

Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар мен инжинирингі
университеті

ОӘЖ 622.276

Қолжазба құқығында

ЖЕТЕКОВА ЛЯЗЗАТ БИШЕБАЕВНА

**«Батыс Қазақстандағы қиын шығарылатын мұнай қорлары бар
кенорындарын пайдалану тиімділігін арттыру»**

8D07210 (6D070800) - Мұнай газ ісі

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесші:
М.К. Каражанова PhD, доцент
Шетелдік ғылыми кеңесші:
ӘУҒА профессоры
Г.М. Эфендиев т.ғ.д.

Қазақстан Республикасы
Ақтау, 2024

МАЗМҰНЫ

АНЫҚТАМАЛАР	4
БЕЛГІЛЕУЛЕРМЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	5
НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	6
КІРІСПЕ.....	7
1 ӨНДІРІЛУІ ҚИЫН МҰНАЙЛАРДЫ АЛУ ЖАҒДАЙЫНДА ЗЕРТТЕУДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАЙ КҮЙІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ ӘДІСІН ТАЛДАУ.....	11
1.1 Негізгі әдіснамалық принциптер, зерттеу мақсатын және міндеттерін негіздеу	11
1.2 Мұнайдың құрамы мен қасиеттері арасындағы байланысты зерттеу бойынша зерттеу нәтижелерін талдау.....	17
1.3 Өндірілуі қиын мұнайды технологиялық шолу жасау.....	20
1.4 Жұмыстың негізгі әдіснамалық принциптері. Зерттеудің мақсаты мен міндеттерін негіздеу.....	23
1-бөлім бойынша қортынды.....	27
2 КЕШЕННІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ БОЙЫНША ҚИЫН ҚОРЛАРДЫ ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ҚАЙТА АЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ	30
2.1 Қиын алынатын мұнайлардың классификациясы бойынша зерттеулерді талдау.....	30
2.2 Қиын алынатын мұнайларды талдау, жіктеу және сапасын бағалау мәселенің қазіргі жағдайы.....	31
2.3 Геологиялық және технологиялық ақпаратты талдау үшін кластерлеу әдістерін қолдану.....	35
2.3.1 Кластерлік белгілер кешені бойынша алынуы қиын мұнайлардың сапасын талдау және бағалау.....	35
2-бөлім бойынша қортынды.....	70
3 ӨНДІРУШІ ҰҢҒЫЛАР ҚОРЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ КЕНОРЫНДА ӨТКІЗІЛЕТІН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ ІС ШАРАЛАР.....	71
3.1 Кенорын туралы жалпы мәліметтер.....	71
3.2 Ұңғылардың жұмыс көрсеткіштерін талдау.....	73
3.3 Кенорнында қолданылатын геологиялық техникалық шаралардың технологиялық тиімділігін талдау және бағалау.....	80
3.3.1 Ұңғы қорына сипаттама жасау.....	80
3.3.2 Ұңғы қорын пайдаланудың технологиялық тиімділігін бағалау.....	81
3-бөлім бойынша қортынды.....	83
4 ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТІК МӘЛЕМЕТТЕРДІ ТАЛДАУ НӘТИЖЕЛЕРІ БОЙЫНША ҚАРАЖАНБАС КЕНОРЫНДАҒЫ ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ҰҢҒЫ ТҮБІ АЙМАҒЫНА ӘСЕР ЕТУ ҮРДІСІН РЕТТЕУ.....	84

4.1 Қаражанбас кенорнында ТҚӨ қолданудың тиімділігін статистикалық талдау және негіздеу.....	85
4.2 Тау жынысына қышқылдық құрам әсер еткенде болатын негізгі физикалық-химиялық процестер.....	87
4.3 Қаражанбас кенорнының тығыздалған тау жыныстарында қышқылмен өңдеуді қолдану тиімділігін талдау.....	98
4- бөлім бойынша қортынды.....	100
ҚОРЫТЫНДЫ.....	102
ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	104
ҚОСЫМШАЛАР.....	114

АНЫҚТАМАЛАР

Кластерлеу әдісі – объектілер жиынын бір топтағылар басқа салалардағы объектілерге қарағанда бір-біріне көбірек ұқсайтындай етіп топтастыру міндеті.

Эмульгаторлар – эмульсияның түзілуіне әсер ететін заттар: асфальтендер, нафтендер, шайырлар, парафиндер, тұздар және механикалық қоспалар.

Мұнай эмульсиялары – бір-бірінде ерімейтін және ұсақ дисперсті күйде болатын мұнай мен қабат суларының механикалық қоспасы.

Ауыр мұнай – құрамындағы шайыр тасты шайырлы заттардың мол болуы, көмірсутектер құрлысында циклдік құрылымдардың басым болуы және тез қайнайтын фракциялар мөлшерінің аз болуы салдарынан тығыздығы біршама жоғары мөлшерлермен сипатталатын мұнай.

Гидрофтор қышқылы (HF) – фтор сутегі еріген сулы ертінді. Бұл қышқыл негізінен концентрацияланған күкіріт қышқылының флюорит минералымен (CaF_2) әрекеттесуінен алынады.

Мұнайдың сапасын бағалау – ол мұнайдың тығыздығына байланысты көрсеткіштерін халықаралық деңгейде қабылданған тәсілдермен анықтау болады.

Мұнайбергiштік коэффициенті – кеніштен алынған мұнай көлемінің бастапқы қорға қатынасы.

Мұнайдың термиялық кеңею коэффициенті – жылулық кеңею коэффициенті температураның өзгеруімен объект өлшемі қалай өзгертінін сипаттайды. Атап айтқанда, ол тұрақты қысымда температураның бір градусқа өзгеруіне шаққанда өлшемнің бөлшек өзгерісін өлшейді, осылайша төменгі коэффициенттер өлшемнің өзгеруіне бейімділігін сипаттайды.

Джини коэффициенті – зерттелетін кез келген сипаттамаға сәйкес белгілі бір аймақтың статистикалық көрсеткіші.

Лоренц қисығы – кірістерді бөлудегі теңсіздік (дифференциация) дәрежесін сипаттайтын сызық.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

АШПШ	Асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділер
СМБ	Сумұнай байланысы
ГМБ	Газмұнай байланысы
ГЖ	Гидравликалық жару
ГТШ	Геологиялық-техникалық шара
ДП	Депрессиялық перфорация
ИДЖЭ	Импульстік дозаланған жылу эффектісі
МҚКК	Мұнайды қалпына келтіру коэффициенті
МҚКЖӨ	Мұнайды қалпына келтірудің жетілдірілген әдістері
СКҚ	Сорапты компрессорлық құбыр
ТМАТ	Түп маңы аймағын тазалау
БМБП	Бір мезгілде – бөлектеп пайдалану
ББЗ	Беттік белсенді заттар
ПАА	Полиакриламид
ТМА	Түп маңы аймағы
ҰТА	Ұңғы түп аймағы
ҚМБА	Қабаттың мұнай бергіштігін арттыру
БМФ	Бумұнай факторы
КП	Кумулятивті перфорация
ҚҚҰ	Қабат қысымын ұстау
ТҚӨ	Тұз қышқылымен өңдеу
СПС	Айқас байланысқан полимер құрамы
ТБХӨ	Термобарохимиялық өңдеу
ТГХӨ	Термиялық газдың химиялық әсері
АҚҚ	Алынуы қиын қорлар
ЭҚ	Эмульсия құрамы

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі стандарттарға, нұсқаулықтар мен әдістемелерге сілтемелер пайдаланылды:

«Диссертация мен автореферат дайындау жөніндегі нұсқаулық».
Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Жоғары аттестациялау комиссиясының 2004 жылғы 28 қыркүйектегі № 377-3ж.

МЕСТ 7.32-2001-Ғылыми -зерттеу жұмысы туралы есеп. Құрылым және дизайн ережелері.

МЕСТ 7.1-2003 - Библиографиялық жазба. Библиографиялық сипаттама: Жалпы талаптар мен құрастыру ережелері.

Ғылыми дәрежелер беру ережесі, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2011 жылғы 31 наурыздағы № 127 бұйрығымен бекітілген.

Жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білімнің мемлекеттік жалпыға міндетті стандартты, Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары білім Министрінің 2022 жылғы 20 шілдедегі № 2 бұйрығымен бекітілген.

МЕСТ 8.417-2002 Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Шама бірліктері.

МЕСТ 7.9-95 Ақпараттық, кітапханалық және баспа қызметі стандарттарының жүйесі. Реферат пен аннотация. Жалпы талаптар.

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. Қазақстандағы мұнай кенорындарының қазіргі уақытта көпшілігі мұнай өндірудің төмендеуімен сипатталады.

Айта кету керек, жоғары тұтқырлы, ауыр мұнайлардың үлесі қазірдің өзінде әлемдік дәлелденген қорлардың жартысынан астамын құрайды, яғни өндірілуі қиын мұнай классификацияларына жатқызылады. Алдағы уақытта мұнай қоры қиын өндірілетін кенорындарын игерудің тиімділігін арттыру маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Бұл ретте ұңғыға су құйылуын шектеуге, мұнай өндіру процестерін бақылау мен реттеуге, жылу әсерлеріне негізделген технологияларға, алынуы қиын қорлардың кенорындарын жіктеу әдістерін құруға және жетілдіруге үлкен мән берілуі керек. Жылулық технологияларды табысты қолдану физикалық мәні жоғары техникалық және технологиялық ғана емес, сонымен қатар экономикалық тиімділігімен, оларды қолданудың геологиялық жағдайларын кеңейтумен ерекшеленетін технологиялық шешімдерді жасаумен байланысты. Тереңде жатқан мұнай кенорындарының кез келген геологиялық жағдайында игеру процестерін бақылау және реттеу әдістерін жетілдіру, қолайлы сүзілу жағдайында мұнай өндірудің жоғары қарқынын қамтамасыз ету және өндірілген өнімде судың өсу қарқынын шектеу маңызды мәселе болып табылады.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қорлары қиын алынатын қабаттарға әсер ету әдістерін таңдау кезінде қабылданған шешімдердің жеткіліксіз ғылыми негіздемесі алынуы қиын мұнай өндірудің тиімділігін арттыруға бағытталған технологиялық шешімдерді таңдау мен енгізуді айтарлықтай қиындатады. Технологиялық шешімдерді қабылдау белгісіздік жағдайында жүреді және бұл, өз кезегінде, осы жағдайды ескере отырып, ақпаратты талдау әдістерін қолдануды, сонымен қатар әзірлеудің шарттары мен әдістерін егжей-тегжейлі зерттеуді талап етеді, атап айтқанда, тұтқырлығы жоғары, ауыр мұнайды алудың технологиялық тәжірибесі көрсеткендей, термиялық әдісін қолдану мүмкіндігі болып тұр. Белгілі жылу әдістерінің барлығының ішінде қабатқа жылу тасымалдағыштарды айдауға негізделген технологиялар кеңінен қолданылады. Дегенмен, термиялық өңдеу әдістерінен басқа, балама аралас технологияларды да қарастыру қажет. Айта кететін болсақ, Қазақстандағы (Қаражанбас, Кеңкияк, Қаламқас) кенорындарын игерудің күрделілігі кен орнын дәстүрлі әдістермен игерудің қиындығында. «Қиын өндірілетін» мұнай терминінің мағынасын толық түсіну үшін, ең алдымен, оны «қалпына келтіруі қиын» мұнайға жатқызатын оның пайда болу ерекшеліктері мен жағдайларын қарастыру қажет. Сонымен қатар, Қазақстанда оларды өндірудің салыстырмалы күрделілік дәрежесін анықтайтын қасиеттері мен пайда болу жағдайлары әртүрлі айтарлықтай үлкен мұнай қоры бар.

Сондықтан дәстүрлі әдістермен айтарлықтай мұнай қорын алу мүмкін болмайтын кенорындарын игеру технологияларын пайдалана отырып, мұнайды жіктеу және оларды өндірудің қиыншылық дәрежесін бағалауда жаңа әдістерді тарту Қазақстанның кенорындары үшін өзекті болып отыр.

Зерттеу мақсаты. Игерудің соңғы сатысында тұрған мұнай қоры қиын өндірілетін кенорындарындағы ұңғыларды пайдалану тиімділігін арттыру бойынша талдау және шешімдер қабылдау әдістерін жетілдіру болып табылады.

Зерттеудің даму дәрежесі. Қиын өндірілетін мұнай қоры бар кенорындарын игерудің тиімділігін арттыру мәселесі теориялық және тәжірибелік зерттеулер арқылы кенорындарын игерудің ғылыми негіздерін жасауға үлкен үлес қосқан көптеген зерттеушілердің еңбектерінің тақырыбы болып табылады. Осы ғалымдардың күш-жігерімен ғылыми тұрғыдан іргелі, тәжірибелік тұрғыдан пайдалы нәтижелер алынды. Осы жолда еңбек еткендерді атап айтпаса болмас М.Т. Абасов, И.М.Аметов, Д.Г. Антониади, Н.К. Байбаков, Г.И.Баренблатта, А.А. Боксермана, А.Р. Гарушева, А.Т. Горбунова, С.А.Жданов, Ю.В. Желтов, Ю.П. Желтов, С.Т. Закенов, С.Н. Закиров, А.Х. Мирзаджанзаде, М.Л. Сургучев, Т.В. Хисметов және тағы басқалар. Осы бағыттағы көптеген зерттеулер мен нәтижелерге қарамастан, кейбір мәселелер толық зерттелмегендіктен, өндірілуі қиын қорлардың пайда болу жағдайларын тереңірек зерттеуге, ақпаратты талдаудың заманауи әдістерін қолдануға және осы процесті қиындататын белгісіздікті ескере отырып, осы санаттағы кенорындарын игерудің тиімділігін арттыру бойынша шешімдер қабылдауға байланысты бірқатар қосымша зерттеулер жүргізуді талап етеді. Осы бағыттағы көптеген зерттеулер мен алынған нәтижелерге қарамастан, кейбір мәселелер толық емес болуына байланысты қалпына келтіру қиын қорлардың пайда болу шарттарын тереңірек зерттеуге, ақпараттандырудың заманауи әдістерін қолдануға байланысты бірқатар қосымша зерттеулерді талап етеді. Кенорындарының осы бағыттағы игеру тиімділігін арттыру бойынша талдау және шешім қабылдаумен осы жағдайда кедергі келтіретін белгісіздікті ескеріп отырады.

Зерттеу нысаны. Қиын алынатын мұнай өндірісінің тиімділігін арттыру бойынша талдау және шешім қабылдау жүйесі болып табылады.

Зерттеуде алынуы қиын мұнай қорларын жіктеу әдістері және жоғары тұтқырлығы бар мұнайды аталған жүйе шеңберінде ығыстыру әдістерін таңдау кезінде шешім қабылдау болып табылады.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

- қиын алынатын мұнай қорларын белгілер жиынтығы бойынша жіктеу ерекшеліктері мен әдістерін талдау;
- қиын алынатын мұнай қорларын қасиеттері, құрамы және пайда болу жағдайлары бойынша жіктеу әдістемесін жасау;
- мұнай өндіру динамикасын статистикалық талдау және келесі кезеңге мұнай өндіру көрсеткіштерін болжамды бағалау;
- өндіруші ұңғы қорын пайдаланудың технологиялық тиімділігін және кенорнында жүргізіліп жатқан геологиялық-техникалық іс-шараларды талдау;
- қарастырылатын кенорнында тұз қышқылымен өңдеуді қолдану нәтижелерін және оны пайдаланудың технологиялық тиімділігінің нәтижелерін статистикалық талдау.

Зерттеуді шешу әдістері. Зерттеу міндеттерін шешуде мәліметтерді өңдеу және ақпаратты талдау математикалық статистика әдістерін қолдану арқылы шешілді. Қиын өндірілетін қорларды жіктеу мәселесін шешу кезінде анық емес кластерлік талдау алгоритмі қолданылды. Қабатқа әсер етудің ең жақсы нұсқасын таңдау туралы шешім қабылдау кезінде анық емес жиындар теориясының ережелеріне негізделген әдіс қолданылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы:

- мұнай қорларын шығарудың күрделілік дәрежесін бағалауға мүмкіндік беретін белгілер жиынтығы (құрамы, қасиеттері және пайда болу шарттары) бойынша әртүрлі (мұнайлы, мұнайгазды және газды) кенорындарды жіктеу әдістемесін құрудың және тәжірибелік қолданудың негізгі ережелері ғылыми негізделген;

- анық емес кластерлік талдау әдісіне негізделген және құрамындағы қоспаларды ескере отырып, бұрын ұсынылғаннан ерекшеленетін, шығарудың қиындық дәрежесін анықтайтын сипаттамалар жиынтығы бойынша шығарылуы қиын мұнай нысандарын жіктеу әдісі ұсынылды;

- қиын алынатын мұнайдың пайда болу шарттарын да, қасиеттерін де, құрамын да сипаттайтын белгілердің жиынтығын ескере отырып, қорларды алудың күрделілік дәрежесін сипаттайтын параметр ұсынылды;

- статистикалық талдау нәтижесінде келесі кезеңдегі мұнай өндіру көрсеткіштерінің мәндерін және ұңғы қорын пайдаланудың технологиялық тиімділігін болжамды бағалау әдісі мен өрнектері ұсынылды;

- тұз және фторсутек қышқылдарының концентрациясы мен жалпы ерігіштік арасындағы заңдылықтар зерттеліп, сәйкес өрнектер алынды.

Зерттеудің тәжірибелік маңызы. Қаражанбас кен орнын игерудің негізгі көрсеткіштерінің динамикасын талдау нәтижесінде мұнай өндіру көрсеткіштерінің өзгеру тенденциялары белгіленді. Қабатты бу айдау арқылы термиялық әдісін қолдану нәтижелері олардың тиімділігін растады: 2015 жылғы мамырдан 2017 жылғы қазанға дейінгі үшінші кезеңде (екі жылдан астам) тұрақтылығын сақтау кен орнын игерудің өте жақсы көрсеткіші болып табылады.

Мұнай өндіру динамикасының статистикалық талдауының нәтижелері бойынша келесі кезеңдегі мұнай өндіру көрсеткіштерінің мәндерін математикалық статистиканың сәйкес әдістерін пайдалана отырып болжамды бағалау мүмкіндігі көрсетілген.

Қорғауға шығарылған қағидалар: Анық емес кластерлік талдауды қолдана отырып, қасиеттері (тұтқырлығы, тығыздығы), құрамы және пайда болу шарттары бойынша майларды кешенді жіктеу; мұнай өндіру динамикасын статистикалық талдау және келесі кезеңдегі мұнай өндіру көрсеткіштерінің мәндерін болжамды бағалау; мұнай қорлары қиын өндірілетін кенорындарының геологиялық және физикалық жағдайында максималды мұнай өндіруді қамтамасыз етеді.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми ережелері мен қорытындыларының сенімділігі мәліметтерді өңдеудің және ақпаратты талдаудың және шешім

кабылдаудың заманауи математикалық әдістерін қолданумен, теориялық және эксперименттік зерттеулер нәтижелерінің сәйкес критерийлерді пайдалана отырып бағалаумен және сәйкестігімен дәлелденеді.

Жұмыстың апробациясы. Жүргізілген зерттеу нәтижелері «І халықаралық Есенов оқулары» атты «Болашаққа бағдар: Рухани жаңару» бағдарламасы аясындағы халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында (Ақтау, 18-19 қазан 2018); «Геологические и технологические аспекты разработки месторождений трудноизвлекаемых углеводородов» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Ақтау, 18-сәуір 2019); Ғылым қызметкерлер күніне арналған ғылыми-тәжірибелік онлайн-конференцияда, (Ақтау, 17-29 сәуір 2020); «13th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing (ICAFS)» халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында, (Варшава, Польша), 27-28 тамыз 2018); «International School-Seminar of Young Scientists and Students, Oil & Geoecology» халықаралық ғылыми семинар (Баку, 3-8 желтоқсан 2018); «Современные методы разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами и нетрадиционными коллекторами» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Атырау, 5-6 қыркүйек 2019); «10th International Conference on theory and application of soft computing, computing with words and perceptions -ICSCCW 2019» халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (Прага, 27-28 тамыз 2019); «11th World Conference «Intelligent System for Industrial Automation»(WCIS-2020)» халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (Ташкент, Өзбекстан 26-28 қараша 2021).

Зерттеу жұмысының жарияланымдары. Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша 13 жұмыс жарияланды, олардың ішінде Scopus базасы құрамына кіретін журналдарда -2 басылым, Ғылым және жоғары білім саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынатын ғылыми басылымдарында -3 мақала, мақаланың қалған бөлігі Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда жарияланды.

Диссертациялық жұмыстың көлемі мен құрылымы: Диссертациялық жұмыс кіріспе, 4 бөлім қортындыдан 4 қосымшамен 131 атаулы әдебиет тізімінен тұрады. Жұмыс 117 бетте 22 суретпен 9 кестемен берілген.

1 ӨНДІРІЛУІ ҚИЫН МҰНАЙЛАРДЫ АЛУ ЖАҒДАЙЫНДА ЗЕРТТЕУДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАЙ КҮЙІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУ ӘДІСІН ТАЛДАУ

1.1 Негізгі әдіснамалық принциптер, зерттеу мақсатын және міндеттерін негіздеу

Тұтқыр мұнайдың ығысуының нақты геологиялық-физикалық жағдайларына байланысты әр түрлі қасиеттерге ие, атап айтқанда өткізгіштікте қабаттың біртектілігінің болуына байланысты одан әрі күшейеді және тұтқырлықтың жоғарылауымен ығысу тиімділігі төмендейді. Мұнайдың құрамында асфальт-шайырлы заттар мен парафиннің болуы оның тұтқырлығының жоғарылауына әкеледі. Қабаттағы сұзу жылдамдығын бағалау және ығыстырушы агентті тандау кезінде тұтқырлық мәні ескерілетіндіктен, және олардың өзара қозғалысы кезінде сұйықтық ішіндегі көрші қабаттар арасындағы үйкеліс күшін сипаттайды, бұл сипаттама маңызды фактор болып табылады, оны ескеру технологиялық шешімдерді қабылдау кезінде үлкен маңызға ие. Мұнайдың пайда болу жағдайларының сипаттамасы, бірінші кезекте қабаттың өткізгіштігі үлкен маңызға ие. Көрсетілген сипаттамалар қиын алынатын мұнай қорларын жіктеу үшін негіз болып табылады. Дегенмен, қазіргі кезде ұсынылып отырған әртүрлі классификациялар мұнайды өндірудің күрделілік дәрежесіне қарай бағалауға және бөлуге әлі де мүмкіндік бермейді. Сондықтан бұл жағдайда құрамы, қасиеттері, пайда болу жағдайлары әртүрлі майларды салыстыруға мүмкіндік беретін сапа критерийін қолдану қажет. Бұл қиын қалпына келтірілетін мұнай өндірумен байланысты мәселелерге зерттеушілердің назарын түсіндіреді. Бұл мақалада күрделі қабаттарда тұтқыр мұнайлардың ығысуын зерттеу нәтижелерін өңдеу, қиын алынатын мұнайларды алу тиімділігін бағалаудың әдістері мен әдістемелік тәсілдері бойынша бүгінгі күнге дейін жинақталған зерттеулер жинақталған және талданған.

