B, Version 4.0, 1997.
- 42 IMEX, Advanced Oil Gas Reservoir Simulator. Version 2006, By Computer Modeling Group Ltd. User's Guide, 2006, – pp.1002
- 43 Irap RMS. User guide. Roxar, 2009, с.– 2700
- 44 Landmark Graphics Corporation, VIP – Core, User Guide. Version 4.0. – 5.1–5.32 pp.
- 45 Landmark Graphics Corporation, VIP – Core, User Guide. Version 4.0. – 22.10–22.14 pp.
46. STARS, Advanced Process and Thermal Reservoir Simulator. Version 2008, By Computer Modeling Group Ltd. User's Guide, 2008, –1078 pp.
- 47 Tempest–MORE. Руководство пользователя, версия 6.3. Roxar, 2006. – 373 с.
- 48 VIP – EXECUTIVE Reference Manual, Landmark. Part №. 153221, Rev. B, Version 3.31, 1996.
- 49 Babaytsev, A. V., Martirosov, M. I., Rabinskiy, L. N., and Solyaev, Y. O. Effect of thin polymer coatings on the mechanical properties of steel plates // Russian Metallurgy (Metally). 2017 (13). -P. 1170-1175. DOI: 10.1134/S003602951713002X.
- 50 Buzinov, S. N., Umrikhin, I. D. Study of oil and gas wells and reservoirs. М.: Nedra. 1984. 250p.

51 Ештай Ж.К., Марданов А.С., Керемкулова Т.Т.. Моделирование полимерного заводнения на месторождении забурунъе // Нефть и газ. 2018. - №6, (108). С. 32-41

52 Delamaide, E., Tabary, R., Renard, G., and Dwyer, P. Field-scale polymer flooding of heavy oil: the pelican lake story / Paper presented at the 21st World Petroleum Congress. M. 2015. –P. 15-19.

53 Orlov, A. M., Skvortsov, A. A., and Gonchar, L. I. Magnetically stimulated variation of dislocation mobility in plastically deformed n-silicon // Physics of the Solid State. 2001. -№43(7), - P. 1252-1256.

54 Lazarenko, M. M., Alekseev, A. N., Alekseev, S. A., Zabashta, Yu. F., Grabovskii, Yu. E., Hnatiuk, K.I. Dinzhos, R. V., Simenov, M. S., Kolesnichenko, V.G., Ushcatse, M. V., Bulavin, L. A. Nanocrystallite–liquid phase transition in porous matrices with chemically functionalized surfaces // Physical Chemistry Chemical Physics, 2019. - №21. –P. 24674-24683.

55 Formalev, V. F., Kolesnik, S. A., and Kuznetsova, E. L. Effect of components of the thermal conductivity tensor of heat-protection material on the value of heat fluxes from the gasdynamic boundary layer // High Temperature. 2019. -№ 57(1). –P . 58-62.

56 Bulychev, N. A. On the hydrogen production during the discharge in a two-phase vapor-liquid flow / Bulletin of the Lebedev Physics Institute. 2019. -№ 46(7). – P. 219-221.

57 Sultanbekov, R. R., Terekhin, R. D., and Nazarova, M. N. Effect of temperature fields and bottom sediments of oil products on the stress-strain state of the design of a vertical steel tank // Journal of Physics: Conference Series. 2020. - №1431(1), -P. 012-055.

58 Moe Soe Let, K. P., Manichand, R. N., and Seright, R. S. Polymer flooding a 500-cp oil / Society of Petroleum Engineers. Tulsa, Oklahoma. 2012.

59 Шугаепов. Н.А., Сулейменова Р.Т., Ахметов. Н.М., Турдиев .М.Ф., Даврешов М.Н. Классификация нефтей Западного Казахстана по свойствам водонефтяной эмульсии // The scientific heritage. 2019. - №40 (1). - С.44-47.

60 Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Турдиев М.Ф., Шаяхметова Ж.Б., Абдешова Г.Г. Принцип и методика регулирования за процессом разработки нефтяного месторождения при режиме вытеснения нефти водой // East European Scientific Journal. 2019. - №10(50), - part 5. С.40-47

61 Manichand, R., Mogollon, J. L., Bergwijn, S., Graa№ogst, F., and Ramdajal, R. Preliminary assessment of Tambaredjo heavy oilfield polymer flooding pilot test // Society of Petroleum Engineers. Richardson, Texas. 2010. DOI: 10.2118/138728-MS.

62 Xiaodong, K., and Jian, Zh. Offshore heavy oil polymer flooding test in JZW area // Paper presented at the SPE Heavy Oil Conference, Calgary, Canada. 2013.