Авторлар өз зерттеулерінде өте қиын қорларды анықтауға, олардың жіктелуіне, олардың классификациясы, мұнайды алудағы қиындық дәрежесін бағалау болып табылады.

«Қиын қалпына келтірілетін қорлар» түсінігін талдағанда, (ҚҚҚҚ), соңғы онжылдықтардағы зерттеушілердің көпшілігінің пікірі бойынша бұл тұжырымдама айтарлықтай өзгерістерге ұшырағанын атап өткен жөн [1-6]. Орындалған жұмыстар, қалпына келтіру қиын қорлардың бірыңғай жіктемесі жоқ екенін көрсетеді, бірақ олардың көпшілігі бар, бірақ соған қарамастан, зерттеушілер атап өткендей, олардың барлығы қандай да бір түрде ерекшеленеді, бұл ретте тым көп факторлар физикалық, геологиялық ғана емес, сонымен қатар экономикалық, әрбір нақты кен орнында мұнай немесе газ өндірудің қиындық дәрежесіне әсер етеді. Бірақ сарапшылар жалпы критерийлерді анықтайды: қалпына келтіру қиын қорлар – бұл «геологиялық күрделі түзілімдер мен кенорындарындағы немесе баяу қозғалатын (ауыр, тұтқырлығы жоғары) мұнаймен ұсынылған қорлар». Әдетте, олар (қайта алынатын қорлар) қабаттың төмен өнімділігіне, мұнайдың пайда болу жағдайларының қолайсыздығына

немесе оның қалыптан тыс физикалық-химиялық қасиеттеріне байланысты салыстырмалы түрде төмен ұңғы дебитімен және баяу игеру қарқынымен сипатталады. Өндіру нәтижелерін бағалау кезінде осы кен орнында енгізілген тиісті технологиялардың жеткіліксіз деңгейі, соның салдарынан іске асырылып жатқан әзірлемелердің рентабельділігінің төмендігі де рөл атқарады.

Әдебиет көздеріне сүйенсек, қиын қалпына келетін мұнайларды зерттеу барысында екі топ жұмыс қалыптасты: мұнайдың қасиеттері мен пайда болу жағдайларын зерттеуге арналған жұмыстар және мұнай құрамын зерттеуге арналған жұмыстар. Осылайша, бірінші топтың шығармаларының ішінде т.б. майлардың қасиеттері мен пайда болу шарттарын зерттеуге арналған еңбектер, қалпына келтіру қиын мұнайларды қасиеттеріне қарай жіктеуге талпыныстар жасалды. Талдау көрсеткендей, көп жағдайда, мысалы, сәйкес [7-11], алынуы қиын қорлар тұтқырлығы мен тығыздығы жоғары болғандықтан баяу қозғалатын мұнаймен, жоғары (жоғары $500 \text{ м}^3/\text{т}$) немесе төмен (төмен $200 \text{ м}^3/\text{т}$) қаныққан газ, немесе еріген және/немесе бос газда агрессивті компоненттер (күкіртті сутегі, көмірқышқыл газы) болған кезде пайда болады. Мұндай майларды алу үшін мұнайдың қасиеттеріне байланысты сипаттамалардың күрделілігін ескеретін арнайы техникалық құралдарды қолдану қажет. Бұл топқа кіретін майлар әдетте қалыптан тыс физикалық-химиялық қасиеттері бар майлар деп аталады. Ауыр металдар тобына жататын металдар (ең алдымен ванадий және никель) жоғары мұнайлар да экологиялық қауіптілік дәрежесінің жоғарылауына байланысты [12] осы топқа жатады. Жарияланған әдебиет деректеріне сәйкес, Жарияланған мақалалар мен әдебиет деректері бойынша, атап айтқанда, [4, с.1] қиын алынатын мұнайлардың екінші тобына күрделі пайда болу жағдайлары бар мұнайлар жатады. Геологиялық күрделі қабаттар мен шөгінділерде, су-мұнай және газ-мұнай аймақтарында, өткізгіштігі төмен және кеуектілігі төмен ортада, сонымен қатар әдеттен тыс жоғары немесе қалыптан тыс төмен температурасымен және т.б. сондай-ақ мұнай, мәңгі тоңдар аумағында және теңіздердің қайраңдарында орналасқан [5, с.1]. Мұнай қорларын өндірудің күрделілік дәрежесі бойынша тану критерийлерін жалпылау негізінде жұмыстар [8, р.2; 12, с. 1] келтірілген зерттеулердің нәтижелері бойынша құрастырылған қиын алынатын мұнайлардың негізгі түрлерінің тізбесін ұсынып, осы бағыттағы көптеген ғылыми жарияланымдарда көрсетілген.

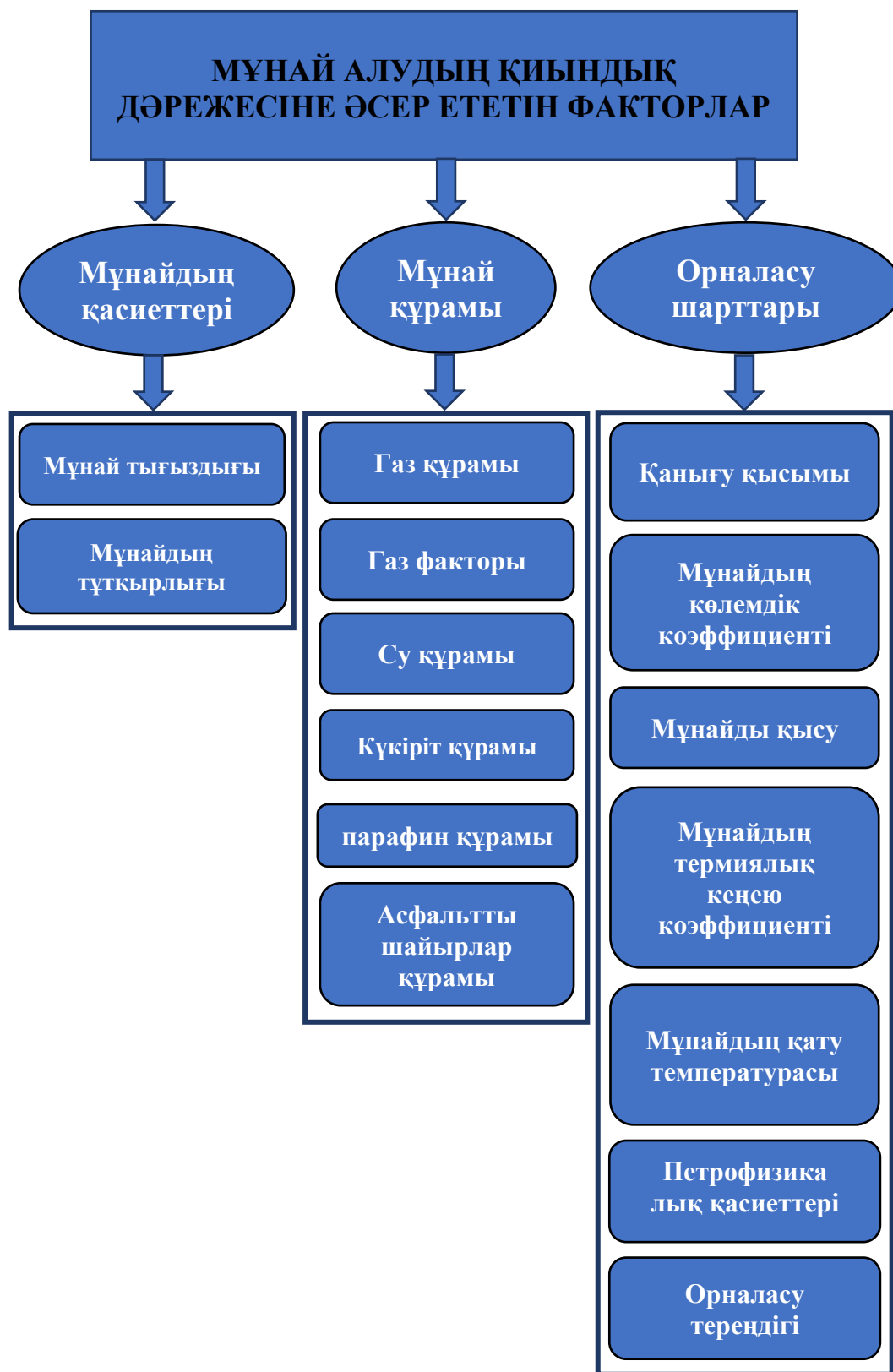
Әртүрлі температурада және осы көрсеткішті есептеуге арналған тендеуде өндіруге қиындық деңгейін бағалау үшін мұнайдағы күкірттің жалпы мөлшері, хлоридтердің концентрациясы, мұнайдың тығыздығы, фракциялардың мөлшері сияқты көрсеткіштер ескерілетін мұнай сапасының кешенді көрсеткіші ұсынылды. Кейінірек сол авторлар кенорындары мен мұнайлы бассейндердің кенорындарындағы мұнайлардың сапалық сипаттамаларын бағалау үшін бұл кешенді көрсеткішті қолдануды ұсынды. Бұл тәсіл авторлардың еңбектерінде [7, с.139; 8, р.3; 9, р.45-47] әртүрлі мұнайлы аймақтардағы мұнайдың сапа көрсеткіштерінің кеңістіктік өзгерістер заңдылықтарын бағалау және талдау кезінде қолданылды. Жұмыста келтірілгендей [13] енгізілген мұнай сапасының индексі, авторлар осылайша атаған және жоғарыда атап өткен көрсеткіштің кері

мәні ретінде анықталған, әртүрлі кенорындарындағы қиын алынатын мұнайлардың сапалық ерекшеліктерін талдау және бағалау үшін өте ыңғайлы болды. Сонымен қатар, мұнай сапасының индексі мәндерінің жоғарылауы мұнай сапасының жоғарылауына сәйкес келеді, ал төмендеуі - төмендеуіне сәйкес келеді, сапа шарттарында бұл мұнайдың әртүрлі түрлерін салыстыру кезінде ыңғайлы болады. Жұмыста жоғары және жоғары тұтқырлығы бар мұнай кенорындарын игерудің әртүрлі әдістері, сондай-ақ табиғи битум кенорындарын игерудің кейбір әдістері, тұтқырлығы жоғары мұнай кенорындары мен кенорындарын игеру әдістерінің талдауы қарастырылған [10, р. 2]. Нигерия Федеративтік Республикасының кенорындарынан алынған табиғи битум жүзеге асырылады. Битум кенорындарда игеру әдістері тұтқыр мұнай кенорындарында игеру әдістерінен айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін, бірақ кейбір жағдайларда әдістер бір немесе басқа кенорындарында қолданылуы мүмкін. Әдісті таңдауға негізінен мұнайдың құрамындағы қабаттардың геологиялық және физикалық қасиеттері және қанықтыру сұйықтығының физикалық қасиеттері әсер етеді. Көрсетілген жұмыста мұнайдың оптикалық қасиеттерінің нәтижелері көрсетілген. Ресейдің әртүрлі мұнай-газ аймақтарынан алынған мұнай үлгілерінің тығыздығын, тұтқырлығын, оптикалық тығыздығын және жарықты сіңіру коэффициенттерін зертханалық зерттеулердің нәтижелеріне талдау жүргізілді. Талдау нәтижесінде авторлар тығыздық пен тұтқырлықтың сәйкесінше жарықты сіңіру коэффициентіне корреляциялық тәуелділіктерін белгіледі [14].

Нақтылығын бағалауда тығыздық пен стандартты ауытқудың жуықтау сапасын сипаттайтын статистиканы пайдалана отырып беріледі, ал мұнай жуықтау сипатына қарай типтеледі, бұл ретте мұнайдың 3 класы анықталған. Майлардың, әсіресе асфальтты-шайырлы заттары бар майлардың аномальді-тұтқыр қасиеттері мұнайдың салқындаған сайын броундық қозғалыстың әлсіреуінен ғана емес, сонымен қатар жаңа фазаның – парафиннің пайда болуына байланысты жоғарылайтынын алдыңғы жұмысқа сілтеме жасай отырып көруге болады [15].

«Қиын қалпына келтірілетін қорлар» түсінігін талдай отырып, зерттеушілердің көпшілігінің пікірі бойынша бұл тұжырымдама соңғы онжылдықтарда елеулі өзгерістерге ұшырағанын атап өткен жөн [16]. Қазіргі уақытта мұнай компаниялары бұрындары қабылдау әлеуетті болып саналмайтын кенорынды игеру мәселесін шындап ойластыруда. Қиын өндірілетін қорлардың бірыңғай классификациясы жоқ – тым көп факторлар, соның ішінде экономикалық факторлар, әрбір нақты кен орнында мұнай немесе газ өндіру қиындықтарының дәрежесіне әсер етеді. Осы аталған шамаларды көрсететін болсақ: қиын өндірілетін қор-бұл геологиялық күрделі қабаттар мен кенорындарында қоршалған немесе баяу қозғалатын (ауыр, жоғары тұтқыр) мұнай. Әдетте, олар қабат өнімділігінің төмендігінен, мұнайдың пайда болу жағдайларының қолайсыздығынан немесе оның аномальды физикалық-химиялық қасиеттеріне байланысты ұңғылардың салыстырмалы түрде төмен дебитімен және игерудің баяу қарқынымен сипатталады. 1.1 - суретте мұнайды

алудағы қиындық дәрежесіне әсер ететін негізгі факторларды жіктеудің жүйеленген схемасы келтірілген.



Сурет 1.1 – Мұнай алудың қиындық дәрежесіне әсер ететін факторлар

Өндірудің күрделілік дәрежесінде қалпына келтіру қиын қорларды өндіруге бейімделген тиісті технологиялардың жоқтығы және мұндай өңдеулердің төмен рентабельділігі де өз рөлін атқарады. Әр текті өткізгіштігі жоғары қабаттардан мұнайдың жетілдірілген алынуы бір мұнайға қаныққан кен орнының бөлшектенуі мен бөлінуіне және жекелеген учаскелердің пайда болуына әкелді. Оның үстіне бұл құбылыс қорлар құрылымының нашарлауына және қалпына келтіру қиындарының үлесінің артуына ықпал етті [17-19]. Дегенмен, қорлар құрылымының нашарлауына су қоймаларының стратификациясы, олардың әркелкілігі мен үзіліссіздігі де әсер етті.

Әдебиет көздеріне сүйенсек, қиын қалпына келетін мұнайларды зерттеу барысында екі топ жұмыс қалыптасты: мұнайдың қасиеттері мен пайда болу жағдайларын зерттеуге арналған жұмыстар және мұнай құрамын зерттеуге арналған жұмыстар. Майлардың, әсіресе асфальтты-шайырлы заттары бар майлардың аномальді байланыстырушы қасиеттері мұнайды салқындату кезінде броун қозғалысының әлсіреуінен ғана емес, сонымен қатар анықталған фаза – парафиннің әсерінен де артады, нәтижесісін алдыңғы жұмысқа сілтеме жасай отырып көруге болады [20].

Бұл жағдайда ортаның температурасы мұнайдың парафинмен қанығу температурасынан төмен болуы керек екенін есте ұстаған жөн. Келісілген бойынша И.М. Амерханов парафиннің қанығу температурасы мен мұнайдағы асфальт-шайырлы заттар мен парафиннің массалық құрамы арасындағы байланысты ашты [21]. Мұнайдың парафинмен қанығу температурасы асфальттенді мен парафиннің массалық құрамымен тығыз байланысты және парафиннің әлсіз болуымен байланысты. Оның үстіне асфальтендердің массалық құрамының жоғарылауымен (5–6%-ға дейін) парафинмен қанығу температурасы 32–37°C-тан 20–22°C-қа дейін төмендейтіні атап өтілген [22]. Жұмыстарда [18, с.94; 19, с.216] мұнай бар кенорындарын игерудің әртүрлі әдістері жоғары және жоғары тұтқырлық, сондай-ақ табиғи битум кенорындарын игерудің кейбір әдістері қарастырылған. Айта кету керек, битум кенорындарын игеру әдістері тұтқыр мұнай кенорындарын игеру әдістерінен айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін, бірақ кейбір жағдайларда әдістер бір және бірнеше басқада кенорындарына да қолданылуы мүмкін.

Әдісті таңдауға негізінен мұнайдың құрамындағы қабаттардың геологиялық және физикалық қасиеттері және қанықтыру сұйықтығының физикалық қасиеттері әсер етеді. Сондықтан зерттеушілер өз жұмыстарын әртүрлі кенорындарының мұнайларының геологиялық және физикалық жағдайларын, қасиеттерін зерттеуге арнайды.

Сонымен, Қазақстанның бес кен орнының мұнайын зерттеуге негізделген және мұнайдан алынған парафиндердің балку нүктелерін зерттеу нәтижелерін салыстырмалы талдау Өзен кен орны бойынша бұл көрсеткіш 48°C, ал Ботахан үшін 44°C сәйкес келетінін анықтады. Мұндай балку температурасы бар парафиндер қыздырылған кезде табиғи түрде қатты күйден сұйық күйге өтеді. Берілген мәліметтерге сәйкес, Шығыс Мақат, Құмкөл және Ақшабұлақ кенорындарындағы парафиндердің балку температурасы сәйкесінше 62°C, 55°C

және 44°C, шайырларды термиялық талдау нәтижелері көрсеткендей, Ботахан кен орны үшін де, Өзен кен орны үшін де шайырлардың балқу температурасы 62°C [23]. Мұнайдан алынатын парафиндердің температуралық қасиеттері, сондай-ақ мұнайдың реологиялық көрсеткіштері туралы мәліметтерді өңдеу негізінде мұнайдың парафинмен қанығу температурасы есептелді, нәтижелер берілген. Әдеби дереккөздерді талдау бұл мәселеге үлкен назар аударылғанын және су қоймасы мен жер үсті жағдайындағы қанығу температурасын есептеудің тәуелділіктерін сипаттаудың әртүрлі әрекеттерін көрсетеді. Жұмыста бұл тәуелділіктердің қысқаша шолуы берілген [24]. Сонымен, сәйкес авторлары [25] өрнегі бойынша мұнайдың парафинмен қанығу температурасын есептеу үшін теңдеу ретінде пайдалануды ұсынады [26]:

$$t_o = 11,398 + 34,084 \cdot \lg C_{\pi}, \quad (1.1)$$

мұндағы t_o – беттік жағдайларда майдың парафинмен қанығу температурасы; C_{π} – мұнайдағы парафин концентрациясы, мас. %.

Сондай-ақ, әдебиеттерде қанығу температурасының парафиндердің түрдегі мазмұнына ұқсас эмпирикалық тәуелділіктері бар [27]:

$$t_o = 19,457 \cdot \ln(C_{\pi}) - 0,8117 \quad (1.2)$$

еңбектерінде [28,29] мұнайдың парафинмен қанығу температурасы ондағы парафиннің мөлшеріне ғана байланысты емес, сонымен қатар шайырлар мен асфальтендердің болуынан, мұнайдан алынған парафиннің балқу температурасы, кинематикалық тұтқырлық 20°C және 50°C температурада берілген тәуелділіктер көрсетілген:

$$t_o = [\sigma] \cdot (K \cdot \ln(T_{\text{каб}}) + \mu_{20}/\mu_{50}), \quad (1.3)$$

мұндағы $[\sigma]$ – түзету коэффициенті (°C/%); μ_{20} – 20°C (мм/с²) болғандағы, мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы, μ_{50} – 50°C (мм/с²) мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы, K – парафиннің жалпы мөлшері, шайыр және асфальтенді (%), $T_{\text{каб}}$ – қабат мұнайнан алынған парафиннің балқу температурасы (°C). Жұмыста осы өрнектер арқылы мұнайдың парафинмен қанығу температурасын есептеу нәтижелері берілген.

Аталған авторлар қабат сұйықтығында қатты заттардың түзілу үрдісін зерттеуге арналған Flass қондырғысын (Vinci Technologies) пайдаланды, мұнайдың парафинмен қанығу температурасын анықтау үшін эксперимент жүргізді. (24 МПа қысымда температураның изобаралық төмендеуі) [30]. Мұнайдағы шайырдың құрамының оның парафинмен қанығу температурасына әсерін бағалау үшін бақылау деректерін өңдеу нәтижесінде шайыр құрамында бір-бірінен айырмашылығы бар (асфальтендер мен парафиндердің мөлшері бірдей) екі модель алынды. Белгіленген тәуелділіктерді талдау көрсеткендей, олардың әр түрлі нұсқалары мен түрлі сорттарында, бүгінгі күні әртүрлі

авторлар алған осындай тәуелділіктердің көп саны жинақталған. Әртүрлі өрнектер арқылы алынған мәліметтер кейбір факторлардың жете бағаланбауына байланысты белгілі бір дәрежеде ерекшеленеді, бірақ сонымен бірге олар әртүрлі кенорындарының мұнайларын салыстыру кезінде сапалы бағалауға мүмкіндік береді.

Сонымен, [23, с.76] деректері бойынша Өзен кенорны мұнайының парафинмен қанығу температурасы жоғарырақ болады. Одан кейін Құмкөл мен Ақшабұлақ келеді. Қиын алынатын мұнайлардың құрамына арналған жұмыстардан, атап өтілген температура маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылатыны, оны білу ұңғыларды өндіру процесінде қолайсыз температуралар диапазонын анықтауға мүмкіндік береді, сонымен қатар асфальтты-шайырлы-парафинді қоспаның жинақталуын болдырмау үшін уақытылы шешімдер қабылдау болып табылады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін талдау көптеген зерттеулерге қарамастан, мұнайдың парафинмен қанығу температурасын зерттеу қазіргі уақытта қызығушылық тудыратынын көрсетеді. Алайда, бұл жинақталған материалды жалпылау және статистикалық өңдеу бойынша зерттеулер жүргізуді және қажет болған жағдайда қосымша эксперименттік зерттеулер жүргізуді талап етеді.

1.2 Мұнайдың құрамы мен қасиеттері арасындағы байланысты зерттеу бойынша зерттеу нәтижелерін талдау

Жоғарыда айтылғандай, жұмыста жоғары молекулалық компоненттердің құрамының Урал-Поволжья кенорындарының мұнай парафинімен қанығу температурасына әсері зерттелді [21, с.483]. Бақылау нәтижесінде мұнайдың парафинмен қанығу температурасының асфальтендердің, шайырлардың және жоғары молекулалар парафиндердің құрамына тәуелділігі графиктері алынды (1.2-суретте көрсетілген). Суреттен көріп отырғанымыздай, мұнайдың парафинмен қанығу температурасының жоғары молекулалық парафиндердің құрамына тәуелділігі айқын көрінеді. Дегенмен, статистикалық талдау нәтижелері бойынша дұрыс бағалауды алуға болады. Бастапқыда статистикалық талдау нәтижелері бойынша мұнайдың парафинмен қанығу температурасының асфальтендер, шайырлар мен парафиндердің концентрациясына жеке тәуелділігі құрылды:

$$t_n = 26,473C_a^{-0,214} \quad (1.4)$$

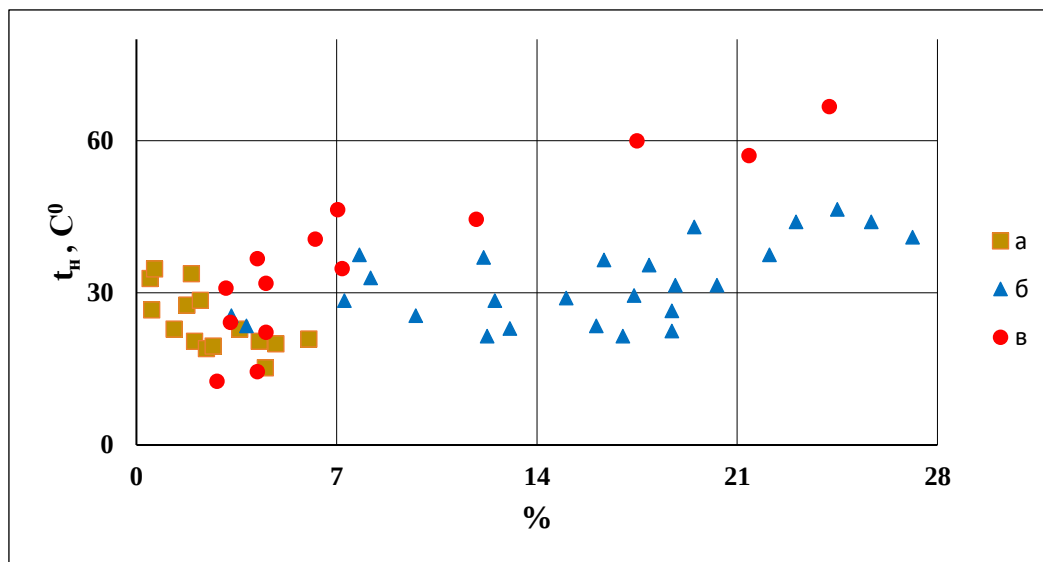
$$t_n = 20,647 \cdot \ln(C_{nap}) - 1,84 \quad (1.5)$$

$$t_n = 22,552e^{0,0203C_{cm}} \quad (1.6)$$

Қарастырылған ішінара тәуелділіктерге негізделген болжамды бағалауды жеңілдету үшін берілген тәуелділіктерді жалпылау және статистикалық талдау арқылы $t_{пар} = f(C_a, C_{cm}, C_{пар})$ жалпы тәуелділігін келесі өрнек түрінде құрастырдық [31, 32]:

$$t_n = 15,085 C_a^{-0,047} (11,21 * \ln(C_{nap}) - 1)^{0,2199} e^{0,004464 C_{cm}} \quad (1.7)$$

Мұндағы t_{nap} – мұнай шөгінділерінің парафинмен қанығу температурасы; C_a, C_{cm}, C_{nap} – сәйкесінше асфальтендер, шайырлар, жоғары молекулалық парафиндер концентрациясы, %.



а - асфальтендер, б - шайыр, в - жоғары молекулалы парафин, %.

Сурет 1.2 – Урал-Поволжье кенорындарының парафинмен қанығу температурасына жоғары молекулалық компоненттер құрамының әсері (И. М. Амерхановтың деректері бойынша)

Атап өткендей және жүргізілген талдаудан көрініп тұрғандай, тұтастай алғанда мұнайдың қасиеттеріне асфальтты-шайырлы-парафиндік қосындылардың болуы, сонымен қатар еріген газдың құрамы мен мөлшері айтарлықтай әсер етеді [20, с.145; 21, с.488]. Сонымен қатар, температура да, қысым да әсер етеді. Көмірсутекті сұйықтықта 20°C температурада метаннан (CH₄) C₁₆H₃₄ -ке дейінгі газдар болған жағдайда қоспаның тұтқырлығы 0,38-ден 3,45 мПа.с аралығында болуы мүмкін екенін айту керек. Келісілгендей [20, с.147] деректері бойынша жүргізілген зерттеулерде құрамында асфальт-шайырлы заттар бар мұнайдың қалыптан тыс тұтқырлық қасиеті бар екені анықталды. Бұл құбылыс мұнайды суытқанда броундық қозғалыстың әлсіреуінен ғана емес, сонымен қатар жаңа фаза – парафиннің пайда болуына байланысты күшейеді. Бұл жағдайда ортаның температурасы мұнайдың парафинмен қанығу температурасынан төмен болуы керек екенін есте ұстаған жөн. И.М. Амерхановтың айтуы бойынша парафиннің қанығу температурасы мен мұнайдағы асфальт-шайырлы заттар мен парафиннің массалық құрамы арасындағы байланысты анықтады. Тағы бір ерекшелігі, мұнайдың парафинмен

қанығу температурасы асфальтендер мен парафиндердің массалық құрамымен тығыз байланысты және шайырлардың болуымен әлсіз байланысты.

Сонымен қатар, И.М. Амерханов асфальтендердің массалық құрамының жоғарылауымен (5-6%-ға дейін) парафинмен қанығу температурасы 32-37°C-тан 20-22°C-қа дейін төмендейтінін атап өтеді. Мұнайдың аномальді тұтқырлық қасиеттерінің парафинмен қанығу температурасынан төмен температурадағы көрінісін М.А. Гейман және Р.А. Фридман анықтады. Кейіннен А.Х.Мирзаджанзада бастаған ғалымдар салқындатылған майды кеуекті ортада сүзу кезінде Дарси заңының бұзылғанын растады [33].

Кейінірек В.В. Девликамов, Хабибуллин З.А. және Кабиров М.М. қабат мұнайында құрылымның түзілуі парафиндер еріген күйде болған температурада да болуы мүмкін екенін көрсетті.

Авторлардың ең маңызды қорытындысы қабат жағдайында болатын құрылым түзілуі тұтқыр ағынның Ньютон заңының ауытқуына және тұтқырлық аномалиясына әкеледі, ал кеуекті ортада сүзгілеу Дарси заңының бұзылуына және мұнайдың қозғалысына әкеледі [34]. Қиын алынатын мұнайлардың құрамына арналған жұмыстардан мұнайдың парафинмен қанығу температурасы маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылады. Оның негізі ұңғыларды өндіру процесінде қолайсыз температуралар диапазонын анықтауға, сонымен қатар АШПҚ түзілуінің алдын алу бойынша уақтылы шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Ұңғы оқпанының бойындағы температураның өзгеруіне байланысты интенсивті парафин түзілу тереңдігін бағалауға болады.

Жүргізілген жұмыстардың шеңберінде мұнайлардың реологиялық сипаттамаларының, олардың пайда болу жағдайларының петрофизикалық қасиеттерінің көрсеткіштерінің теориялық, тәжірибелік және далалық зерттеулері жүргізілді. Әдебиет деректерін талдау негізінде қалпына келтіру қиын мұнайлардың классификациясы және олардың сапасын бағалау туралы заманауи идеялар жинақталған.

Жұмыста Қазақстанның әртүрлі кенорындарынан іріктеліп алынған мұнайлардың қасиеттерін талдау нәтижелері және олардың классификациясы берілген. Қиын алынатын мұнай түрлерінің жіктелуі мұнайдың тығыздығы, мұнайдың тұтқырлығы және пайда болу жағдайларының өткізгіштігі сияқты белгілердің жиынтығы бойынша қарастырылады. Жұмыста авторлар мұнайдың қасиеттері мен пайда болу жағдайларының сипаттамалары бойынша да, хлоридтер мен күкірттің құрамы-концентрациялары бойынша да анық емес кластерлік талдау жүргізу арқылы жіктеу белгілерінің ауқымын кеңейтті [35]. Мұнайдың сапасын сипаттайтын мұнайды алудағы қиындық дәрежесінің кешенді сипаттамасы ұсынылған. Қазақстанның кенорындарына талдау жүргізілген болатын. Қаражанбас кен орны туралы мәліметтерді талдау негізінде автор қабатқа әрекет ету кезінде оларды қолданудың зерттеулері мен әдістерін негіздеді [36]. Кенорнының қорларын қалпына келтіру қиынға жатқызуға мүмкіндік беретін негізгі сипаттамалар мен ерекше белгілер келесі факторлар болып табылатыны атап өтілген: күрделі геологиялық құрылымы, қабат жыныстарының біркелкі еместігі, мұнайдың құрамы мен қасиеттері жатқызуға

болады. Жұмыста геологиялық құрылымды зерттеу және кен орнының дамуын талдау нәтижелері талқыланып, ұсынылған.

Жалпы алғанда, әдеби дереккөздерді талдау көрсеткендей, пайдаланылатын технологиялардың жоғары тиімділігін қамтамасыз етудің негізгі шарттарының бірі қиын алынатын көмірсутек қорларын белгілер жиынтығы бойынша жіктеу, мұнайдың құрамы, оның қасиеттері мен пайда болу жағдайларын 1.2-суретте көрсетілген.

Мұнайдың құрамы мен қасиеттерін зерттеудің әдістері мен әдістемелік тәсілдері, осы негізде қабатқа әсер ету әдісін таңдау әртүрлі еңбектерде келтірілген. Зерттеушілер мұнайдың құрамдас құрамынан басқа, ұңғыларда асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділердің пайда болуының негізгі себептері ретінде басқа себептерді де атайды, атап айтқанда, оның суланудың ұлғаюы және механикалық қоспалардың болуы. Бұл асқынулардың алдын алудың ең тиімді әдістері ретінде физикалық-химиялық әдістер атап өтіледі [16, с.6]. Осы жұмыстарды шолу мұнай құрамының оның сипаттамаларына әсерін кеңейтілген тәжірибелік зерттеулердің қажеттілігін негіздеуге мүмкіндік берді, сондай-ақ мұнай мен газдың алынуы қиын кенорындарының жіктелуін жақсарту бойынша зерттеулерді ескере отырып, кенорындарын игерудің техникалық, технологиялық және экономикалық тиімділігіне әсер ететін белгілердің жиынтығы болып табылады.

Қиын өндірілетін қорларды жіктеу мәселесіне байланысты ғылыми зерттеулердің жай-күйіне қысқаша талдауды қорытындылай келе, қалпына келтіру қиын қорларды кешенді жіктеу жүйесінің ғылыми негіздерін жасау мәселесінің жеткіліксіз зерттелуін атап өтуге болады, осы жіктеу тұрғысынан кенорындарын айқындау және осы негізде қарастырылатын геологиялық және физикалық жағдайларда қабатқа әсер ету әдісін таңдау бойынша сәйкес шешімдерді қабылдауында болып тұр. Бұл деректерді өңдеудің, ақпаратты талдаудың және шешім қабылдаудың заманауи әдістерін тартуды талап етеді.

Тұтқырлығы жоғары және ауыр мұнайы бар кенорындарда мұнай беруді жоғарылатудың әртүрлі технологиялары мен әдістерін қолданудың әлемдік тәжірибесін талдау оларды күрделі қабаттардан алу технологиясын табу және жетілдіру бойынша зерттеулер жүргізу қажеттілігін көрсетті. Тұтқырлығы жоғары және ауыр мұнайы бар мұнай кенорындары жағдайында қарастырылып жатқан жұмыстарда зерттеушілер кешенді технологияларды қолдана отырып, кенорындарын сәтті игеру мүмкіндігін атап өтеді. Бұл ретте технологиялардың тиімділігі арзан жылу көзінің, сондай-ақ қабатқа айдауға арналған жабдықтың болуына және айдау технологиясын реттеуге байланысты екенін ескеру қажет.

1.3 Өндірілуі қиын мұнайдың технологияларына шолу

Мұнай кенорындарының көпшілігін Қазақстанда да, шетелде де игеру қарқынды суландыруды пайдалана отырып, қабаттан ығыстыру арқылы тұтқырлығы төмен мұнайды таңдауда іске асырылған белгілі технологиялар арқылы жүзеге асырылады [37, 38].

Қабаттан мұнайды алу кезіндегі негізгі тіректік әдістері болып бұрғылау және тік, көлденең және бүйірлік оқпандардың көмегімен өндіру табылатынын атап өткен жөн [39-41]. Бұл ретте ұңғыларды өндіру де, айдау да оңтайлы орналастыру алдында кен орнының геологиялық құрылымын егжей-тегжейлі зерттеу жүргізілді, оның нәтижелері бойынша мұнайды ығыстыру әдістері негізделді. Мысалы, сумен ығыстыру кезінің өзінде де стационарлы және стационарлы емес суландыру технологиялары кеңінен қолданылды [42-45]. Бұл технологиялардың тиімділігі мен олардың сенімділігі біртекті емес өткізгіштігі бар көпқабатты қабаттармен ұсынылған мұнай қабаттарының петрофизикалық және гидродинамикалық сипаттамаларын зерттеу негізінде анықталды [46-50]. Мұнай кенорындарын игеру жүйесінде анықтаушы көрсеткіш ретінде зерттеулерде ерекше орын алатын жағдайда мұнайды әртүрлі мұнай ығыстырушы құрамдармен, ең алдымен, мұнай қабаттарын тек сумен ғана емес, сонымен қатар сумен толтыруға мүмкіндік беретін қоспалармен толтыру арқылы ығыстыру технологиясының процесін күшейту болып табылады. Қазіргі таңда негізгі мұнай ығыстырушы агент ретінде суды пайдалану нәтижелерін куәландыратын көптеген теориялық және тәжірибелік деректер жинақталған. Бұл бағытта белгілі ғалымдардың зерттеулерін атап өткен жөн М.Т. Абасов, М.Л. Сургучев, Б.Ф. Сазонов, Р.Х. Муслимов, Р.Т. Фазлыев, И.В. Владимиров, В.Д. Лысенко және тағы басқалар [51-53]. Су қоймаларының қасиеттерін көптеген зерттеулер нәтижесінде су басу тиімділігін арттыруға белгілі бір жылжу байқала бастады. Су қоймаларының қасиеттерін көптеген зерттеулер нәтижесінде су басу тиімділігін арттыруға белгілі бір жылжу байқала бастады. Бұл жерде ең алдымен еңбектерді атап өту керек [54-58]. Гидравликалық жару технологиясын қолдана отырып, өндіру ұңғыларының түп ұңғыларына мұнай ағынының тиімділігін және айдау ұңғыларының айдау қабілетін арттыруды зерттеу де бірдей маңызды болды. Соңғы жылдары аталған технологиялар үнемі жетілдірілу үстінде Батыс Сібір мен Урало-Поволжья өңірінің кенорындарына сәтті енгізілуде [59-65].

Қабат қасиеттерін, атап айтқанда, қабат пен ұңғы аймағының өткізгіштігін тереңірек зерттеу гидравликалық жару тиімділігінің артуына ықпал етті [66-69]. Михайлов Н.Н. зерттеуінде мұнай ығыстыру тиімділігіне капиллярлық қысымның және тұтқырлығы жоғары мұнайдың құрамдас құрамының әсерін ескере отырып, игерілген объектілердің қалдық микроқанықтыру мәселелеріне бойынша ерекше назар аударылды [70]. Кеуектілік пен өткізгіштік арасындағы байланысты білдіретін петрофизикалық модельді құру әдістерін негіздеу және таңдау үшін жаңа тәсілдер әзірленді, бұл мұнайдың ағынын дәлірек болжауға және гидравликалық жарудан кейін болжамды ағын жылдамдығын есептеуге мүмкіндік берді [71]. Айта кету керек, сүзу сипаттамаларын зерттеу тек мұнайдың құрамын, тұтқырлығын және тығыздығын зерттеумен шектелген жоқ, өйткені оның ығысуы негізінен сумен жүзеге асырылды. Сондықтан суланғыштық пен капиллярлық қысымның мұнайды сумен ығыстыру тиімділігіне әсер ету мәселелері жан-жақты зерттелді [72-75].

Бұл басылымдарда Ю.Я. Большаковтың мұнайды ығыстыру мәселелерін шешудегі капиллярлық әсерлердің рөлі және мұнай кенорындарының

геологиялық құрылымын зерттеудің толықтығы, ең бастысы, мұнай кенорындарында мұнай мен судың таралуына капиллярлық күштердің әсері туралы көзқарастары атап өтіледі. Автор бұл жерде Когалым кенорындары тобының мұнай кенорындарын сипаттау кезінде капиллярлық күштерді есепке алудың әсері мен қажеттілігін жеткілікті түрде көрсетеді.

Ғылыми зерттеулердің объект туралы мәліметтер базасын нақтылау әдістері, ең алдымен, көптеген мәселелерді шешудің негізі болып табылатын ұңғыны гидравликалық зерттеу және ұңғыны гидродинамикалық зерттеу туралы мәліметтер, әсіресе кен орнының геологиялық моделін құру және мұнайдың бастапқы геологиялық, қалпына келтірілетін, қалдық қорларын анықтау кезінде маңызды бағыты болып табылады [76-78]. Авторлардың зерттеулерінде ерекше орын алатын зерттеу объектісі туралы мәліметтер базасының аз ақпараттылығы мәселесі, мысалы, сирек ұңғылар торы бар мұнай кенорындарында, әсіресе зерттелмеген аймақтарда жалған ұңғыларды қалыптастыру әдісімен толықтырылады [79-82]. Көбінесе мұнай кенорындарының шекараларын анықтау жеткіліксіз негіздемеге ие, өйткені оның мәндері объект туралы деректердің ақпараттылығының жеткіліксіздігімен белгіленеді, бұл мұнай қорларын бірнеше рет нақтылауға әкеледі [83,84].

Ұңғылардың геологиялық бөлігіндегі жыныстарды, әсіресе ұңғылардың түбіндегі жыныстарды, мысалы, саздардың, гипстердің болуын зерттеу бойынша көптеген жарияланымдар бар [85-89]. Қабат аймағында саздардың болуы бойынша зерттеулердің нәтижелері коллекторлардан мұнай қорларын өндірудің ең қолайлы және тиімді технологияларын таңдауға мүмкіндік береді. Бұл бағыттағы зерттеулердің ең маңыздылары Хавкин мен А. Г. Телиннің жұмыстары айтуға болады. Қабатта және кенорындар аймағында саздардың ісінуінің алдын алу бойынша олар әзірлеген ұсыныстар олардың ісінуін азайта отырып, қабаттарды су басу арқылы мұнайдың белсенді түрде жүргізуге мүмкіндік береді. Технологиялық әдістердің ең көп саны гидравликалық қабатты жаруды (ҚГЖ) қолдану бойынша нақтыланды. Р.Д. Каневская, И.В. Владимировтің жұмыстары маңызды болып саналды [90]. Мұнай кенорындарын игеруде гидравликалық жаруды қолдану геологиялық-техникалық іс-шараларды жоспарлауда [91] және мұнай өндірудің алуан түрлі технологияларын таңдауда, мысалы, бір уақытта бөлек өндіру [92,93], онда кейбір су қоймаларын гидравликалық жару технологияларымен өңдеуге болады. Алайда, соңғы жылдары мұнай кенорындарын игерудің тән ерекшелігі коллекторлар сапасының нашарлауына, өндірілетін мұнайдың сулануының ұлғаюына, мұнайдың пайда болуының қолайсыз геологиялық-физикалық жағдайларына байланысты өндірілуі қиын мұнайлардың үлесінің ұлғаюы байқалады. Әрине, өндірілуі қиын мұнай кенорындарын игеру тиімділігінің көрсеткіштері қалыпты мұнай кенорындары үшін көрсеткіштерден едәуір төмен [36, с.38].

Көмірсутектердің алынуы қиын қорлары бар кенорындарын игеру проблемасы мамандардың назарында маңызды және өзекті болып табылады, бұл ретте бұл проблема Қазақстан үшін, атап айтқанда, оның батыс мұнай өндіруші өңірлері (Маңғыстау және Атырау облыстары) үшін аса маңызды болып

табылады. Қазақстандағы тұтқырлығы жоғары мұнайдың ең ірі кенорындары: Қаражанбас - 230 млн. т; Солтүстік Бозашы - 195 млн. т; Кеңқияқ - 72 млн. т.

Талдау көрсеткендей, Қазақстанның кенорындары өндірілетін мұнайдың құрамымен де ерекшеленеді. Айта кету керек, қазіргі уақытта Қазақстанда, Маңғышлақ және Бозашы түбектерінде парафиннің жоғары құрамымен ерекшеленетін 30-дан астам мұнай кенорындары ашылды. Өзен, Қарамандыбас, Жетібай (Маңғышлақ түбегі), Қаламқас, Қаражанбас (Бозашы түбегі) сияқты өте алып кенорындары мұнайдың өте күрделі құрамымен және қасиеттерімен ерекшеленеді, бұл осы кенорындарын игеруге белгілі қиындықтар туғызады.