63 Akulshin, A. L. Investigation of oil displacement from a fractured-pore formation using the POLICAR polymer // Oil Industry. 2000. -№1, -P.36-38.

64 Сулейменова Р.Т., және басқалары. Газсұйықтық қоспасының ерекше өзгешеліктері / Международная научно-практическая конференция

КАЗАХСТАНСКАЯ НЕФТЬ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ посвященной 120 – летию казахстанской нефти. – Атырау. 2020. - С.92-96.

65 РД 39-0147035-214-86. Методическое руководство по расчету коэффициентов извлечения нефти из недр. – М., 1986. – 254 с.

66 Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., Каримова А.С., Шугаев Н.А., Ихласова Ж.У. Обеспечение оптимальных условий работы продуктивного пласта для достижения максимальной выработки запасов нефти месторождения Бесболек // Интернаука. Киев. 2020. -№ 4(84). – С. 24-32. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2020-4-5710>

67 НИР. Программа промышленного заводнения юрского эксплуатационного объекта месторождения Кырыкмылтык / НИПИ Каспиймунайгаз. Атырау. 2003.

68 Moldabayeva G.Zh; Suleimenova R.T. Experimental support of field trial on the polymer flooding technology substantiation in the oil field of western Kazakhstan // PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA. 2020. -№ 35 (17). – P. 963-975.

69 Молдабаева Г.Ж, Сулейменова Р.Т., Табилов М. Б., Абилова С. Ж. Анализ результатов гидродинамических исследований скважин и пластов месторождения Кенкияк // Нефтегазовое дело. –Уфа. 2021. Том 19, - № 1. –С. 85-91.

70 Итоговый отчет Эмбаунайгаз. - 2018. С. 840

71 Молдабаева Г.Ж., Турдиев М.Ф., Сулейменова Р.Т. Газ бен сұйықтықтың көлемдік қатынасына байланысты дисперстік орта // Республиканская научно-практическая конференция «Макацкий район – лидер казахской нефти», приуроченной к 95-летию создания Макацкого района и 120-летию освоения нефти в Казахстане. – Атырау. 2020. –С. 57-61.

72 Молдабаева Г.Ж., Турдиев М.Ф., Сулейменова Р.Т.. Технология импульсивно - волнового воздействия на нефтяные пласты // Республиканская научно-практическая конференция «Макацкий район – лидер казахской нефти», приуроченной к 95-летию создания Макацкого района и 120-летию освоения нефти в Казахстане. - Атырау, 2020. – С 54-57.

73 Молдабаева Г.Ж., Шаяхметова Ж.Б., Сулейменова Р.Т. Технологическая схема разработки месторождения Каражанбас северный / Конференции XVII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology. – Варшава. 2020. –С. 33-38.

74 Каримова А.С., Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т. Коллекторские свойства продуктивных горизонтов и их неоднородности, геолого-физические характеристики месторождения Терен-Узюк // Конференции XVII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology. – Варшава. 2020. – С. 27-33.

75 Молдабаева Г. Ж. Турдиев М.Ф. Сулейменова Р.Т. Исследования по подбору химвеществ для полимерного заводнения // Международная научно-техническая конференция ВНЕДРЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ НАУКИ В ПРАКТИКУ И УСТРАНЕНИЕ В НЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРРУПЦИИ. - Ташкент. 2019. – С. 7-13.

76 Шугаепов. Н.А. Ахметов. Н.М. Турдиев .М.Ф. Сулейменова Р.Т. Классификация нефтей Западного Казахстана по свойствам водонефтяной эмульсии // The scientific heritage. – Венгрия. 2019. - №40. –С. 44-47.

77 Шаяхметова Ж.Б. Сулейменова Р.Т. Обоснование выбора рекомендуемых способов эксплуатации скважин, устьевого и внутрискважинного оборудования // The scientific heritage. - Венгрия. 2019. - №40. –С.47-51.

78 Молдабаева Г.Ж. Сулейменова Р.Т. к.т.н., Шаяхметова Ж.Б. Каримова А.С. Обоснование пространственных границ залежей горизонтов для проведения пробной эксплуатации месторождения Дараймола Западная // The scientific heritage. - Венгрия. 2019. -№40. –С. 51-54.

79 Молдабаева Г.Ж, Сулейменова Р.Т., Абилева С. Ж., Балуюнов Б.А., Елефтериادي Д.К. Опыт применения технологии чередующейся закачки пара и воды на месторождении западного Казахстана // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2021. - № 2 (130). - С.40-47. DOI: 10.17122/ntj-oil-2021-2- 40-48.

80 Akhmetov N., Turdiev M., Karimova A., Moldabaeva G., Suleimenova R. Regulation of the process of waterflooding to increase oil recovery using polymer systems // Magyar Tudományos Journal. - Budapest, Hungary. 2019. - № 34. – С. 56-60.

81 Сулейменова Р.Т., и другие. Description of the application deep suction suction pump installation and equipment - oil and gas production technology using the example of the tobearal field // Danish Scientific Journal. - Дания, Копенгаген. 2019. - №30 (1). – С. 54-57.

82 Молдабаева, Р.Т. Сулейменова. Обеспечение оптимальных условий работы продуктивного пласта для достижения максимальной выработки запасов нефти месторождения Бесболек // Интернаука. - Киев. 2020. DOI: 10.25313/2520-2057-2020-4-5710 .

83 Moldabayeva G.Zh., Suleimenova R.T., Scientific and Technical Substantiation of Reducing Oil Viscosity // International Journal of Engineering Research and Technology. 2020. -№ 13(5). - P. 967-972

84 Moldabayeva G., Suleimenova R., Bimagambetov K.B., Logvinenko A., Tuzelbayeva S.R. Experimental studies of chemical and technological characteristics of cross-linked polymer systems applied in flow-diversion technologies // NEWS of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES. - Almaty. 2021. – 448 (4). – P. 50-58.

85 Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т., и др. «Обоснование пространственных границ залежей горизонтов для проведения пробной эксплуатации месторождения Дараймола Западная // The scientific heritage. – Венгрия. 2019. - №40. –С. 51-54.

86 Moldabayeva G. Zh., Suleimenova R. T.. THE PROCESS of MONITORING the CURRENT CONDITION of OIL RECOVERY at the PRODUCTION FIELDS in WESTERN KAZAKHSTAN // Journal of Applied Engineering Sciencethis link is disabled. - 2021, 19(4). P. 1099–1107. DOI: 10.5937/jaes0-30840. <http://www.engineeringscience.rs/article/OF/ONLINEFIRST/OF30840>



87 Barashkin, R. L., and Samarin, I. V. Computer system of simulating operating duty of a gaslifting well // Presented at 11th International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists; "Modern Techniques and Technologies. MTT 2005 – Proceedings. Tomsk, 2005. 21-27 March. Tomsk: IEEE.

88 Orlov, A. M., Skvortsov, A. A., and Litvinenko, O. V. Bending vibrations of semiconductor wafers with local heat sources // Technical Physics. - 2003. - №48(6). –P. 736-741.

89 Wassmuth, F.R., Green, K., Hodgins, L., and Turta, A.T. Polymer Flood technology for heavy oil recovery // Paper presented at the Canadian International Petroleum Conference. - Calgary, Canada. 2007.

90 Sheng, J. J., Leonhardt, B., and Azri, N. Status of polymer-flooding technology // Journal of Canadian Petroleum Technology. - 2015. -№54(02), -P. 116-126. DOI: 10.2118/174541-PA.

91 Sultanbekov, R. R., Nazarova, M. N. Determination of compatibility of petroleum products when mixed in tanks // Presented at 6th Scientific Conference. Tyumen: European Association of Geoscientists and Engineers. – Tyumen, 2019. 25-29 March.

92 Алтунина Л.К., Кувшинов В.А. Увеличения нефтеотдачи месторождений на поздней стадии разработки физико-химическими методами // Нефтепромысловая химия. - 2013. – №8. – С. 18-25.

93 Манырин В.Н., Швецов И.А. Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи при заводнении. – Самар: Дом печати, 2002. – 392с.

94 Wang, J. Overview of methods of improving oil-gas recovery efficiency by chemical flooding // Contemporary Chemical Industry. – 2016. – Vol. 45. – №. 5. – P. 911-915.

95 Abass, A. Olajire Review of ASP EOR (alkaline surfactant polymer enhanced oil recovery) technology in the petroleum industry: Prospects and challenges // Olajire. Energy. – 2014. – Vol. 77. – P. 963-982.

96 Hu G. How to select polymer molecular weight and concentration to avoid blocking in polymer flooding // SPE Symposium production enhancement and cost optimization held in Kuala Lumpur. Malaysia, - 2017. 7-8 November, SPE-189255-MS. – P. 1-27.

97 Liao, G. Wang Q., Wang H., Liu W., Wang Z. Chemical flooding development status and prospect // ACTA PETROLEI SINICA. – 2017, – Vol. 38. – №. 2. – P. 196-207.