Мұнайы парафиннің жоғары құрамымен ерекшеленетін кейбір кенорындары (бұлар Өзен, Қарамандыбас және Жетібай кенорындары) парафинмен, шайырлармен және асфальттармен қатты қаныққан (20%-дан астам). Басқа кенорындарының, мысалы, Бозашы түбегінің, әсіресе Қаражанбас және Солтүстік Бозашы кенорындарының мұнайлары жоғары тұтқырлығымен, үлкен шайырлылығымен және күкірт қосылыстарының едәуір құрамымен ерекшеленеді [94-96]. Аталған кенорындарын игеру экономикалық және экологиялық тұрғыдан мұнай кенорындарына әсер етудің қазіргі заманғы технологияларын қолдану мүмкіндіктері мен негіздемесін іздеуге байланысты терең егжей-тегжейлі зерттеулерге негізделуге тиіс. Айта кету керек, әр түрлі аймақтардағы мұнай кенорындары геологиялық-технологиялық жағдайлардың айтарлықтай айырмашылығымен, мұнай қорларын өндірудің тиімділігімен және осыған байланысты әсер ету әдістерін қолданумен сипатталады. Әртүрлі зерттеулердің қысқаша шолуы көрсеткендей, әртүрлі аймақтар бойынша оларды пайдаланудың геологиялық және технологиялық жағдайларының сипаттамалары туралы айтарлықтай ақпарат жинақталған. Осыған байланысты қаралған жұмыстарда әдістеме ұсынылып, кенорындарын игеру нәтижелеріне жүйелі статистикалық және геологиялық-технологиялық талдау, қабат жүйелерінің әртүрлі геологиялық-физикалық және физика-химиялық жағдайлары бар мұнай кенорындарын теориялық және эксперименттік зерттеу орындалды.

Талдаудан көрініп тұрғандай, мұнай саласын одан әрі дамыту ауыр тұтқырлығы жоғары мұнай кенорындарын игерумен байланысты. Қазақстан осындай мұнайы бар ірі кенорындары бар елдердің қатарына жатады.

1.4 Жұмыстың негізгі әдіснамалық қағидалары. Зерттеудің мақсаты мен міндеттерін негіздеу

Қазіргі уақытта әртүрлі мұнай аймақтарын қамтитын көптеген зерттеулер жинақталды, бұл ең ірі мұнай кенорындарының көпшілігі жер қойнауынан мұнай алудың дәстүрлі әдістерінің тиімділігінің айтарлықтай төмендеуін және өндірілуі қиын мұнай қорларының үлесінің байқалған өсуін түсіндіргеннен гөрі, игерудің кеш кезеңіне енуімен сипатталады. Бұл жағдай зерттеушілерге жаңа міндеттер қойды, осылайша қиын өндірілетін мұнайды өндірудің тиімділігін арттыру үшін әртүрлі технологияларды әзірлеу, жетілдіру және пайдалану мәселелеріне арналған зерттеулердің маңыздылығын анықтады. Шындығында,

белгілі бір әсер ету технологиясын таңдау туралы шешім қабылдамас бұрын, алу қиын қорларды жіктеу қажет. Тиісті технологияны таңдау мұнайдың құрамы мен қасиеттеріне және оның пайда болу жағдайларына байланысты болады. Проблемалық зерттеудің ағымдағы жағдайын талдау әр түрлі кенорындары жағдайындағы қиын алынатын қорлардың сипаттамалары төмен өткізгіштігі бар коллекторлардағы қорларға сәйкес келетінін көрсетеді (өткізгіштігі $0,05 \text{ мкм}^2$ -ден аз). Өндірілуі қиын мұнай кенорындарын игерудегі маңызды мәселе тұтқырлығы жоғары мұнай болып табылады.

Қазіргі уақытта тұтқырлығы төмен мұнайдың негізгі қорларын өндіру мамандардың осындай кенорындарын игеруге деген қызығушылығын тудырады. Әр түрлі жұмыстардың авторларының қорларды тану, яғни оларды алу қиын деп жіктеу туралы пікірлерін қорытындылай келе, атап өтілгенге мынаны қосуға болады "...сондай-ақ, кен орнын игеру кезеңіндегі шығындарға сәйкес келетін күрделі салымдар мен пайдалану шығындарын одан әрі игеру үшін талап ететін 80%-дан астам өндірілген кенорындарындағы тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайдың қалдық қорлары да алынуы қиын санатқа жатады".

Әдеби дереккөздерге шолу жасағанда, қазіргі кезде көмірсутегі кенорындарын игеру көрсеткіштерін модельдеу және болжау, сондай-ақ олардың жұмысын бақылау, шешім қабылдау негізгі бағыттардың бірі болып табылатыны аңғарылады. Бұл бағытта ірі мұнай-газ компанияларында мәліметтерді өңдеу мен ақпаратты талдаудың заманауи әдістерін әзірлеу және пайдалану, әртүрлі бағдарламаларды құру бойынша айтарлықтай тәжірибе жинақталып, құнды нәтижелер алынды. Бұл туралы айтатын болсақ, келесі компаниялардың тәжірибесін атап өткен жөн болар еді: Landmark Halliburton Int, Schlumberger, Roxar Software Solution, Tigers, CMG және тағы басқалар. Осы компаниялардың алынған өнімдерінің негізі жалпы геология, геофизика, мұнай кенорындарын игеру, гидродинамика және экономика саласындағы іргелі зерттеулердің нәтижелері болып табылады.

Ғылыми және мерзімді әдебиеттерге жасалған қысқаша шолу мұнай және газ өнеркәсібінде талдау мен шешім қабылдаудың жаңа әдістерін әзірлеу және қолданыстағы әдістерін жетілдіру саласындағы әртүрлі мұнай компаниялары мен ғылыми, жобалау ұйымдары мен мекемелерінің пайдалы жұмысын көрсетеді. Бұған дәлел, жоғарыда айтылғандай, модельдеу бағдарламалары, жіктеу әдістерін, заманауи математикалық әдістерді сәтті қолдану, эксперименттік зерттеулердің нәтижелері болып табылады. Компьютерлік технологиялардың дамуына және кенорындарын игеру жағдайларының бір мезгілде нашарлауына байланысты мұнай кенорындарын пайдалану тиімділігін арттыруда модельдеудің рөлі едәуір өсті. Соңғы уақытта ұңғылардың жұмыс істемейтін қорының үлесінің күрт өсуі, өнімнің төмен дебиттері мен жоғары сулануы, мұнай қалдықтарының өнімді қабатының көлемінде біркелкі бөлінбеуі және т.б. Жоғарыда айтылғандардың барлығы заманауи математикалық аппаратты қолдана отырып, зерттеулерге жүйелі көзқарастың маңыздылығы мен қажеттілігін анықтайды.

Белгілі бір технологияны тиімді пайдалану үшін, әрине, қарастырылып отырған кен орнын игерудің тәжірибесін жинақтай отырып, теориялық негіздеу және толықтыру қажет. Бұл Қазақстанның осы саласы үшін өте маңызды болғандықтан бұл ретте, қолда барын жетілдіру және осы негізде неғұрлым тиімді, экологиялық, сонымен бірге өндірілуі қиын қорлары бар кенорындарын игеру кезінде энергияны аз қажет ететін әдістерді жасау мұнай саласының маңызды міндеттерінің бірі болып табылады. Өндірілуі қиын қорларды жіктеу әдістеріне, сондай-ақ оларды игеру технологияларына шолу көрсеткендей, Қазақстанның әртүрлі кенорындары бойынша осы бағытта ұңғыларға геофизикалық зерттеулер жүргізуде, өзекті литологиялық-петрофизикалық зерттеуде және өнімді қабаттарды ашқан барлау және пайдалану ұңғыларына кәсіпшілік зерттеулерде, кенорындарын игеру тиімділігін арттыруға бағытталған заманауи технологияларды жетілдіруде және енгізуде бай тәжірибе жинақталды. Айта кету керек, кейбір мәселелер, мысалы, қиын қорларды жіктеу, сондай-ақ шешім қабылдау, осы жүйеде әртүрлі типтегі белгісіздіктердің болуына байланысты қиын [36, с.39]. Осыған байланысты қазіргі уақытта ақпаратты талдау және шешім қабылдау кезінде заманауи статистикалық әдістер мен анық емес логика әдістерін қолдана отырып, кешенді зерттеулерді қарастыратын нақты әдістеме жоқ.

Қарастырылған жұмыстардың нәтижелерін жалпылау әрі қарайғы зерттеулерді кенорындарын игеру теориясы мен практикасы туралы білімді дамытуға бағытталған теориялық және практикалық қызметті ұйымдастыру мен құрудың принциптері мен тәсілдері жүйесінде болатындай етіп жоспарлауға және бағыттауға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда зерттеу кезеңінде мақсаттар пен міндеттер, зерттеу объектісі, зерттеу пәні, әрі қарайғы зерттеулерде қолданылуы керек әдістер айқын көрінеді. Сондай-ақ, жүйелік көзқараспен мәселенің қазіргі жағдайын талдауға, шолу барысында жеткіліксіз зерттелген және оны қарауды қажет ететін мәселелерді анықтауға назар аудару қажет мәселелер айқынырақ болады.

Сонымен, біз жүргізген шолуда көрсетілгендей, өндірілуі қиын қорларды кешенді жіктеуге, осы жіктеу тұрғысынан кенорындарын тануға мүмкіндік беретін жүйенің негізін құру мәселесі жеткілікті түрде пысықталмаған және осы негізде тау жыныстарының таралуын болжау-коллекторлар, олардың қасиеттерінің көрсеткіштері және олардың өзгеру заңдылықтары, сондай-ақ қабатқа әсер ету әдісін таңдау бойынша барабар шешімдер қабылдау қарастырылған нақты шарттар. Объектілерді жіктеу кезінде белгісіздіктердің болуына байланысты үлкен қиындықтар туындайды. Осыған байланысты жұмыста [36, с.45] бұлыңғыр кластер-талдау алгоритмін қолдана отырып, Қазақстанның бірқатар кенорындарының қималарын сипаттайтын мұнайдың тығыздығы, тұтқырлығы және жату жағдайларының өткізгіштігі сияқты белгілер кешені туралы ақпаратты талдауға және қорытуға негізделген өндірілуі қиын қорлар кенорындарының жіктелуі ұсынылды.

Осы зерттеулер шеңберінде қорларды алудың күрделілік дәрежесін сипаттайтын параметр ұсынылды және мұнай беру коэффициентінің осы сипаттамаға тәуелділігі құрылды.

Алынуы қиын қорларды жіктеу нәтижелері бойынша аталған жұмыста ауыр және тұтқырлығы жоғары мұнай кенорындарымен қатар, алынуы қиын қорлардың үлкен үлесі коллекторлардың өткізгіштігінің өте төмен мәндері бар жағдайларға да орайластырылғаны анықталды, бұл Қазақстанның көптеген кенорындарына тән.

Бұл жағдай белгілердің қатарына өткізгіштікті де негіздеуге мүмкіндік берді. Алайда, жіктеу кезінде мұнайдың құрамын да ескеру қажет.

Ауыр, тұтқырлығы жоғары мұнай өндірудің өсіп келе жатқан көлемін ескере отырып, жіктеу негізінде мұнай алу қиындықтарының дәрежесін бағалау проблемасының өзектілігі барған сайын байқала бастады. Бұл мәселені шешу, кез-келген ғылыми зерттеу сияқты, объектілерді жіктеуден, оларды танудан бастап шешім қабылдауға және сынауға дейінгі бірқатар кешенді зерттеулер жүргізуді талап етеді. Олардың алуан түрлілігіне, көп факторлылығына, көп критерийлілігіне байланысты осы зерттеулерді қою және жүргізу шешім қабылдау кезінде орын алатын белгісіздіктерді ескере отырып, тиісті әдісті пайдаланып толықтыруды талап етеді.

Осы зерттеулер, ең алдымен, өндірілуі қиын қорларды жіктеудің ғылыми негіздерін дамытуға және жетілдіруге бағытталуы керек. Егер әр түрлі белгісіздіктерді ескеретін әдістер мұнайдың орналасу жағдайларын сипаттайтын жекелеген белгілер бойынша жіктемелер әзірленсе, онда бұл жағдайда белгілер кешені бойынша, дәлірек айтқанда, белгілер топтары бойынша жіктеу мұнайдың құрамы мен қасиеттері және пайда болу шарттары жоқ бұл есептерді шешуге қиындық туғызады, бұл мәселе, атап өткендей, дәстүрлі емес математикалық әдістерді қолдануды талап етеді. Алынуы қиын қорларды жіктеу мәселесін сәтті шешу және одан әрі тану осы геологиялық-физикалық жағдайларда кен орнын игерудің тиімділігін арттырудың белгілі бір әдісін қолдану саласын ғылыми және іс жүзінде негіздеуге мүмкіндік береді. Осы бағыттағы зерттеулер сондай-ақ олардың процесінде туындайтын жаңа құбылыстарды білу, тиісті әдістерді, эксперименттік және теориялық зерттеулерді тарту, әртүрлі болып жатқан процестерді зерттеуде мамандардың қалыптасқан пікірлерін, нәтижелерді талдау мен түсіндіруді, бұрын белгісіз заңдылықтарды түсіндіру жолдарын іздестіру үшін бұрын алынған зерттеу ғылыми тәжірибесін қолдануды, осы уақытқа дейін орындалған жеткіліксіздіктің себептерін анықтау қажеттілігін көздеуге тиіс зерттеу уақыты, сол арқылы қарастырылып отырған мәселені зерттеуде талдаумен белгіленген олқылықтардың белгілі бір дәрежеде орнын толтыру жатады.

Кез-келген ғылыми зерттеу сияқты, кенорындарын игеру процестерін зерттеу де проблеманы ұсынудан басталады, сондай-ақ қарау және талдау процесінде теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу оларды қарауды және талдауды қажет ететін негізгі міндеттердің пайда болуына әкелетін мақсат қою, және олар өз кезегінде барлық жаңа проблемаларды тудырады және т.б.

Біздің жағдайда мұндай проблема бүгінгі күнге дейін қызығушылық тудырады, зерттеушілердің назарында, өндірілуі қиын қорлары бар кенорындарын игеру көрсеткіштерін арттырудың ең тиімді технологиясын негізделген таңдау проблемасы болып табылады. Игерудің геологиялық-технологиялық жағдайларының алуан түрлілігіне, гетерогенділігіне және әртүрлі дәрежедегі күрделілігіне байланысты шешім қабылдау кезінде технологияны таңдау кен орнының нақты геологиялық-физикалық жағдайларына сәйкес жүргізілуі, сондай-ақ экономикалық және экологиялық талаптарға жауап беруі тиіс. Бұл ретте кенорындарын игеру тәжірибесі, қабатқа әсер етудің әртүрлі әдістерін қолдану нәтижелерін талдау, өндіру динамикасын талдау және бағалау, ұңғылар қорларын пайдаланудың технологиялық тиімділігі атап өтілген талаптарды ескере отырып маңызды болып табылады. Жоғарыда айтылғандардың алдын-алу кезеңінде (зерттеу кезеңі) ғылыми зерттеулердің мақсатын айқындап, оның айналасында осы бағытта жүргізілген зерттеулерге шолу және сыни талдау жүргізу қажет. Осы негізде зерттеудің негізгі міндеттерін анықтауға және тұжырымдауға мүмкіндік беріп, олардың шешімі мақсатқа жетуге бағытталуымен қатар, бұл үшін әдістер мен әдістемелік тәсілдерді қолдану қажеттілігін негіздеу аса қажет.

Осыған байланысты Қазақстанның кенорындарын игеру нәтижелері мен шарттарын талдау және талқылау негізінде осы жұмыстың мақсатын айқындаған мәселеге назар аудару қажет, атап айтқанда: игерудің соңғы сатысындағы мұнай қоры қиын өндірілетін кенорындарын пайдаланатын ұңғылар жұмысының тиімділігін арттыру бойынша талдау және шешім қабылдау әдістерін жетілдіру.

Бұл мақсатқа жету-бұл шешім қабылдаудың, технологиялық нұсқаларды таңдаудың кез-келген міндеттері сияқты, шешілетін міндеттердің өзіндік логикалық дәйектілігі, мақсатқа жетуге бағытталған тиісті кезеңдер мен деңгейлер бар күрделі кезеңдік процесс. Әдістемелік тұрғыдан осы зерттеулерді келтірілген әртүрлі деңгейлерде орналасқан элементтері бар тұтас жүйе аясында қарастыруға болады. Әр деңгейде әртүрлі әдістер, құралдар, әдістер мен принциптер қолданылады. Осы жүйенің элементтері ретінде: зерттеу объектісі; зерттеу міндеттері, оларды шешудің әдістері мен құралдары қызмет ете алады.

Алдыңғы бөлімде қарастырылған мәселеге арналған зерттеулерді талдау кіріспеді келтірілген зерттеулердің негізгі міндеттерін тұжырымдауға мүмкіндік берді.

1-бөлім бойынша қорытынды

Мұнай өндіруді арттырудың ең тиімді әдістерін негіздеу және таңдау мәселелері бойынша ғылыми-техникалық және патенттік әдебиеттердің деректерін жинақтау және олардың тиімділігін салыстырмалы талдау зерттеушілерге нақты геологиялық жағдайларға неғұрлым қолайлы технологияларды анықтауға және оларды көмірсутектер қоры қиын кенорындарында қолдануға ұсынуға мүмкіндік берді. Алдыңғы жұмыстарға шолу көрсеткендей, өндірілуі қиын қорларды жіктеу мәселесі мұнай өндіруде маңызды рөл атқарады, оған әсер ету әдісін таңдау, ұңғылардың өнімділік

сипаттамалары, сондай-ақ мұнайбергіштіктің соңғы мәніне (конечная нефтеотдача) де байланысты.

Әдеби дереккөздерде көрсетілгендей Қазақстанның өндірілуі қиын қорлары бар кенорындарын игерудің ағымдағы жай-күйіне жүргізілген талдау тұтқырлығы жоғары мұнай кенорындарын игеруді қарқындатуда үлкен рөл жылу тасымалдағыштарды айдау тиімділігін арттыруға бағытталған әдістерге жататынын көрсетті. Қазіргі уақытта қолданылатын технологиялардың жоғары тиімділігін қамтамасыз етудің негізгі шарттарының бірі болып табылатын нәтижелер алынды және оларды дамытуға инвестициялар салу көмірсутектердің қиын алынатын қорларын жіктеу және осы негізде оларды өндірудің күрделілік дәрежесін бағалау болып табылады. Осыған байланысты бірқатар жұмыстар алынуы қиын қорларды жіктеу әдістерін әзірлеуге және жетілдіруге арналған. Бұл жұмыстарға шолу кенорындарын игерудің техникалық - технологиялық және экономикалық тиімділігіне әсер ететін белгілер кешенін ескере отырып, мұнай мен газдың алынуы қиын қорлары бар кенорындарын жіктеуді жетілдіру бойынша зерттеулер жүргізу қажеттілігін негіздеуге мүмкіндік берді. Осылайша, бұлыңғыр кластерлік талдау әдісіне негізделген мұнайдың тығыздығы, тұтқырлығы және жату жағдайларының өткізгіштігі бойынша жіктелуі ұсынылады. Бұл ретте Қазақстанның көптеген кенорындары бойынша деректер талдауға алынды.

Өндірілуі қиын қорлары бар кенорындарында мұнай өндіруді ұлғайтудың әртүрлі технологиялары мен әдістерін қолданудың әлемдік тәжірибесін талдау, атап айтқанда, бу айдау, қуатты жарылған қабаттардағы бу-жылу әсер ету технологиясының тиімділігін арттыру жолдарын іздеу және анықтау бойынша зерттеулердің қажеттілігін көрсетті.

Осыған сүйене отырып, кейбір зерттеулер қолданыстағы бу-жылу әсер ету технологияларының тиімділігін бағалауға, бу-жылу әсерін жақсарту әдістері мен техникалық шешімдерін әзірлеуге және т. б. байланысты. Дегенмен, әртүрлі технологиялық процестерде, атап айтқанда, бу айдау тиімділігін арттыруға бағытталған шешімдерде шешім қабылдау белгісіздік жағдайында өтетінін атап өткен жөн, бұл шешім қабылдауда белгісіздікті ескеретін әдістерді қолданудың маңыздылығы мен қажеттілігін анықтайды.

Тұтастай алғанда, қиын қорлармен байланысты проблемаларды зерттеудің қазіргі жағдайын талдау келесілерді анықтауға мүмкіндік берді.

1 Өндірілуі қиын қорларды кешенді жіктеуге, қарастырылып отырған кен орнын осы жіктеу тұрғысынан бөлінген сыныптардың біреуіне немесе екіншісіне жатқызуға мүмкіндік беретін жүйенің негізін құру және осы негізде қарастырылып отырған нақты жағдайларда қабатқа әсер ету әдісін таңдау бойынша барабар шешімдер қабылдау мәселесі жеткілікті түрде пысықталмаған. Жіктеуді жүргізу кезінде мұнай құрамына байланысты бұрын ескерілмеген жіктеу белгілерін қарауға енгізу қажет.

2 Шығарылуы қиын мұнайдың максималды мөлшерін өндіруге бағытталған шешімдер қабылдау шешім қабылдау процесінің көп критерийлігі, критерийлердің түсініксіздігі, дәлсіздіктер мен толық емес кірістер, сондай-ақ

осыған байланысты деректерді өңдеу қажеттілігі түрінде көрінетін әр түрлі белгісіздіктерге байланысты едәуір күрделене түседі.

3 Ең дұрыс және негізделген технологиялық шешімдерді қабылдау үшін қарастырылып отырған кен орнының геологиялық жағдайларын және ауыр тұтқырлығы жоғары мұнай өндірудің тиімді технологиясын таңдауға әсер ететін факторларды талдау қажет. Қабаттық жағдайлар мен оларды қанықтыратын сұйықтықтар кездейсоқ және бұлыңғыр сипаттағы белгісіздік бар күрделі жүйе екені белгілі, осыған байланысты белгілі бір әдісті таңдау бұлыңғыр ортада шешім қабылдау процедурасын білдіреді. Осыған байланысты, белгіленген жағдайларда ақпарат алу, талдау және шешім қабылдау қызығушылық тудырады, бұл зерттеу міндеттерін қоюды негіздейді.

2 КЕШЕННІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ БОЙЫНША ҚИЫН ҚОРЛАРДЫ ЖІКТЕУ ЖӘНЕ ҚАЙТА АЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ

2.1 Қиын алынатын мұнайлардың классификациясы бойынша зерттеулерді талдау

Соңғы жылдары өндірілуі қиын мұнай өндіру көлемінің өсуі байқалады, бұл оларды өндірудің, тасымалдаудың және өндеудің әртүрлі кезеңдерінде технологиялық және экономикалық сипаттағы бірқатар проблемаларды тудырады.