98 Муслимов, Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее: учебное пособие.– Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2012. – 664 с.: 48 с.

99 Покрепин, Б.В. Разработка нефтяных и газовых месторождений. – Ростов н/Д: Феникс, 2015. – 318с.

100 Давыдов, А.В. Анализ и прогноз разработки нефтяных залежей. — М: ВНИИОЭНГ, 2008. — 314 с.: ил. — Библиограф: с. 305-314.

101 Росляк, А.Т. Разработка нефтяных и газовых месторождений / Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — 144 с.: ил. — Библиограф: с. 142-143.

102 Каримова А. С., Сулейменова Р.Т., Шаяхметова Ж.Б., Марданова Л. Уточнение основных параметров пластов эксплуатационных объектов / XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ НАДИРОВСКИХ ЧТЕНИЙ. – Атырау, 2022. –С. 541-5485.

103 Ермеков М.М. Справочная книга по добыче нефти. - Алматы: “TST – Company”. 2007. – 243 с.

104 Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т. и др. Hydrodynamic modeling of field development using enhanced oil recovery methods // Комплексное использование минерального сырья. – 2021. - №2 (317), - С. 14-22. DOI 10.31643/2021/6445.13.

105 Молдабаева Г.Ж., Сулейменова Р.Т. и др. Эффективность применения физического воздействия на продуктивный пласт для снижения вязкости и увеличения нефтеотдачи пластов // Комплексное использование минерального сырья. 2021. - №1 (316), - С. 53-61. DOI 10.31643/2021/6445.07.

106 Moldabayeva G.Zh., Suleimenova R.T. и др. Experimental studies of chemical and technological characteristics of cross-linked polymer systems applied in flow-diversion technologies // NEWS of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES. – 2021. - Volume 4. - № 448. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.81>. - pp 50-58.

107 Тихонов А.Н., Самарский А.А. УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ. М.: - 1999. – 309с.

108 Булгаков С.А. Нейросетевая методика оценки конечного коэффициента извлечения нефти (на примере месторождений Самарской области) // Нефтегазовое дело. – 2013. - № 1. – С .59-72.

109 Коротенко В.А. и др. Физические основы разработки нефтяных месторождений и методов повышении нефтеотдачи. - Тюмень. ТюмГНГУ, 2014. – С. 50-52.

110 Mohammadian E, Junin R, Rahmani O Idris AK. Effects of sonication radiation on oil recovery by ultrasonic waves stimulated water-flooding // Elsevier Ultrasonics. – 2013. - № 53, - P. 607–614.

111 Agi A, Junin R, Shirazi R, Afeez G, Yekeen N. Comparative study of ultrasound assisted water and surfactant flooding // Journal of King Saud University. Engineering Sciences. – 2019. - № 31(3). – P. 296-303.

112 Centre of Ultrasonic Technologies. Moscow, Russia. <http://cut-service.ru/wp-content/uploads/2016/09/AWS-presentation-rus.pdf>.

113 Hamidi H, Mohammadian E, Junin R, Rafati R, Manan M, Azdarpour A, Junid M. A technique for evaluating the oil/heavy-oil viscosity changes under ultrasound in a simulated porous medium // Elsevier Ultrasonics. – 2014. - №54. – P. 655-662.

114 Volkova G.I., Prozorova I.V., Anufriev R.V., Yudina N.V., Mullakaev M.S., Abramov V.O. Ultrasonic treatment of oils for improvement of viscosity-temperature characteristics // Oil Refining and Petrochemistry. – 2012. - №2. – P. 3-6.

115 Wang Zh, Zeng J, Song H, Li F. Research on ultrasonic excitation for the removal of drilling fluid plug, paraffin deposition plug, polymer plug and inorganic scale plug for near // Ultrasonic processing technology. – 2017. -№36. – P. 162-167.

116 Kookueva V.V. Trends of financing sustainable development of rural areas in Russia // Life Science Journal. – 2014. -№ 11 (6s). – P. 310-314. [http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1106s/062\\_24257life1106s14\\_310\\_314.pdf](http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1106s/062_24257life1106s14_310_314.pdf)

117 Prachkin V.G., Mullakaev M.S., Asylbaev D.F. Increase of well productivity by means of acoustic action on high- viscosity oil in channels of well bottomhole zone // Chemical and Petroleum Engineering. – 2014. - № 9. – P. 15-19.

118 Mergentay A., Kulov D.B., Bekembayeva G.S., Koikov V.V., Omarkulov B.K., Mussabekova S.A. The analysis of working load of general practitioners in the Republic of Kazakhstan // Research Journal of Pharmacy and Technology. – 2019. - № 12(5). – P. 2283-2288.