Тығыздығы мен тұтқырлығы жоғары, құрамында күкірт, парафиндер, шайырлар, ауыр металдар жоғары қиын алынатын мұнай қорларын игеруге енгізу шикі мұнайдың химиялық сипаттамаларын және соған байланысты технологиялық көрсеткіштерді нашарлатып қана қоймайды, сонымен қатар теріс әсерді арттырады. Қоршаған ортаға әсер ету, аумақтардың экологиялық шығындарын арттыру, бұл түптеп келгенде дамудың техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне әсер етеді. Соңғы жылдары мұнай шикізатының қалыптан тыс қасиеттерімен ғана емес, сонымен бірге күрделі геологиялық пайда болу жағдайларымен де анықталатын қаралып отырған мұнайды қайта өңдеу көлемінің кеңеюі өндірілуі қиын мұнайдың сапалық ерекшеліктерін зерттеудің маңыздылығы мен қажеттілігін анықтайды. Шығарылуы қиын мұнайлардың физика-химиялық қасиеттерінің кейбір ерекшеліктері және олардың пайда болу жағдайлары жұмыстарда қарастырылған [97,98].

Алайда, Қазақстанның кенорындарына тән мұндай мұнайлардың сапалық көрсеткіштері жеткілікті зерттелмеген, бұл мұнай өндіру және көмірсутек шикізатын тасымалдау проблемаларын, сондай-ақ соңғы жылдары өндірілуі қиын қорларды өндіру көлемінің өсуі жағдайында мұнай химиясы мен мұнай өндеудің технологиялық проблемаларын шешуді қиындатады. Аталған проблемалардың өзектілігі Қазақстан мұнайының жағдайлары үшін ерекше маңызды. Осыған байланысты, осы мақалада Қазақстан кенорындарынан іріктеліп алынған, олардың сапасын айқындайтын белгілер кешені бойынша жіктелуін пайдалана отырып, өндірілуі қиын мұнайлардың әртүрлі түрлерінің қасиеттері мен құрамының көрсеткіштерін талдау нәтижелері келтірілген. Шығарылуы қиын қорларды жіктеу нәтижелеріне талдау жасалды, бұл жалпы үлгіні (жиынтықты) жіктеу белгілері кешені бойынша біртекті топтарға бөлу қажеттілігін көрсетті, ол үшін кластерлік талдау ең қолайлы болып табылады [35, р.868]. Осыған байланысты таңдалған әдісті негіздеу мақсатында осы мақалада кластерлік талдауды қолданудың негізгі мәні мен нәтижелері, қорларды алудың қиындық дәрежесін және оның тиімділік көрсеткішіне әсерін бағалау қарастырылады.

2.2 Қиын алынатын мұнайларды талдау, жіктеу және сапасын бағалау мәселенің қазіргі жағдайы

Әртүрлі зерттеулерді талдаудан көрініп тұрғандай, зерттеушілер мұнайдың сипаттамаларын әртүрлі аспектілерде зерттеді. Бұл мұнай өте күрделі табиғи объект болғандықтан, әртүрлі жұмыстарда мұнай генезисі мен мұнай кенорындарының қалыптасуы, оларды іздеу және барлау мәселелері, мұнайдың химиялық құрамын, пайда болу жағдайларын зерттеу және оларды өңдеу жолдарын әзірлеу зерттеледі. Мұнайды ғылыми және практикалық тұрғыдан толық және нақты сипаттауға мүмкіндік беретін ұтымды, жан-жақты жіктеу арқылы осы және онымен байланысты барлық мәселелерді шешуге болады. Бұл қабатқа әсер етудің негізделген әдісін таңдауға көмектеседі. Сонымен қатар, мұндай классификацияны құру өте қиын міндет болып табылады, көптеген зерттеушілердің пікірінше, осы уақытқа дейін қанағаттанарлық шешім таппаған [99,100].

Көптеген жұмыстар мұнайды жіктеуге арналған. Мамандардың пікірінше, мұнайдың қасиеттері оның құрамына, сондай-ақ кен орнының геологиялық сипаттамаларына байланысты болғандықтан, қарастырылған жіктемелер өте шартты болып табылады [101]. "Ерекше мұнай" негізінен ауыр, өте ауыр мұнай және битумдар, олар жалпы әлемдік мұнай қорының едәуір бөлігін құрайды. Әдетте мұнайдың тұтқырлығы жоғары бұл ресурстар оларды өндіруде, сондай-ақ әртүрлі нүктелерге тасымалдауда қосымша күш жұмсауды қажет етеді. Жұмыста келтірілген тұтқырлығы жоғары шикі мұнайдың негізгі қасиеттерін сипаттайды және оларды алу мен тасымалдаудың дәстүрлі және соңғы әдістерін салыстырады. Мұнай өндіру және құбыр арқылы тасымалдау процестерінде олардың өтімділігіне әсер ететін мұнай қасиеттерін оқшаулау үшін тұтқыр мұнайдың негізгі сипаттамалары талқыланады. Негізгі сипаттамалардың бірі ретінде химиялық құрам басқа көрсеткіштерге, соның ішінде тығыздық пен тұтқырлық сияқты қасиеттерге айтарлықтай әсер етеді. Әрі қарай, шолуда мұнай өндіруді арттыру әдістері ұсынылған, содан кейін құбырларды тасымалдау және салу әдістері талқыланады.

Жалпы, "ауыр мұнай" термині ауырлық күші 20° -тан төмен шикі мұнайға жиі сәйкес келмейді [102]. Кәдімгі шикі мұнайдан айырмашылығы, ауыр мұнайдың түсі күңгірт, тіпті қара болуы мүмкін. «Ауыр мұнай» термині сонымен қатар қабаттан термиялық ынталандыруды қажет ететін тұтқырлығы жоғары мұнайларды да, өндіру кезінде ауыр битумдық материал алынатын қабаттардағы битумды да сипаттау үшін ерікті түрде қолданылған.

Ауыр майлар мен битумның жоғары тығыздығы, жоғары тұтқырлығы және жоғары ауыр фракциялы құрамдас бөліктері бар екені белгілі. Осылайша, Қытайда өндірілетін барлық ауыр мұнай мен битум, [103]-де атап өтілгендей, 20°C температурада 900 кг/м^3 -ден астам тығыздыққа ие. Шаньцзякси ауыр мұнайының тығыздығы $971,9\text{ кг/м}^3$ дейін бұл ауыр мұнайдың динамикалық тұтқырлығы 50°C температурада жүздеген мың $\text{мПа}\cdot\text{с}$ - қа жетеді. Тіпті жоғары температурада (80 немесе 100°C) динамикалық тұтқырлық әлі де ондаған мың $\text{мПа}\cdot\text{с}$ -қа жетеді. Мысалы, Вуерму кен орнындағы ауыр мұнайдың динамикалық

тұтқырлығы 100°C температурада 500 мПа*с-тан асуы мүмкін. Жарияланымдар авторлары Венесуэла мен Канада мұнайларымен салыстырғанда қалпына келтіру қиын қытай мұнайының жоғары тығыздығы мен тұтқырлығын атап өтеді. Қытайдағы ауыр мұнаймен салыстырғанда, Венесуэла мен Канадада өндірілген ауыр мұнайдың көпшілігінің тығыздығы, тұтқырлығы және көміртегі қалдығы одан да жоғары. Ауыр мұнай мен битумның жоғары тығыздығы мен тұтқырлығы олардың химиялық компоненттерінің құрылымымен және олардың фракциялық құрамымен байланысты. Атмосфералық қысымдағы қалдық мұнайдың мөлшері 80%-дан асады, тіпті 350°C жоғары температурада 90%-ға жетеді. Көптеген ауыр майлар мен битумдар үшін вакуумдық қалдық 500°C-тан жоғары температурада $\frac{1}{2}$ - ден асады, тіпті кейбір жағдайларда $\frac{2}{3}$ -ке жетуі мүмкін.

Мақала авторлары [104] ауыр мұнай мен битумның таралуы Жаһандық неозой органикалық қатпарларының таралуына ұқсас және мезозой мен неозой тектоникалық қозғалыстарымен тығыз байланысты екенін атап өтті. Ауыр мұнай мен битум екі белдеудің бойында кездеседі: Тынық мұхиты бассейні мен альпі белдеулері. Ауыр мұнай мен битумның басым көпшілігі бор және палеоген-неоген қабаттарында болады. Осы жұмысқа сәйкес, бүкіл әлемде ауыр мұнай мен битум Батыс Канада, Шығыс Венесуэла, Солтүстік Каспий, Волго-Урал және Маракайбо бассейндерінде шоғырланған. Алғашқы екеуі ауыр мұнай мен битумның жалпы қоры сәйкесінше 38% және 42% құрайды [105].

Әдебиет мәліметтерін талдау және жалпылау негізінде [98, с.38] авторлары қиын алынатын майлардың типификациясын және олардың сапа индексі деп аталатын ұсынылған критерий бойынша жіктелуін ұсынды. Авторлар атап өткендей, соңғы жылдардағы барлау және игеру қиын мұнайларды игерудің кеңеюі олардың сапалық ерекшеліктерін зерттеуді қажет етеді. Жұмыста [97, с.38] шығарылуы қиын мұнайдың физика-химиялық қасиеттеріне және олардың пайда болу жағдайларына талдау жасалды. Құрамы мен қасиеттері бойынша әртүрлі мұнайлардың кең ауқымы зерттеулердің жеткіліксіздігі басты себептердің бірі болып табылады, бұл өз кезегінде мұнай өндіру мен көмірсутек шикізатын тасымалдау проблемаларын, сондай-ақ мұнай химиясы мен мұнай өңдеудегі технологиялық проблемаларды шешуді қиындатады. Бұл зерттеушілердің осы мәселеге назар аударуын керек екендігін түсіндіреді. Осылайша, [98, с.42] сапасы бойынша майлардың классификациясын жасау және оны алу қиын мұнайлардың әртүрлі түрлерінің сапалық көрсеткіштерін талдау мәселелерінде қолдану мақсатында тиісті зерттеулер жүргізілді.

Өндірілуі қиын қорлар ұғымының анықтамасы негізінде олар негізгі принциптері мен критерийлерін, яғни мұнай қорларын алу қиын қорларға жатқызуды тұжырымдағанын атап өтеді. Осы және басқа мамандардың әртүрлі жарияланымдардағы ұсыныстарын талдау және жалпылау негізінде жұмыс авторлары [98, с.43] өндірілуі қиын мұнайдың негізгі түрлерінің тізімін қарастыруға енгізді, пайда болу қасиеттері мен шарттары келтірілді, оған сәйкес өндірудің қиындығы бойынша мұнайды тану жүзеге асырылады. Бұған орналасу тереңдігі, сулану, мұнай қасиеттері, жату жағдайларының өткізгіштігі және т. б.

сияқты бірқатар белгілер жатады. Әртүрлі жұмыстарда қиын алынатын мұнай қорларына әртүрлі анықтамалар берілгенін, сондықтан оларды жіктеумен байланысты қиындықтар туындайтынын атап өткен жөн.

Сонымен, көп жағдайда мысалы, [106] сәйкес, «... қалпына келтіру қиын мұнай қорлары баяу қозғалатын мұнаймен (атап айтқанда, жоғары тұтқырлығымен немесе тығыздығымен және қатты парафиндердің жоғары мөлшері), газбен қанығуы жоғары ($500\text{ м}^3/\text{т}$) немесе төмен ($200\text{ м}^3/\text{т}$ кем) мұнайлар немесе еріген және/немесе құрамында агрессивті компоненттер (күкіртсутек, көмірқышқыл газы) болса, ұңғыларды бұрғылау және мұнай өндіру үшін арнайы жабдықты пайдалануды талап етеді. Бұл топқа кіретін мұнайды аномальды физика-химиялық қасиеттері бар мұнайлар деп атайды. Бұл топқа сонымен қатар олардың экологиялық қауіптілік дәрежесінің жоғарылауына байланысты ауыр металдар тобына жататын металдардың (ең алдымен ванадий мен никель) жоғары мұнайы кіреді.

Қиын өндірілетін мұнайлардың екінші тобына күрделі орналасқан жағдайлардағы мұнайлар (геологиялық күрделі құрылымды қабаттар мен кеніштерде, су-мұнай және газ-мұнай аймақтарында, өткізгіштігі төмен және кеуектілігі төмен коллекторларда орналасқан, қабат температурасы нормадан жоғары немесе қалыптан тыс төмен және т.б. жағдайлар), сондай-ақ көп жылғы тоңдар аумағында және теңіздердің қайраңдарында орналасқан мұнайлар болып табылады.

Мұнай қорларын өндіруге қиын деп жіктеу критерийлерін жалпылау негізінде кесте түрінде көптеген ғылыми басылымдарда келтірілген зерттеулердің нәтижелері бойынша құрастырылған өндіруге қиын мұнайдың негізгі түрлерінің тізімі келтірілген. [107] деректері бойынша шикізаттың сапасына қарай қалпына келтіру қиын мұнайлар: ауыр (тығыздығы $0,92\text{ г/см}^3$ жоғары); жоғары тұтқырлық (қалыпты жағдайда 30 мПа.с жоғары) және пайда болу жағдайлары бойынша: қабат өткізгіштігі өте төмен ($0,05\text{ мкм}^2$ кем).

Жұмыста [108] мұнайдың жалпы күкірт мөлшері, хлоридті тұздардың концентрациясы, ρ -мұнайдың тығыздығы, әртүрлі температурадағы фракциялардың мөлшері және осы көрсеткішті есептеуге арналған регрессия теңдеуі көрсетілген. Кейінірек [109] бұл кешенді көрсеткішті кенорындары мен мұнайлы бассейндердің мұнай кенорындарындағы мұнайлардың сапалық сипаттамаларын бағалау үшін пайдалану ұсынылды. Бұл тәсіл авторлардың [110, 111] еңбектерінде әртүрлі аймақтардың, елдердің және континенттердегі мұнайлы аумақтардағы мұнайдың сапалық көрсеткіштерінің кеңістіктік өзгерістер заңдылықтарын бағалау және талдау кезінде қолданылды. Жұмыста енгізілген жоғарыда көрсетілген көрсеткішке кері мән ретінде анықталған мұнай сапасының индексі өндірілуі қиын мұнайдың әртүрлі түрлерінің сапалық ерекшеліктеріне талдау жүргізу үшін жеткілікті ыңғайлы болып шықты [112]. Бұл ретте мұнай сапасы индексінің мәндерінің ұлғаюы мұнай сапасының артуына, ал азаюы – төмендеуіне сәйкес келеді, бұл сапа бойынша өндірілуі қиын мұнайдың әртүрлі түрлерін салыстыру кезінде ыңғайлы болып табылады.

Жұмыста мұнайдың оптикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Ресейдің әртүрлі мұнай-газ аймақтарындағы мұнай сынамаларының тығыздығын, тұтқырлығын, оптикалық тығыздығын және жарық сіңіру коэффициенттерін зертханалық зерттеу нәтижелері талданды. Мұнай сынамаларына фотоколориметриялық зерттеулер жүргізу әдістемесінің қысқаша сипаттамасы келтірілген. Алынған мәліметтерге статистикалық өңдеу жүргізілді, ол стандартты ауытқуларды, вариациялық құраушылардың дисперсияларын және мұнай вариациясының коэффициенттерін есептеуден тұрады. Тығыздық пен жарықты сіңіру коэффициентінің, сондай-ақ тұтқырлық пен жарықты сіңіру коэффициентінің корреляциялық тәуелділігі белгіленді. Жұмыста тұтқырлығы жоғары және тығыздығы орташа мұнайлар таралған мұнайдың сипаттамасы, халықаралық және ресейлік жіктелімдері келтірілген. Мұнайды тығыздыққа жуықтау сипаты және жарық сіңіру коэффициентінің орташа квадраттық мәні бойынша типтеу жүргізілді, жуықтау сенімділігінің жеткілікті жоғары шамасы бар мұнайдың 3 класы бөлінді – жеңіл (тығыздығы $\rho < 870 \text{ кг/м}^3$), орташа (тығыздығы $870 < \rho < 920 \text{ кг/м}^3$) және ауыр (тығыздығы $\rho > 920 \text{ кг/м}^3$). Тұтқырлыққа жуықтау сипаты бойынша және мұнайдың 3 класы оқшауланған-тұтқырлығы төмен (тұтқырлығы $1 < \mu < 5 \text{ мПа} \cdot \text{с}$), тұтқырлығы жоғары (тұтқырлығы $5 < \mu < 30 \text{ мПа} \cdot \text{с}$) және тұтқырлығы жоғары (тұтқырлығы $\mu > 30 \text{ мПа} \cdot \text{с}$).

Авторлар мұнайды оптикалық зерттеуді жетілдіру және мұнай кен орнын игеруді бақылау туралы шешім ұсынды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері мұнай кен орнын игеруді геологиялық-кәсіпшілік бақылаудың дәлдігі мен сенімділігін арттыруға және нақты уақыт режимінде тиісінше сенімді геологиялық-кәсіпшілік ақпаратты алуға мүмкіндік береді.

Зерттеулер мұнайдың физикалық-химиялық қасиеттері, оның ішінде тығыздығы, тұтқырлығы бойынша қатты гетерогенділігімен сипатталатынын және жұмыста, әсіресе оптикалық өнімділікте келтірілген зерттеулер көрсетті. Мұнайдың физика-химиялық классификацияларының ешқайсысы әмбебап деп таныла алмайды деп нақты айтуға болады. Сонымен қатар, жіктеу кезінде мұнайдың пайда болу жағдайларын да ескеру қажет. Жоғарыда айтылғандардың барлығы жіктеу шарттарының белгісіздігін тудырады және жіктеу мәселелерін шешуде осы жағдайды ескеру және қарастыру қажеттілігін анықтайды.

Бұл мәселелер конференциялар, семинарлар және т. б. сияқты түрлі іс-шаралардағы пікірталастар мен талқылаулардың тақырыбы болып табылады. Сонымен, 1987 жылы Хьюстонда өткен XI Дүниежүзілік мұнай конгресінде көмірсутектер мұнай мен битумға бөлінген жіктеу ұсынылды (шартты түрде "1-жіктеу"). Битумдарға тығыздығы 1000 кг/м^3 -тен асатын және динамикалық тұтқырлығы $10000 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ -тан асатын көмірсутектерді қабат жағдайында жатқызу ұсынылды, ал мұнай төрт класқа бөлінді: жеңіл, орташа, ауыр және экстра ауыр [113]. Кейбір жұмыстар әртүрлі аймақтардағы мұнайдың сапалық көрсеткіштерінің өзгеру заңдылықтарын бағалауға және талдауға арналған. Сонымен, жұмыста ұқсас жұмыстарға сілтеме жасай отырып, мұнай сапасының

кешенді көрсеткішін қолдану мүмкіндігі талқыланады. Бұл көрсеткіш мұнай сапасын салыстырмалы бағалауға мүмкіндік береді. Осыған ұқсас параметр ұсынылған өрнек арқылы мұнайдың барлық сипаттамаларын жалпылау арқылы есептеледі [114]. Көріп отырғанымыздай, қалпына келтіру қиын қорлармен байланысты әртүрлі мәселелерге арналған көптеген жұмыстар бүгінгі күнге дейін жинақталған және бұл әртүрлілікті бір қысқаша шолуда қамту мүмкін емес.

Қарастырылып отырған жұмыстарда орындалатын қиын алынатын қорлардың құрылымын және мұнай өсу қарқынының өсу тенденцияларын талдау қиын алынатын мұнай кенорындары ұңғылардың дебитінің төмен және тұрақсыздығымен сипатталатынын, оның жұмыс істеуі заманауи және қымбат технологияларды құруды және енгізуді талап етеді [114].

2.3 Геологиялық және технологиялық ақпаратты талдау үшін кластерлеу әдістерін қолдану

Тиісті әдебиеттерде атап өтілгендей, жүзден астам түрлі кластерлеу алгоритмдері ұсынылған зерттеулердің көптігін көрсететін, олардың арасында иерархиялық және иерархиялық емес кластерлік талдаулар, бұлыңғыр кластерлеу бар [115-118].

Соңғы жылдары бұл әдістер әртүрлі салаларда кеңінен қолданылды. Кластерлеу әдістеріне арналған жұмыстарда "дәстүрлі кластерлік талдау әдістері" алгоритмдерінің жұмыс принциптері және олардың дәстүрлі емес әдістерден айырмашылығы, яғни анық емес кластерлеу әдістері көрсетілген және бұлыңғыр кластерлеудің артықшылықтары көрсетілген.

Жұмыста қиын шығарылатын қорларды жіктеу мақсатында анық емес кластерлік талдау алгоритмін қолдана отырып кластерлеу орындалды. Ол үшін Қазақстанның көптеген кенорындарында мұнайдың тұтқырлығы, тығыздығы және мұнайдың пайда болу жағдайларының өткізгіштігі туралы деректер жинақталған. Кластерлік талдау үш белгі бойынша мұнайдың тұтқырлығы мен тығыздығы, сондай-ақ қабаттың өткізгіштігі бойынша жүргізілді. Бұлыңғыр кластерлік талдау бағдарламасын жүзеге асыру нәтижесінде төрт класс алынды, олардың әрқайсысы мұнай алудың қиындық дәрежесін сипаттайды [35, p.870].

2.3.1 Кластерлік белгілер кешені бойынша алынуы қиын мұнайлардың сапасын талдау және бағалау

Әр түрлі кенорындарындағы мұнайдың құрамы жағынан да ерекшеленетінін ескере отырып, осы жұмыста жоғарыда қарастырылған белгілерге мұнай құрамын сипаттайтын белгілер қосылды және Қазақстан мұнайларының қасиеттерін зерттеу нәтижелері негізінде кластер-талдау жасалды. Сонымен, күкірт пен хлоридтің құрамы сияқты сипаттамалар қосылды.

Талдау бес белгі бойынша жүргізілді: күкірт концентрациясы, хлоридтер, тығыздық, тұтқырлық және мұнай пайда болу жағдайларының өткізгіштігі. Бұлыңғыр кластерлік талдау алгоритмін іске асыру нәтижесінде қарастырылған кенорындары үшін құрамы, қасиеттері және мұнай пайда болу шарттары

бойынша біртекті үш топқа бөлінді. Есептеулердің нәтижелері жұмыста келтірілген. Осы жұмыста осы нәтижелерді пайдалана отырып, "мұнай алу қиындықтарының көрсеткіші" деп шартты түрде аталған белгілердің әрқайсысының тиістілік функциялары мен сипаттамаларының өзгерістерін талдау нәтижелері келтірілген [119]. Бұлыңғыр кластерлік талдау бағдарламасын іске асыру нәтижелері 2.1 - кестеде келтірілген. Деректерді талдаудан қарастырылып отырған деректер кең ауқымда өзгертін мәндер бойынша белгілерді қамтитыны шығады. Белгіленген тиістілік функцияларының өзгеру графиктері 2.1 (а-д) - суретте көрсетілген. Суреттердің көмегімен алынған кластерлердің әрқайсысында белгілердің шекаралық мәндерін бағалауға болады.