119 Nurmambetov K.E., Nurmambetova D.E., Nusupbekova D.A. Pat. 27064, Republic of Kazakhstan, E21B43/16. The resonance-wave method of increasing the oil recovery coefficient. - 2013. <http://kzpatents.com/5-ip27064-rezonansno-volnovojj-sposob-povysheniya-koefficienta-izvlecheniya-nefti.html>

120 Evdokimov I.N., Eliseev N.Yu., Fesan A.A. The change of rheological properties of high viscosity of the structured oil when ultrasonic processing // Memoirs of the Faculty of Physics. – 2014. - № 6 . – P. 146-150.

121 Prachkin V.G. Intensification of oil production by a combined method based on ultrasonic treatment. Doctoral dissertation. Ufa State Petroleum Technological University. - 2018. – 21 с.

122 Жалин Р.В., Маслягин В.Ф. Априорные оценки для метода Галеркина с разрывными базисными функциями на разнесенных сетках для однородной задачи Дерихле // Вестник ЮУрГУ. Серия Математическое моделирование и программирование. - 2018. - Т. 11. - №2. С. 29-43. DOI: 10.14529/mmp180203

**ҚОСЫМША А**  
Пайдалы әдіс патенті

## Мұнайдың тұтқырлығын өзгерту тәсілі



**ҚОСЫМША Б**  
Өндіріске енгізу актісі

«Кайырмайгай» өндіріс-өңдеу кәсіпорны

Қызыл Орман, Ақтөбе облысы  
16006, Қызылорман ауданы, Қызылорман қаласы  
Телефон: 7712201240-41  
Факс: 771220140-41

3. сөзбе АҚ  
м. СЗ-14/08

«Ақтөбе облысында ұрпақтың өмір сүруі» бағдарламасы

Ақтөбе облысы, Ақтөбе қаласы  
16004, Төле би көшесі, 100-100  
Телефон: 421330340-02  
Факс: 421330340-01

### ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ НӨТІЖЕЛЕРІН ЕНІТУ АҚТІСІ

1. Ғылыми-техникалық қызмет аяқталғандығы туралы ақпарат  
«Электрорфанация» ақпараттық-технологиялық компаниясының
2. Қызылорман ауданы

Бұл жұмысты орындауға тұтырылатын табиғи газдың қорымен қамтамасыз етілуіне қажетті құрылыстардың жобасы жасалды, тұтырылатын газдың бойынша зерттеулер жүргізіліп, СО2 және H2S қорының бақылауымен басқарылатын жобаның техникалық шешімдері әзірленді.

Бұл түрлі табиғи газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін зерттеулер жүргізіліп, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды. Жобаның техникалық шешімдері әзірленді.

Алынған зерттеулердің нәтижелеріне қарап, құрылыстардың жобасына өзгерістер енгізіліп, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды. Мұндағы құрылыстардың жобасына өзгерістер енгізіліп, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды. Зерттеулердің нәтижелеріне қарап, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды. Зерттеулердің нәтижелеріне қарап, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды.

3. Газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды.

Тұтырылатын газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды. Зерттеулердің нәтижелеріне қарап, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды.

4. Зерттеулердің нәтижелеріне қарап, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды.

АҚ «EmbiMunayGas» ЖШС - Қызылорман ауданы

5. Бұл жұмыстың нәтижелері

Алынған зерттеулердің нәтижелеріне қарап, құрылыстардың жобасына өзгерістер енгізіліп, газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды.

Бұл жұмыс Қызылорман Ауданының Басқақ Жұмыс Министрінің 2018-2020 жылдарға арналған ғылыми-техникалық жобаның нәтижелерін қарастыратын құрылыстардың жобасына «Мұнай бақылау және бақылау ұжымы» құрылыстарының жобасына Қызылорман ауданының тұтырылатын газдың құрамындағы азот және сутегінің мөлшерін өлшеу үшін құрылыстардың жобасы жасалды. АР1513083.

Қ.Н. Сұлтановтың ҚазҰПУ

т.д.д. профессоры  
Молдабаев Г.Ж.

Техникалық мәліметтер  
Сұлтанов Р.Т.

АҚ «EmbiMunayGas» табиғи газ

«Кайырмайгай» МТЖ басшысы  
Жұбанов М.К.

Техникалық мәліметтер  
Алибаев У.К.

Исру Басшысы  
Алибаев Т.А.