Жоғарыда айтылғандай, кластерлік талдау нәтижесінде мұнайдың қасиеттері, құрамы және пайда болу шарттары туралы мәліметтер үш біртекті топқа бөлінді. 2.2-кестеде әр кластердегі белгілердің шекаралық мәндері келтірілген. Талдау сонымен қатар 2.3-кестеде келтірілген нәтижелерді тұжырымдауға мүмкіндік беретін анық емес ережелерді қолдана отырып, белгілердің сапалық бағалауларының мұнай сапасының көрсеткіштерінің мәндеріне сәйкестігін анықтауға мүмкіндік береді.

2.2 – суретте көрсетілгендей, "егер..., онда...", мұнайдың құрамын, қасиеттерін және пайда болу жағдайларын сипаттайтын белгілер кешені бойынша мұнай сапасына баға беруге мүмкіндік береді.

Бұл көрсеткішті пайдалану өндіруге қиын мұнайдың әртүрлі түрлерінің сапалық ерекшеліктеріне талдау жасау үшін өте ыңғайлы. Бұл ретте мұнай алу қиындығы көрсеткішінің мәндерінің ұлғаюы мұнайды алу қиындығының неғұрлым жоғары дәрежесін, ал азаюы-төмендеуін сипаттайды. Бұл 2.4 - кестеде көрсетілгендей, әртүрлі кенорындарын білдіретін әртүрлі типтегі өндіру қиын мұнайларды алу қиындығының дәрежесі бойынша салыстыру үшін қисынды және ыңғайлы болып табылады.

Кесте 2.1 – Мұнайдың қасиеттері, құрамы және пайда болу шарттары туралы деректерді біртекті кластерлік топтарға бөлу нәтижелері

№	$\log S \cdot 10^3$	$Cl \cdot 10^{-4}$	$\rho/1000$	$\log (v \cdot 10)$	$\log K_{np}$	K	кенорын	Кластер	μ_1	μ_2	μ_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.307	0.526	0.93	1.898	0.069	0.8081	4	1	0.8759	0.0734	0.0507
	0.9839	0.6406	0.9899	0.7596	0.0236						
2	3.342	0.032	0.922	1.88	0.512	0.77229	4	1	0.9866	0.01	0.0034
	0.9943	0.0391	0.9813	0.7526	0.1756						
3	3.332	0.022	0.928	1.602	0.401	0.75273	9	1	0.9939	0.0043	0.0018
	0.9913	0.0263	0.9881	0.6413	0.1375						
4	3.294	0.306	0.939	1.787	0.312	0.78352	4	1	0.9773	0.015	0.0077
	0.98	0.3721	1	0.7155	0.1068						
5	3.322	0.01	0.932	1.779	0.239	0.77529	9	1	0.9941	0.0041	0.0018
	0.9882	0.0125	0.9917	0.712	0.0818						
6	3.336	0.315	0.933	1.785	0.386	0.78173	9	1	0.9723	0.0185	0.0093
	0.9925	0.3836	0.993	0.7146	0.1322						
7	3.348	0.022	0.931	1.937	0.447	0.78361	3	1	0.985	0.0111	0.0039
	0.996	0.0268	0.9912	0.7751	0.1532						
8	3.356	0.106	0.935	1.616	0.496	0.75767	9	1	0.9946	0.0038	0.0016
	0.9983	0.1296	0.9957	0.6468	0.1698						
9	3.352	0.092	0.936	1.62	0.731	0.74812	3	1	0.9837	0.0121	0.0042
	0.9972	0.1121	0.9966	0.6485	0.2504						
10	3.352	0.821	0.925	1.617	0.34	0.78358	3	1	0.666	0.1816	0.1524
	0.9972	1	0.9848	0.6472	0.1164						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	3.35	0.006	0.927	1.615	0.151	0.7645	3	1	0.9959	0.0028	0.0014
	0.9966	0.0078	0.9869	0.6464	0.0517						
12	1.362	0.105	0.667	0.756	-0.569	0.4561	3	3	0.0243	0.061	0.9147
	0.4051	0.1279	0.7101	0.3026	-0.1949						
13	1.322	0.105	0.666	0.757	-0.215	0.43833	3	3	0.0162	0.0525	0.9313
	0.3933	0.1281	0.709	0.3029	-0.0736						
14	1.38	0.107	0.701	0.699	-0.222	0.45128	4	3	0.0102	0.031	0.9588
	0.4106	0.1301	0.7463	0.2798	-0.076						
15	2.013	0.107	0.704	0.808	-0.357	0.52029	3	3	0.0104	0.0239	0.9657
	0.5988	0.1302	0.749	0.3232	-0.1222						
16	1.398	0.106	0.702	0.809	-0.319	0.46693	3	3	0.011	0.0321	0.9569
	0.4158	0.1285	0.7474	0.3238	-0.1092						
17	2.025	0.109	0.704	0.708	-0.222	0.50709	3	3	0.0081	0.0202	0.9717
	0.6025	0.1323	0.7494	0.2832	-0.076						
18	2.025	0.112	0.7	0.807	-0.658	0.5322	3	3	0.0232	0.041	0.9357
	0.6025	0.1364	0.7452	0.323	-0.2253						
19	2.009	0.011	0.712	0.756	-0.31	0.51336	3	3	0.0087	0.0218	0.9695
	0.5975	0.0135	0.758	0.3026	-0.1062						
20	2.021	0.101	0.72	0.787	0.114	0.5062	9	3	0.0015	0.0053	0.9932
	0.6012	0.1233	0.7665	0.3149	0.039						
21	2.025	0.101	0.668	0.809	0.072	0.49093	3	3	0.0092	0.0336	0.9571
	0.6025	0.1233	0.7112	0.3238	0.0246						
22	2.013	0.165	0.72	0.787	0.049	0.51026	9	3	0.0036	0.011	0.9854
	0.5988	0.2004	0.7665	0.3152	0.0169						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	2.021	0.165	0.723	0.757	0.049	0.50929	3	3	0.0037	0.011	0.9853
	0.6012	0.2007	0.7697	0.3029	0.0169						
24	2.025	0.12	0.702	0.757	0.114	0.49776	9	3	0.0034	0.0122	0.9844
	0.6025	0.1462	0.7474	0.3029	0.039						
25	2.025	0.17	0.73	0.763	0.107	0.51063	3	3	0.0031	0.0094	0.9875
	0.6025	0.2072	0.7772	0.3053	0.0367						
26	2.017	0.212	0.735	0.708	-0.097	0.51637	9	3	0.0101	0.0218	0.968
	0.6	0.2582	0.7825	0.2832	-0.0332						
27	2.255	0.069	0.857	1.474	0.204	0.63422	9	1	0.5887	0.2299	0.1814
	0.6709	0.0838	0.9124	0.5901	0.07						
28	2.23	0.065	0.857	1.436	0.255	0.62653	3	1	0.5316	0.2632	0.2052
	0.6635	0.0795	0.9124	0.5749	0.0875						
29	2.255	0.06	0.859	1.601	0.301	0.64226	9	1	0.584	0.2751	0.1409
	0.6709	0.0726	0.9145	0.6408	0.1032						
30	2.23	0.072	0.858	1.583	0.255	0.64045	2	1	0.5821	0.2612	0.1567
	0.6635	0.0877	0.9134	0.6337	0.0875						
31	2.301	0.054	0.901	1.23	0.491	0.6203	2	1	0.7582	0.1585	0.0834
	0.6845	0.0661	0.9592	0.4925	0.1684						
32	2.322	0.034	0.863	1.362	0.398	0.62294	2	1	0.5521	0.2832	0.1647
	0.6908	0.0419	0.9188	0.5451	0.1364						
33	2.447	0.066	0.869	1.241	0.447	0.62371	2	1	0.6734	0.2	0.1266
	0.7279	0.0806	0.9252	0.4966	0.1532						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
34	2.398	0.064	0.905	1.124	0.462	0.62171	9	1	0.8104	0.1176	0.072
	0.7133	0.0783	0.9635	0.4498	0.1585						
35	2.362	0.057	0.879	1.124	0.477	0.60821	2	1	0.6262	0.2197	0.1541
	0.7025	0.0695	0.9358	0.4498	0.1635						
36	2.322	0.06	0.88	1.215	0.491	0.61303	2	1	0.6354	0.229	0.1356
	0.6908	0.0725	0.9369	0.4863	0.1684						
37	2.415	0.049	0.895	1.114	0.447	0.61864	2	1	0.7697	0.1397	0.0906
	0.7184	0.06	0.9528	0.4459	0.1532						
38	3.049	0.101	0.929	1.204	-0.699	0.74002	2	1	0.9807	0.0092	0.01
	0.907	0.1227	0.989	0.482	-0.2395						
39	3.064	0.101	0.921	1.217	-0.638	0.73711	2	1	0.9843	0.0075	0.0082
	0.9116	0.1228	0.9805	0.4873	-0.2187						
40	3.1	0.101	0.917	1.207	-0.602	0.73621	2	1	0.9851	0.0071	0.0077
	0.9223	0.1228	0.9763	0.4831	-0.2063						
41	3.061	0.101	0.936	1.342	-0.602	0.75206	2	1	0.9905	0.0049	0.0046
	0.9105	0.1231	0.996	0.5373	-0.2063						
42	3.149	0.102	0.93	1.354	-0.699	0.76238	13	1	0.9888	0.0057	0.0055
	0.9368	0.124	0.9901	0.542	-0.2395						
43	3.362	0.101	0.866	1.228	-0.553	0.73907	13	1	0.9554	0.0195	0.0251
	1	0.1235	0.922	0.4915	-0.1895						
44	3.307	0.11	0.92	1.591	-0.699	0.79364	10	1	0.9924	0.0041	0.0036
	0.9839	0.1342	0.9795	0.6369	-0.2395						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	2.806	0.111	0.923	1.681	-0.658	0.75941	14	1	0.9898	0.0054	0.0047
	0.8347	0.1351	0.9826	0.673	-0.2253						
46	3.068	0.109	0.912	1.591	-0.658	0.76898	11	1	0.994	0.0031	0.0028
	0.9127	0.1326	0.9709	0.6369	-0.2253						
47	3.342	0.111	0.91	1.762	-0.638	0.80592	10	1	0.9925	0.0042	0.0033
	0.9943	0.1352	0.9688	0.7052	-0.2187						
48	3.32	0.11	0.919	1.775	-0.658	0.80936	11	1	0.9925	0.0042	0.0033
	0.9876	0.1342	0.9784	0.7106	-0.2253						
49	3.324	0.112	0.91	1.792	-0.699	0.80963	14	1	0.9905	0.0052	0.0043
	0.9889	0.1364	0.9688	0.7174	-0.2395						
50	3.064	0.111	0.915	1.792	-0.638	0.78731	14	1	0.9935	0.0036	0.0029
	0.9116	0.135	0.9741	0.7174	-0.2187						
51	3.215	0.111	0.901	1.763	-0.638	0.79186	14	1	0.9926	0.004	0.0034
	0.9563	0.1346	0.9587	0.7058	-0.2187						
52	3.212	0.112	0.934	1.792	-0.699	0.80918	14	1	0.9913	0.0049	0.0038
	0.9555	0.1364	0.9944	0.7174	-0.2395						
53	3.332	0.083	0.917	1.662	0.279	0.76083	14	1	0.9989	0.0008	0.0004
	0.9913	0.1015	0.9758	0.6652	0.0955						
54	3.342	0.089	0.918	1.747	0.398	0.7654	10	1	0.997	0.0021	0.0009
	0.9943	0.1085	0.9776	0.6991	0.1364						
55	3.344	0.083	0.921	1.785	0.431	0.76857	10	1	0.9956	0.0032	0.0012
	0.9948	0.1011	0.9806	0.7146	0.1478						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
56	3.354	0.083	0.937	1.813	0.491	0.77541	10	1	0.9919	0.0059	0.0022
	0.9977	0.1011	0.9977	0.7257	0.1684						
57	0.477	0.001	0.772	1.241	1	0.39882	14	3	0.0386	0.321	0.6405
	0.1419	0.0012	0.8219	0.4966	0.3427						
58	0.699	0.001	0.775	1.246	1.009	0.41857	14	3	0.0303	0.3166	0.6531
	0.2079	0.0012	0.8251	0.4985	0.3456						
59	0.903	0.001	0.772	1.25	1.041	0.43365	14	3	0.022	0.3065	0.6715
	0.2686	0.0015	0.8219	0.5005	0.3569						
60	0.477	0.001	0.776	1.281	1.033	0.40265	10	3	0.0404	0.3458	0.6138
	0.1419	0.0018	0.8261	0.5128	0.3542						
61	2.079	0.03	0.814	0.041	1.368	0.4258	11	3	0.0718	0.2818	0.6464
	0.6185	0.0367	0.8666	0.0166	0.4689						
62	2.146	0.031	0.818	0.23	1.368	0.45003	14	3	0.0675	0.3187	0.6138
	0.6384	0.0374	0.8709	0.0922	0.469						
63	2.041	0.014	0.81	0.322	1.37	0.44602	7	3	0.0477	0.3068	0.6456
	0.6072	0.0175	0.8623	0.129	0.4695						
64	1.982	0.056	0.816	1.182	1.385	0.52198	6	2	0.0083	0.9056	0.0861
	0.5897	0.0677	0.8687	0.4731	0.4746						
65	2.079	0.018	0.817	1.057	1.379	0.51814	6	2	0.0135	0.8473	0.1392
	0.6185	0.0224	0.8698	0.423	0.4724						
66	2	0.008	0.826	1.188	1.386	0.52604	7	2	0.0095	0.9267	0.0638
	0.5949	0.0096	0.8794	0.4753	0.4751						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
67	2.079	0.035	0.819	0.505	1.413	0.46803	11	3	0.0485	0.4097	0.5419
	0.6185	0.0421	0.8719	0.2022	0.4844						
68	2.114	0.015	0.834	0.342	1.428	0.46049	7	3	0.0795	0.4083	0.5121
	0.6288	0.0178	0.8879	0.1371	0.4895						
69	1.778	0.012	0.831	0.079	1.421	0.40766	6	3	0.0762	0.3197	0.6041
	0.5289	0.0146	0.8847	0.0317	0.4871						
70	1.462	0.017	0.823	0.724	1.447	0.43592	7	3	0.0339	0.4633	0.5028
	0.435	0.0206	0.8762	0.2899	0.4958						
71	2.114	0.002	0.72	1.436	1.643	0.50825	11	2	0.0096	0.732	0.2584
	0.6288	0.0022	0.7665	0.5749	0.5632						
72	1.699	0.002	0.729	1.442	1.396	0.48739	7	2	0.0087	0.5313	0.46
	0.5054	0.0021	0.7761	0.5774	0.4785						
73	2.176	0.002	0.722	1.446	1.556	0.51854	7	2	0.0096	0.7249	0.2655
	0.6473	0.0028	0.7687	0.5786	0.5333						
74	1.903	0.003	0.739	1.447	1.58	0.50126	8	2	0.0059	0.8055	0.1886
	0.5661	0.0031	0.7868	0.5793	0.5414						
75	1.477	0.002	0.755	1.461	1.462	0.47753	7	2	0.0092	0.6892	0.3016
	0.4394	0.0022	0.8038	0.5848	0.5012						
76	1.602	0.002	0.759	1.438	1.431	0.4886	8	2	0.0069	0.7441	0.249
	0.4766	0.0023	0.808	0.5755	0.4905						
77	1.778	0.002	0.76	1.093	1.602	0.46566	7	2	0.0074	0.6204	0.3722
	0.5289	0.0027	0.8091	0.4377	0.549						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78	2	0.002	0.76	1.294	1.568	0.50377	7	2	0.0035	0.8829	0.1136
	0.5949	0.0029	0.8091	0.5181	0.5374						
79	1.903	0.002	0.744	1.441	1.462	0.50724	12	2	0.0055	0.7839	0.2106
	0.5661	0.0029	0.7921	0.5768	0.5012						
80	2	0.002	0.747	1.462	1.613	0.51238	12	2	0.0039	0.9014	0.0947
	0.5949	0.0029	0.7953	0.5854	0.5527						
81	2.079	0.002	0.756	1.279	1.413	0.51368	12	2	0.0048	0.7779	0.2173
	0.6185	0.0029	0.8049	0.5118	0.4843						
82	2.079	0.002	0.761	1.431	1.477	0.5268	7	2	0.0023	0.9433	0.0544
	0.6185	0.0025	0.8102	0.5729	0.5062						
83	2.204	0.002	0.764	1.093	1.462	0.50832	12	2	0.0075	0.7021	0.2904
	0.6557	0.0026	0.8134	0.4377	0.5012						
84	2.114	0.029	0.77	1.274	0.74	0.5492	7	3	0.0058	0.1342	0.86
	0.6288	0.0354	0.8198	0.51	0.2537						
85	2.146	0.031	0.797	1.124	0.756	0.54771	13	3	0.0163	0.239	0.7447
	0.6384	0.0371	0.8485	0.4498	0.259						
86	2.23	0.036	0.783	1.262	0.756	0.56229	12	3	0.0143	0.2903	0.6954
	0.6635	0.0434	0.8336	0.5053	0.259						
87	2.079	0.049	0.789	2.186	0.748	0.63628	12	2	0.0707	0.7747	0.1546
	0.6185	0.0596	0.84	0.8748	0.2564						
88	2.23	0.046	0.778	1.23	0.785	0.55668	12	3	0.0105	0.2213	0.7682
	0.6635	0.0554	0.8283	0.4925	0.2691						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
89	2.23	0.026	0.77	1.714	0.799	0.59629	13	2	0.0223	0.7366	0.2411
	0.6635	0.0315	0.8198	0.6859	0.2739						
90	2	0.05	0.798	1.241	0.785	0.54592	12	3	0.0151	0.3301	0.6548
	0.5949	0.061	0.8496	0.4966	0.2691						
91	1.954	0.067	0.78	1.579	0.799	0.56607	12	2	0.0162	0.5875	0.3963
	0.5813	0.081	0.8304	0.632	0.2739						
92	2.114	0.045	0.779	1.359	0.813	0.55785	7	3	0.0112	0.3802	0.6086
	0.6288	0.0546	0.8293	0.544	0.2786						
93	2.556	0.049	0.786	1.328	0.813	0.59476	12	2	0.0445	0.5698	0.3857
	0.7604	0.0596	0.8368	0.5317	0.2786						
94	2.591	0.06	0.794	1.301	0.776	0.60001	8	2	0.0667	0.5511	0.3823
	0.7708	0.0732	0.8453	0.5208	0.2659						
95	2	0	0.781	1.654	1.633	0.54148	8	2	0.0003	0.9969	0.0027
	0.5949	0.0005	0.8315	0.6621	0.5598						
96	2.255	0.001	0.786	1.554	1.623	0.556	8	2	0.0001	0.9994	0.0005
	0.6709	0.001	0.8368	0.622	0.5563						
97	1.954	0.001	0.774	1.585	1.756	0.52395	7	2	0.0007	0.9919	0.0074
	0.5813	0.001	0.824	0.6346	0.6017						
98	1.778	0.003	0.796	1.598	1.69	0.5212	1	2	0.0011	0.9906	0.0083
	0.5289	0.0033	0.8474	0.6395	0.5792						
99	1.778	0.002	0.796	1.631	1.881	0.51659	1	2	0.0014	0.99	0.0086
	0.5289	0.0021	0.8474	0.653	0.6445						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
100	1.778	0.004	0.78	1.624	1.903	0.50905	1	2	0.0019	0.9826	0.0155
	0.5289	0.005	0.83	0.6502	0.6522						
101	1.699	0.002	0.767	1.436	1.584	0.49339	1	2	0.0041	0.8982	0.0978
	0.5054	0.0022	0.8166	0.5749	0.5429						
102	1.845	0.002	0.807	1.601	1.574	0.53579	1	2	0.0007	0.9949	0.0044
	0.5489	0.0021	0.8592	0.6408	0.5394						
103	1.699	0.002	0.783	1.583	1.575	0.51304	1	2	0.0025	0.9665	0.0311
	0.5054	0.0028	0.8336	0.6337	0.5398						
104	2.041	0.003	0.783	1.583	1.553	0.54256	11	2	0.0002	0.9979	0.0019
	0.6072	0.0031	0.8336	0.6337	0.5321						
105	1.954	0.002	0.768	1.23	1.425	0.50284	1	2	0.0044	0.7947	0.2008
	0.5813	0.0022	0.8176	0.4925	0.4883						
106	1.845	0.002	0.747	1.362	0.978	0.51571	1	3	0.0049	0.2199	0.7752
	0.5489	0.0023	0.7953	0.5451	0.3352						
107	2.079	0.002	0.758	1.241	0.865	0.53293	1	3	0.004	0.1278	0.8682
	0.6185	0.0027	0.807	0.4966	0.2963						
108	2.146	0.002	0.72	1.124	0.923	0.5115	1	3	0.003	0.0569	0.9401
	0.6384	0.0029	0.7665	0.4498	0.3164						
109	2.176	0.002	0.72	1.124	0.713	0.52243	1	3	0.0022	0.0274	0.9705
	0.6473	0.0029	0.7665	0.4498	0.2442						
110	2.23	0.002	0.747	1.215	0.932	0.53646	1	3	0.0054	0.16	0.8346
	0.6635	0.0029	0.7953	0.4863	0.3194						

2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
111	2.176	0.002	0.751	1.114	1.29	0.50992	11	3	0.007	0.4099	0.5831
	0.6473	0.0029	0.7995	0.4459	0.4421						
112	3.079	0.003	0.888	2.267	2.726	0.68324	1	2	0.2235	0.701	0.0755
	0.916	0.0033	0.9454	0.9075	0.9342						
113	3.079	0.002	0.886	2.342	2.377	0.70329	1	2	0.2589	0.6719	0.0692
	0.916	0.0029	0.9433	0.9376	0.8144						
114	3.079	0.002	0.891	2.33	2.53	0.69791	1	2	0.2542	0.6731	0.0727
	0.916	0.0029	0.9486	0.9328	0.8671						
115	3.079	0.002	0.876	2.322	2.614	0.68824	11	2	0.2072	0.7204	0.0724
	0.916	0.0027	0.9326	0.9295	0.8958						
116	3.079	0.003	0.873	2.29	2.398	0.69288	8	2	0.2132	0.7205	0.0663
	0.916	0.0034	0.9294	0.9166	0.8218						
117	3.19	0.002	0.888	2.393	2.599	0.70897	11	2	0.2683	0.6533	0.0784
	0.949	0.0027	0.9454	0.9577	0.8906						
118	3.196	0.002	0.884	2.33	2.386	0.71082	11	2	0.2788	0.6492	0.072
	0.9507	0.0019	0.9411	0.9328	0.8175						
119	3.114	0.002	0.889	2.403	2.918	0.69111	8	2	0.2323	0.6826	0.0851
	0.9263	0.0022	0.9464	0.9619	1						
120	3.049	0.004	0.871	2.43	2.358	0.70392	8	2	0.2224	0.7082	0.0695
	0.907	0.0043	0.9273	0.9726	0.8081						
121	3.146	0.002	0.894	2.498	2.276	0.72996	8	2	0.3294	0.5966	0.074
	0.9359	0.0021	0.9518	1	0.7801						

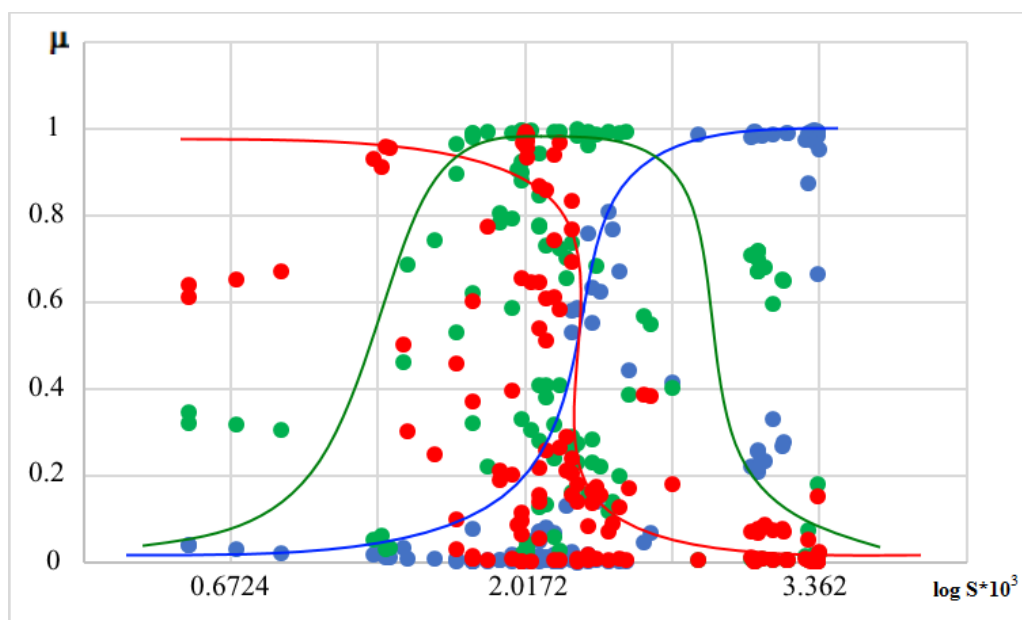
2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
122	2.491	0.033	0.82	2.024	0.204	0.68896	5	1	0.4448	0.3857	0.1695
	0.7411	0.0401	0.8733	0.8102	0.07						
123	2.69	0.013	0.812	1.851	0.301	0.68234	8	1	0.4163	0.4041	0.1796
	0.8002	0.016	0.8648	0.7408	0.1032						
124	2.342	0.027	0.817	1.747	0.568	0.63533	5	2	0.1408	0.6859	0.1733
	0.6968	0.0329	0.8695	0.6994	0.1947						
125	2.204	0.019	0.815	1.803	0.491	0.63101	6	2	0.131	0.6576	0.2115
	0.6557	0.0234	0.8676	0.7219	0.1684						
126	2.176	0	0.822	1.694	2.114	0.55575	6	2	0.002	0.9939	0.0041
	0.6473	0.0004	0.8751	0.6779	0.7244						
127	2.146	0.001	0.82	1.694	2.146	0.55123	5	2	0.002	0.9934	0.0045
	0.6384	0.0009	0.873	0.6779	0.7355						
128	2.301	0.001	0.854	1.694	2.279	0.57149	5	2	0.0183	0.9633	0.0184
	0.6845	0.001	0.9092	0.6779	0.7809						
129	2	0.001	0.786	1.657	1.778	0.53783	6	2	0.0003	0.9981	0.0017
	0.5949	0.0013	0.8368	0.6633	0.6094						
130	2.477	0.002	0.786	1.657	1.954	0.57066	8	2	0.0017	0.9931	0.0052
	0.7369	0.0022	0.8368	0.6633	0.6697						
131	2.447	0.003	0.786	1.657	2.114	0.5618	6	2	0.0024	0.99	0.0075
	0.7279	0.0035	0.8368	0.6633	0.7244						
132	2.398	0.002	0.786	1.657	2.041	0.56055	11	2	0.0014	0.9938	0.0048
	0.7133	0.0021	0.8368	0.6633	0.6996						

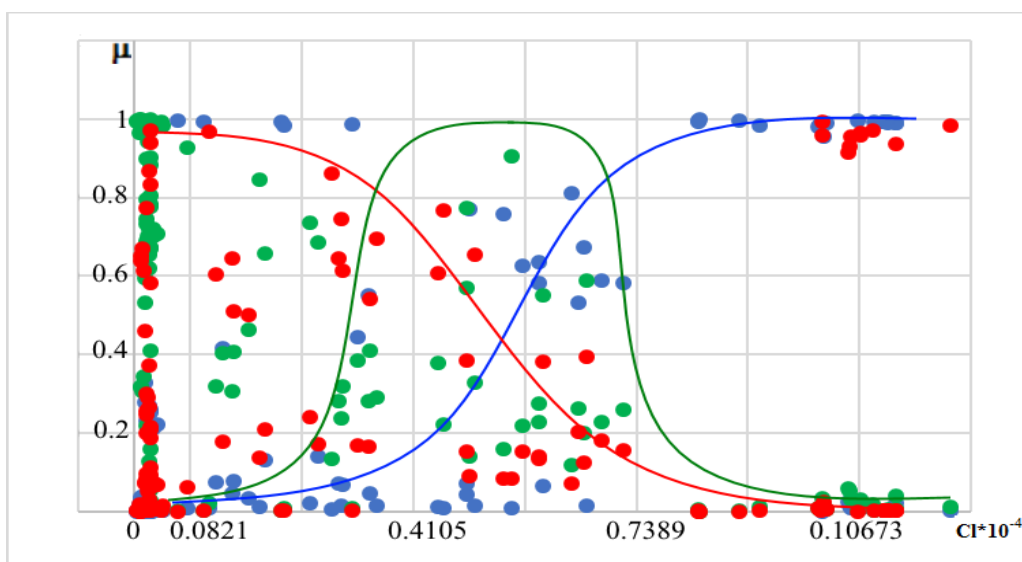
2.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
133	2.255	0.003	0.831	1.695	2.255	0.5603	6	2	0.0058	0.9851	0.0091
	0.6709	0.0038	0.8847	0.6787	0.7729						
134	2.342	0.003	0.831	1.695	2.114	0.57324	6	2	0.0045	0.989	0.0065
	0.6968	0.0036	0.8847	0.6787	0.7244						
135	2.301	0.004	0.831	1.695	1.954	0.57621	6	2	0.0025	0.9939	0.0036
	0.6845	0.0049	0.8847	0.6787	0.6697						
Ескерту.1. Шығыс Аққар кенорны,2. Асар кенорны, 3. Қаражанбас кенорны, 4. Жалғызтөбе кенорны, 5. Ақсаз кенорны,6. Арыстанов кенорны, 7. Дунга кенорны, 8. Туркменой кенорны, 9. Солтүстік Бозашы кенорны, 10. Өзен кенорны, 11. Жетібай кенорны, 12.Қаламқас кенорны, 13. Қарақұдық кенорны, 14. Қарамандыбас кенорны.											

Кестеде көріп тұрғанымыздай, бірінші кластерге Жалғызтөбе кен орны, Солтүстік Бозашы, Қаражанбас, Асар и Қарақұдық; екінші - Өзен кен орны, Қарамандыбас, Жетібай, Арыстанов, Дунга, Туркменой, Қаламқас және Қарақұдық; үшінші - Шығыс Аққар, Жетібай, Туркменой, Ақсаз және Арыстанов кенорындары біріктірілді.



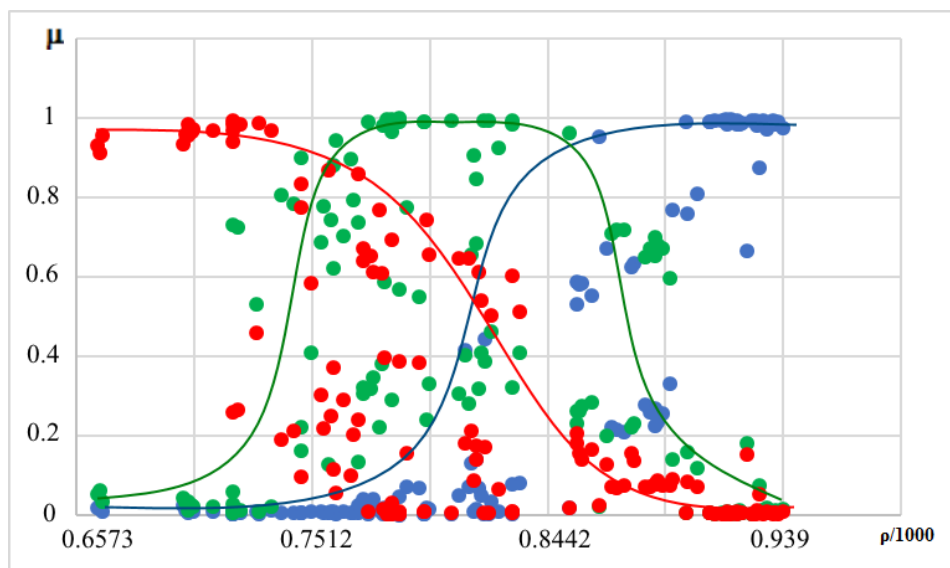
а)



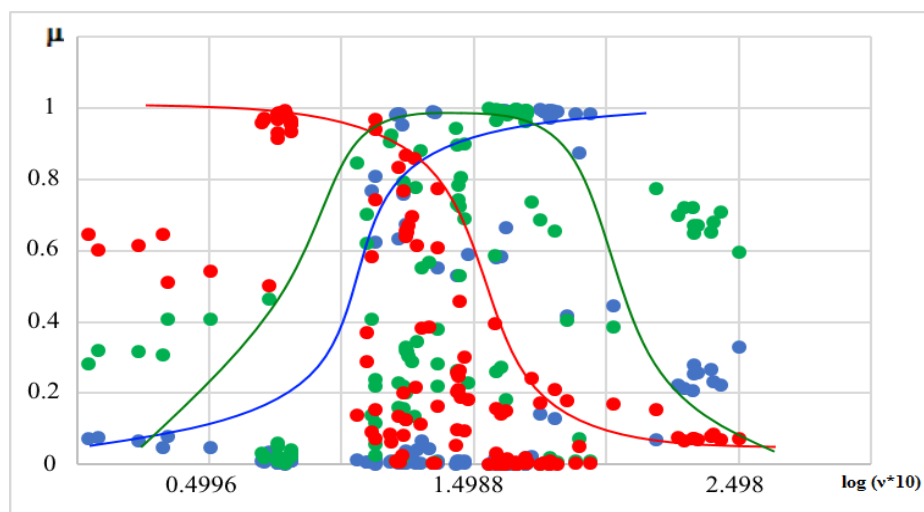
б)

а) хлор құрамы; б) күкірт мөлшері; в) тұтқырлық; г) тығыздық; д) өткізгіштік; е) мұнайды алу қиындығының шартты кешенді көрсеткіші.

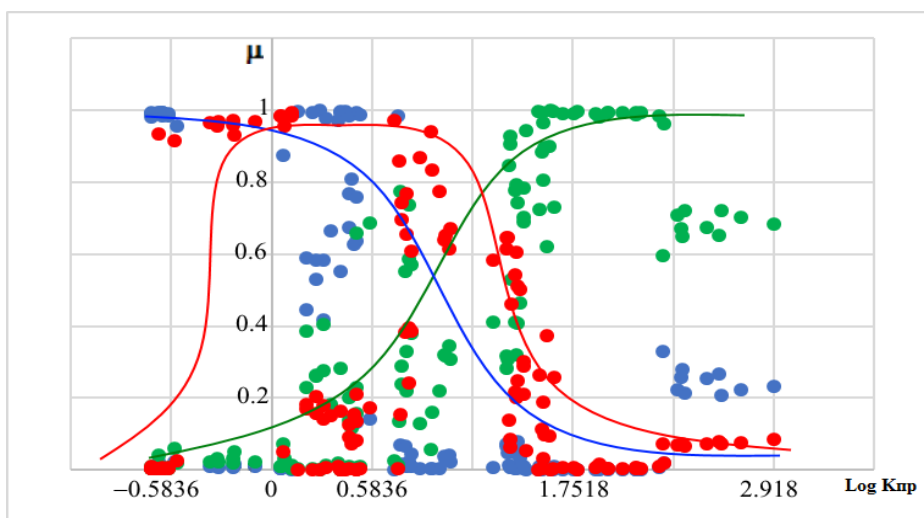
Сурет 2.1–Мұнай сапасы мен оның пайда болу жағдайларын сипаттайтын бес белгі бойынша кластер-талдау нәтижелері, 1 бет



В)

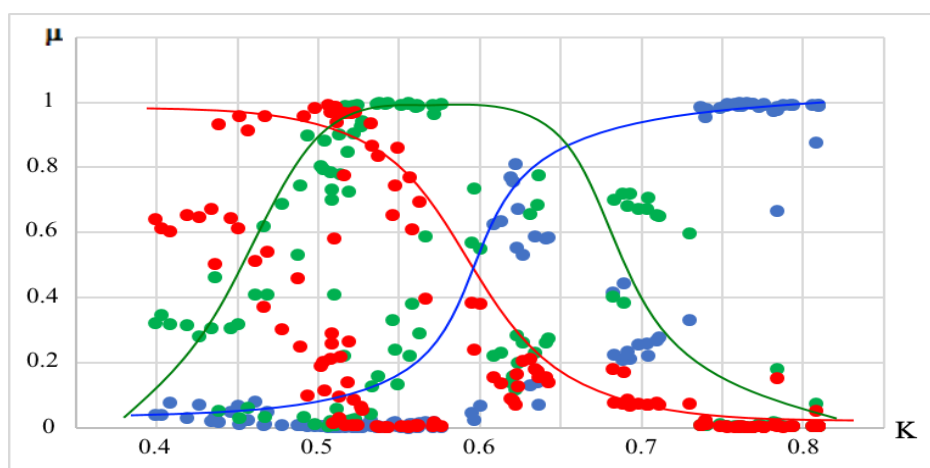


Г)



Д)

Сурет 2.1–2 бет



е)

Сурет 2.1–3 бет

Кесте 2.2 – Әртүрлі кластерлер шегіндегі белгілердің шекаралық мәндері және мұнай алудың қиындық дәрежесінің сипаттамаларына сәйкестіктің анық емес ережелері

		Хлорид мөлшері (Cl*10 ⁻⁴)		және	Күкірт мөлшерінің логарифмі (log S*10 ³)		және	Түрлендірілген тұтқырлық логарифмі (v*10)		және
Класте р	егер	Саны (%)	Сапасы		Саны	Сапасы		Саны	Сапасы	
1		Cl ≥ 0.74	жоғары		S ≥ 2.7	жоғары		v ≥ 1.7	жоғары	
2		0.22 < Cl < 0.74	орташа		2 < S < 2.7	орташа		1.1 < v < 1.7	орташа	
3		Cl ≤ 0.22	төмен		S ≤ 2	төмен		v ≤ 1.1	төмен	
және	Мұнай тығыздығының су тығыздығына қатынасы			және	Өткізгіштік коэффициентінің логарифмі (log K _{пр})		онда	Мұнай өндіру қиындығы		
	Саны		Сапасы		Саны	Сапасы		Саны	Сапасы	
	ρ ≥ 0.85		жоғары		K ≥ 1.2	жоғары		K ≥ 0.65	жоғары	
	0.75 < ρ < 0.85		орташа		K ≤ 0.1	төмен		0.5 < K < 0.65	орташа	
	ρ ≤ 0.75		төмен		0.1 < K < 1.2	орташа		K ≤ 0.5	төмен	

Кесте 2.3 –Мұнайдың қасиеттері мен құрамы туралы деректерді біртекті топтарға кластерлерге бөлу нәтижелері

№	$\log S \cdot 10^3$	$Cl \cdot 10^{-4}$	$\rho/1000$	$\log (\nu \cdot 10)$	K	Кенор ын	Класт ер	μ_1	μ_2	μ_3
1	3.30749604	0.5259	0.9298	1.897627	0.91815	9	1	0.9982	0.0012	0.0007
	0.9839	0.6406	0.9899	0.7596						
2	3.34242268	0.0321	0.9217	1.880242	0.89771	9	1	0.9999	0	0
	0.9943	0.0391	0.9813	0.7526						
3	3.33243846	0.0216	0.9281	1.60206	0.87052	9	1	1	0	0
	0.9913	0.0263	0.9881	0.6413						
4	3.29446623	0.3055	0.9393	1.78746	0.90133	9	1	1	0	0
	0.98	0.3721	1	0.7155						
5	3.32221929	0.0103	0.9315	1.778874	0.8887	9	1	1	0	0
	0.9882	0.0125	0.9917	0.712						
6	3.33645973	0.3149	0.9327	1.78533	0.90266	9	1	0.9999	0	0
	0.9925	0.3836	0.993	0.7146						
7	3.34830486	0.022	0.931	1.936514	0.90757	9	1	1	0	0
	0.996	0.0268	0.9912	0.7751						
8	3.35602586	0.1064	0.9353	1.61595	0.88039	9	1	1	0	0
	0.9983	0.1296	0.9957	0.6468						
9	3.35218252	0.092	0.9361	1.620136	0.88025	9	1	0.9999	0.0001	0
	0.9972	0.1121	0.9966	0.6485						
10	3.35218252	0.821	0.925	1.617	0.90266	9	1	0.9642	0.0218	0.014
	0.9972	1	0.9848	0.6472						
11	3.35024802	0.0064	0.927	1.614897	0.87249	9	1	1	0	0
	0.9966	0.0078	0.9869	0.6464						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	1.36172784	0.105	0.667	0.755875	0.49066	1	3	0.0006	0.0069	0.9926
	0.4051	0.1279	0.7101	0.3026						
13	1.32221929	0.1052	0.666	0.756636	0.48659	1	3	0.0002	0.0047	0.9951
	0.3933	0.1281	0.709	0.3029						
14	1.38021124	0.1068	0.701	0.69897	0.50093	1	3	0.0001	0.0016	0.9983
	0.4106	0.1301	0.7463	0.2798						
15	2.01283722	0.10689	0.7035	0.807535	0.57297	1	3	0.0001	0.002	0.9979
	0.5988	0.1302	0.749	0.3232						
16	1.39794001	0.1055	0.702	0.808886	0.51426	1	3	0.0001	0.0021	0.9978
	0.4158	0.1285	0.7474	0.3238						
17	2.02530587	0.1086	0.7039	0.70757	0.56412	1	3	0.0001	0.0015	0.9984
	0.6025	0.1323	0.7494	0.2832						
18	2.02530587	0.112	0.7	0.806858	0.5728	1	3	0.0005	0.0047	0.9948
	0.6025	0.1364	0.7452	0.323						
19	2.00860017	0.01112	0.712	0.755875	0.56724	1	3	0.0001	0.0016	0.9983
	0.5975	0.0135	0.758	0.3026						
20	2.0211893	0.1012	0.72	0.786751	0.57835	1	3	0	0.0002	0.9997
	0.6012	0.1233	0.7665	0.3149						
21	2.02530587	0.1012	0.668	0.808886	0.55915	1	3	0.0001	0.0032	0.9967
	0.6025	0.1233	0.7112	0.3238						
22	2.01283722	0.1645	0.72	0.78746	0.58001	1	3	0	0.0007	0.9992
	0.5988	0.2004	0.7665	0.3152						
23	2.0211893	0.1648	0.723	0.756636	0.57891	1	3	0	0.0007	0.9993
	0.6012	0.2007	0.7697	0.3029						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	2.02530587	0.12	0.702	0.756636	0.56879	1	3	0	0.0007	0.9992
	0.6025	0.1462	0.7474	0.3029						
25	2.02530587	0.1701	0.73	0.762679	0.58306	1	3	0	0.0005	0.9995
	0.6025	0.2072	0.7772	0.3053						
26	2.01703334	0.212	0.735	0.70757	0.5803	1	3	0	0.0014	0.9986
	0.6	0.2582	0.7825	0.2832						
27	2.25527251	0.0688	0.857	1.474216	0.72739	2	3	0.0027	0.1706	0.8266
	0.6709	0.0838	0.9124	0.5901						
28	2.23044892	0.0653	0.857	1.436163	0.72101	2	3	0.0023	0.1877	0.8101
	0.6635	0.0795	0.9124	0.5749						
29	2.25527251	0.0596	0.859	1.600973	0.74089	2	3	0.0023	0.2377	0.76
	0.6709	0.0726	0.9145	0.6408						
30	2.23044892	0.072	0.858	1.583199	0.73677	2	3	0.0025	0.1956	0.802
	0.6635	0.0877	0.9134	0.6337						
31	2.30103	0.0543	0.901	1.230449	0.72466	2	2	0.0119	0.754	0.2341
	0.6845	0.0661	0.9592	0.4925						
32	2.32221929	0.0344	0.863	1.361728	0.72341	2	3	0.0024	0.379	0.6186
	0.6908	0.0419	0.9188	0.5451						
33	2.44715803	0.0662	0.869	1.240549	0.72651	2	2	0.0043	0.5263	0.4694
	0.7279	0.0806	0.9252	0.4966						
34	2.39794001	0.0643	0.905	1.123852	0.72494	2	2	0.0198	0.7546	0.2256
	0.7133	0.0783	0.9635	0.4498						
35	2.36172784	0.0571	0.879	1.123852	0.71032	2	2	0.0051	0.631	0.3639
	0.7025	0.0695	0.9358	0.4498						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	2.32221929	0.0595	0.88	1.214844	0.71643	2	2	0.0047	0.6466	0.3487
	0.6908	0.0725	0.9369	0.4863						
37	2.41497335	0.0493	0.895	1.113943	0.72077	2	2	0.0135	0.7176	0.2689
	0.7184	0.06	0.9528	0.4459						
38	3.04921802	0.1007	0.929	1.20412	0.80624	3	1	0.9976	0.0013	0.0011
	0.907	0.1227	0.989	0.482						
39	3.06445799	0.1008	0.921	1.217484	0.8057	3	1	0.9982	0.0009	0.0009
	0.9116	0.1228	0.9805	0.4873						
40	3.10037055	0.1008	0.917	1.206826	0.80632	3	1	0.9994	0.0003	0.0003
	0.9223	0.1228	0.9763	0.4831						
41	3.06069784	0.1011	0.9355	1.342423	0.82427	3	1	0.9984	0.0009	0.0007
	0.9105	0.1231	0.996	0.5373						
42	3.14921911	0.1018	0.93	1.354108	0.83156	3	1	0.9999	0	0
	0.9368	0.124	0.9901	0.542						
43	3.36172784	0.1014	0.866	1.227887	0.81179	3	1	0.9999	0.0001	0
	1	0.1235	0.922	0.4915						
44	3.30749604	0.1102	0.92	1.591065	0.86696	3	1	1	0	0
	0.9839	0.1342	0.9795	0.6369						
45	2.80617997	0.1109	0.923	1.681241	0.83007	3	1	0.8498	0.0651	0.0851
	0.8347	0.1351	0.9826	0.673						
46	3.06818586	0.1089	0.912	1.591065	0.84091	3	1	0.9981	0.001	0.001
	0.9127	0.1326	0.9709	0.6369						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
47	3.34242268	0.111	0.91	1.761928	0.88362	3	1	1	0	0
	0.9943	0.1352	0.9688	0.7052						
48	3.32014629	0.1102	0.919	1.775246	0.88663	3	1	1	0	0
	0.9876	0.1342	0.9784	0.7106						
49	3.32428246	0.112	0.91	1.792392	0.88507	3	1	1	0	0
	0.9889	0.1364	0.9688	0.7174						
50	3.06445799	0.1108	0.915	1.792392	0.86254	3	1	0.998	0.001	0.001
	0.9116	0.135	0.9741	0.7174						
51	3.21484385	0.1105	0.9005	1.763428	0.86769	3	1	0.859	0.0736	0.0675
	0.9563	0.1346	0.9587	0.7058						
52	3.2121876	0.112	0.934	1.792392	0.88455	3	1	1	0	0
	0.9555	0.1364	0.9944	0.7174						
53	3.33243846	0.0833	0.9166	1.661813	0.87413	4	1	1	0	0
	0.9913	0.1015	0.9758	0.6652						
54	3.34242268	0.0891	0.9183	1.746634	0.88471	4	1	1	0	0
	0.9943	0.1085	0.9776	0.6991						
55	3.34439227	0.083	0.9211	1.78533	0.88982	4	1	1	0	0
	0.9948	0.1011	0.9806	0.7146						
56	3.35410844	0.083	0.9371	1.812913	0.90029	4	1	1	0	0
	0.9977	0.1011	0.9977	0.7257						
57	0.47712125	0.000953	0.772	1.240549	0.49693	5	3	0	0.0003	0.9997
	0.1419	0.0012	0.8219	0.4966						
58	0.69897	0.001	0.775	1.245513	0.51969	5	3	0	0.0004	0.9996
	0.2079	0.0012	0.8251	0.4985						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
59	0.90308999	0.00126	0.772	1.25042	0.53825	5	3	0	0.0005	0.9995
	0.2686	0.0015	0.8219	0.5005						
60	0.47712125	0.00146	0.776	1.281033	0.50279	5	3	0	0.0008	0.9992
	0.1419	0.0018	0.8261	0.5128						
61	2.07918125	0.0301	0.814	0.041393	0.54419	6	2	0	0.969	0.031
	0.6185	0.0367	0.8666	0.0166						
62	2.14612804	0.0307	0.818	0.230449	0.57162	6	2	0	0.9858	0.0142
	0.6384	0.0374	0.8709	0.0922						
63	2.04139269	0.0144	0.81	0.322219	0.56716	6	2	0	0.9527	0.0473
	0.6072	0.0175	0.8623	0.129						
64	1.98227123	0.0556	0.816	1.181844	0.65384	6	2	0	0.9672	0.0328
	0.5897	0.0677	0.8687	0.4731						
65	2.07918125	0.0184	0.817	1.056905	0.64921	6	2	0	0.9832	0.0168
	0.6185	0.0224	0.8698	0.423						
66	2	0.0079	0.826	1.187521	0.65851	6	2	0	0.9931	0.0069
	0.5949	0.0096	0.8794	0.4753						
67	2.07918125	0.0346	0.819	0.50515	0.59404	6	2	0	0.9912	0.0088
	0.6185	0.0421	0.8719	0.2022						
68	2.11394335	0.0146	0.834	0.342423	0.58619	6	2	0	0.9986	0.0014
	0.6288	0.0178	0.8879	0.1371						
69	1.77815125	0.012	0.831	0.079181	0.52605	6	2	0	0.9946	0.0054
	0.5289	0.0146	0.8847	0.0317						
70	1.462398	0.0169	0.823	0.724276	0.5592	6	2	0	0.9863	0.0137
	0.435	0.0206	0.8762	0.2899						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
71	2.11394335	0.00181	0.72	1.436163	0.65002	7	3	0	0.0757	0.9243
	0.6288	0.0022	0.7665	0.5749						
72	1.69897	0.0017	0.729	1.44248	0.61519	7	3	0	0.011	0.989
	0.5054	0.0021	0.7761	0.5774						
73	2.17609126	0.00227	0.722	1.445604	0.65773	7	3	0	0.045	0.955
	0.6473	0.0028	0.7687	0.5786						
74	1.90308999	0.00251	0.739	1.447158	0.63921	7	3	0	0.0705	0.9295
	0.5661	0.0031	0.7868	0.5793						
75	1.47712125	0.00182	0.755	1.460898	0.60703	7	3	0	0.0495	0.9505
	0.4394	0.0022	0.8038	0.5848						
76	1.60205999	0.00189	0.759	1.437751	0.61815	7	3	0	0.0474	0.9526
	0.4766	0.0023	0.808	0.5755						
77	1.77815125	0.0022	0.76	1.093422	0.59991	7	3	0	0.2541	0.7459
	0.5289	0.0027	0.8091	0.4377						
78	2	0.00235	0.76	1.294466	0.64153	7	3	0	0.2148	0.7852
	0.5949	0.0029	0.8091	0.5181						
79	1.90308999	0.00234	0.744	1.440909	0.64067	7	3	0	0.0316	0.9684
	0.5661	0.0029	0.7921	0.5768						
80	2	0.0024	0.747	1.462398	0.6533	7	3	0	0.1462	0.8538
	0.5949	0.0029	0.7953	0.5854						
81	2.07918125	0.00238	0.756	1.278754	0.64573	7	3	0	0.0387	0.9613
	0.6185	0.0029	0.8049	0.5118						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
82	2.07918125	0.00209	0.761	1.431364	0.66348	7	3	0	0.1099	0.8901
	0.6185	0.0025	0.8102	0.5729						
83	2.20411998	0.0021	0.764	1.093422	0.64189	7	3	0	0.15	0.85
	0.6557	0.0026	0.8134	0.4377						
84	2.11394335	0.0291	0.77	1.274158	0.65544	8	3	0	0	1
	0.6288	0.0354	0.8198	0.51						
85	2.14612804	0.0305	0.797	1.123852	0.65446	8	3	0	0.0009	0.9991
	0.6384	0.0371	0.8485	0.4498						
86	2.23044892	0.0356	0.783	1.262451	0.67097	8	3	0	0	1
	0.6635	0.0434	0.8336	0.5053						
87	2.07918125	0.0489	0.789	2.185542	0.75439	8	3	0	0.0001	0.9999
	0.6185	0.0596	0.84	0.8748						
88	2.23044892	0.0455	0.778	1.230449	0.66595	8	3	0	0	1
	0.6635	0.0554	0.8283	0.4925						
89	2.23044892	0.0259	0.77	1.713659	0.71143	8	3	0	0	1
	0.6635	0.0315	0.8198	0.6859						
90	2	0.0501	0.798	1.240549	0.65377	8	3	0	0.0011	0.9989
	0.5949	0.061	0.8496	0.4966						
91	1.95424251	0.0665	0.78	1.578983	0.67722	8	3	0	0	1
	0.5813	0.081	0.8304	0.632						
92	2.11394335	0.0448	0.779	1.359076	0.66852	8	3	0	0	1
	0.6288	0.0546	0.8293	0.544						

2.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
93	2.5563025	0.0489	0.786	1.32838	0.71032	8	3	0	0.0016	0.9984
	0.7604	0.0596	0.8368	0.5317						
94	2.59106461	0.0601	0.794	1.30103	0.71458	8	3	0	0.0071	0.9929
	0.7708	0.0732	0.8453	0.5208						
95	2	0.00038	0.781	1.654177	0.6872	10	2	0	0.8419	0.1581
	0.5949	0.0005	0.8315	0.6621						
96	2.25527251	0.00079	0.786	1.553883	0.70317	10	2	0	0.952	0.048
	0.6709	0.001	0.8368	0.622						
97	1.95424251	0.000848	0.774	1.585461	0.67289	10	2	0	0.846	0.154
	0.5813	0.001	0.824	0.6346						
98	1.77815125	0.00269	0.796	1.597695	0.6668	10	2	0	0.9775	0.0225
	0.5289	0.0033	0.8474	0.6395						
99	1.77815125	0.00174	0.796	1.631444	0.67023	10	2	0	0.9919	0.0081
	0.5289	0.0021	0.8474	0.653						
100	1.77815125	0.00414	0.7796	1.624282	0.66269	10	2	0	0.9512	0.0488
	0.5289	0.005	0.83	0.6502						
101	1.69897	0.00181	0.767	1.436163	0.63052	11	3	0	0.3351	0.6649
	0.5054	0.0022	0.8166	0.5749						
102	1.84509804	0.0017	0.807	1.600973	0.67806	11	2	0	0.9879	0.0121
	0.5489	0.0021	0.8592	0.6408						
103	1.69897	0.00227	0.783	1.583199	0.65235	11	2	0	0.7254	0.2746
	0.5054	0.0028	0.8336	0.6337						
104	2.04139269	0.00251	0.783	1.583199	0.68475	11	2	0	0.7745	0.2255
	0.6072	0.0031	0.8336	0.6337						

2.3 – кестенің жалғасы

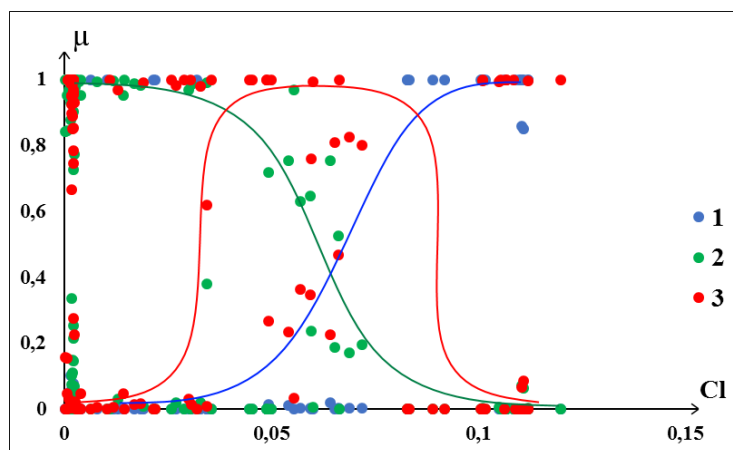
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
105	1.95424251	0.00182	0.768	1.230449	0.63398	11	3	0	0.1025	0.8975
	0.5813	0.0022	0.8176	0.4925						
106	1.84509804	0.00189	0.747	1.361728	0.6283	11	3	0	0	1
	0.5489	0.0023	0.7953	0.5451						
107	2.07918125	0.0022	0.758	1.240549	0.64265	11	3	0	0	1
	0.6185	0.0027	0.807	0.4966						
108	2.14612804	0.00235	0.72	1.123852	0.62104	11	3	0	0.0002	0.9998
	0.6384	0.0029	0.7665	0.4498						
109	2.17609126	0.00234	0.72	1.123852	0.62387	11	3	0	0.0001	0.9999
	0.6473	0.0029	0.7665	0.4498						
110	2.23044892	0.0024	0.747	1.214844	0.6497	11	3	0	0	1
	0.6635	0.0029	0.7953	0.4863						
111	2.17609126	0.00238	0.751	1.113943	0.63589	11	3	0	0.0068	0.9932
	0.6473	0.0029	0.7995	0.4459						
112	3.07918125	0.00274	0.888	2.267172	0.89724	12	2	0.0092	0.9821	0.0087
	0.916	0.0033	0.9454	0.9075						
113	3.07918125	0.002395	0.886	2.342423	0.90411	12	2	0.0089	0.9845	0.0067
	0.916	0.0029	0.9433	0.9376						
114	3.07918125	0.00242	0.891	2.330414	0.90498	12	2	0.01	0.9823	0.0077
	0.916	0.0029	0.9486	0.9328						
115	3.07918125	0.00223	0.876	2.322219	0.89783	12	2	0.0063	0.9863	0.0074
	0.916	0.0027	0.9326	0.9295						

2.3 – кестенің жалғасы

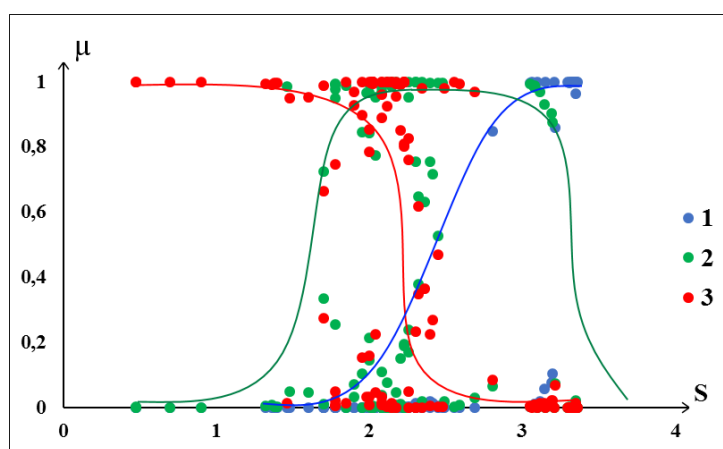
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
116	3.07918125	0.00281	0.873	2.290035	0.89329	12	2	0.0056	0.9883	0.0061
	0.916	0.0034	0.9294	0.9166						
117	3.1903317	0.00225	0.888	2.392697	0.92062	12	2	0.0775	0.9022	0.0203
	0.949	0.0027	0.9454	0.9577						
118	3.19589965	0.00153	0.884	2.330414	0.91305	12	2	0.1026	0.877	0.0204
	0.9507	0.0019	0.9411	0.9328						
119	3.11394335	0.00182	0.889	2.403121	0.91487	12	2	0.0176	0.969	0.0135
	0.9263	0.0022	0.9464	0.9619						
120	3.04921802	0.00352	0.871	2.429752	0.90397	12	2	0.0027	0.9932	0.0042
	0.907	0.0043	0.9273	0.9726						
121	3.14612804	0.00169	0.894	2.498311	0.92977	12	2	0.0559	0.9305	0.0136
	0.9359	0.0021	0.9518	1						
122	2.49136169	0.0329	0.8203	2.024075	0.78937	13	3	0.0002	0.019	0.9808
	0.7411	0.0401	0.8733	0.8102						
123	2.69019608	0.0131	0.8123	1.850646	0.78628	13	3	0.0003	0.0308	0.9689
	0.8002	0.016	0.8648	0.7408						
124	2.34242268	0.027	0.8167	1.747412	0.74516	13	3	0	0.019	0.981
	0.6968	0.0329	0.8695	0.6994						
125	2.20411998	0.0192	0.8149	1.803457	0.73678	13	3	0	0.0093	0.9907
	0.6557	0.0234	0.8676	0.7219						
126	2.17609126	0.00032	0.822	1.693727	0.72514	14	2	0	0.9999	0.0001
	0.6473	0.0004	0.8751	0.6779						
127	2.14612804	0.00074	0.82	1.693727	0.72148	14	2	0	0.9998	0.0002
	0.6384	0.0009	0.873	0.6779						

2.3 – кестенің жалғасы

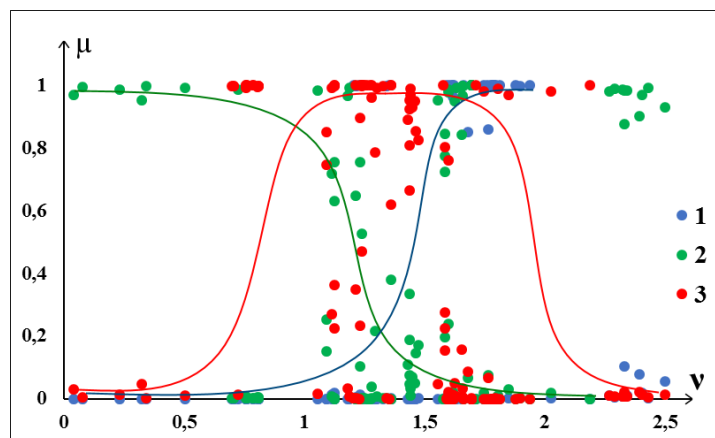
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
128	2.30103	0.00085	0.854	1.693727	0.75043	14	2	0	0.9999	0.0001
	0.6845	0.001	0.9092	0.6779						
129	2	0.0011	0.786	1.657056	0.68962	14	2	0	0.9675	0.0325
	0.5949	0.0013	0.8368	0.6633						
130	2.47712125	0.00178	0.786	1.657056	0.73478	14	2	0	0.9971	0.0029
	0.7369	0.0022	0.8368	0.6633						
131	2.44715803	0.0029	0.786	1.657056	0.73199	14	2	0	0.997	0.003
	0.7279	0.0035	0.8368	0.6633						
132	2.39794001	0.00174	0.786	1.657056	0.72729	14	2	0	0.9964	0.0036
	0.7133	0.0021	0.8368	0.6633						
133	2.25527251	0.0031	0.831	1.695482	0.7367	14	2	0	0.9999	0.0001
	0.6709	0.0038	0.8847	0.6787						
134	2.34242268	0.00295	0.831	1.695482	0.74494	14	2	0	1	0
	0.6968	0.0036	0.8847	0.6787						
135	2.30103	0.00404	0.831	1.695482	0.74106	14	2	0	1	0
	0.6845	0.0049	0.8847	0.6787						



а)



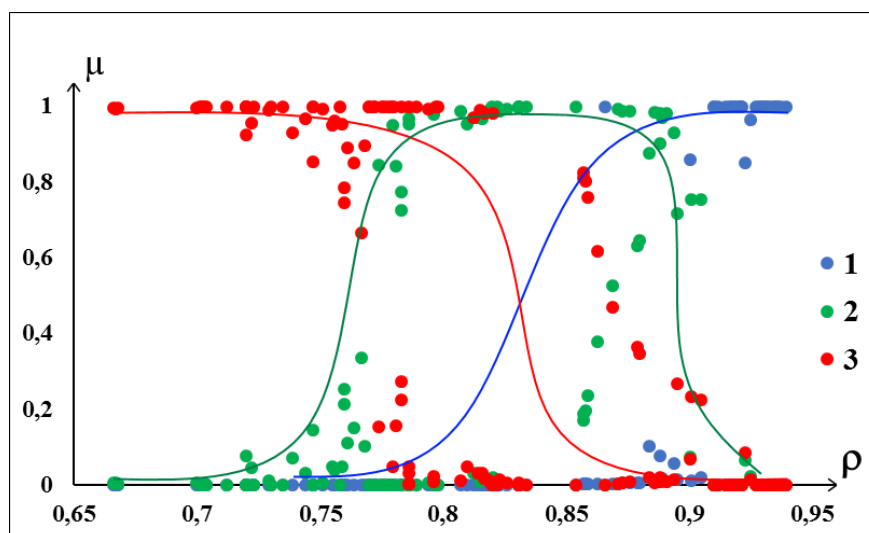
б)



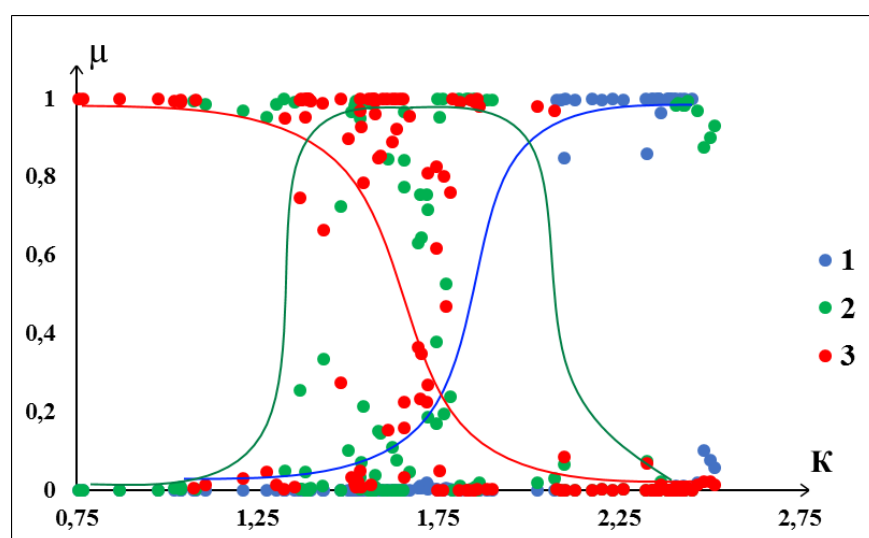
в)

а) хлор құрамы или мөлшері; б) күкірт мөлшері; в) тұтқырлық; г)тығыздық; д) мұнай сапасының шартты кешенді индексі.

Сурет 2.2 – Мұнай сапасын сипаттайтын кешендегі бес белгі бойынша кластер-талдау нәтижелері, 1 бет



Г)



Д)

Сурет 2.2 – 2 бет

Математикада белгілі тәсілдердің көмегімен қарастырылған белгілер мұнайдың құрамы мен қасиеттерін және "мұнай сапасы мен оның пайда болу жағдайларының кешенді сипаттамасын" сипаттайтын төрт белгіні қамтыған жағдайда бірыңғай шартты "мұнай сапасының индексіне" біріктіріледі. Ол үшін мына өрнек қолданылады:

$$K = \alpha_1 * (\log(1000 * S)) + \alpha_2 * (10 - 4 * Cl) + \alpha_3 * (\rho / 1000) + \alpha_4 * (\log(10 * v)) - \alpha_5 * (\log K_{пр}) \quad (2.1),$$

мұндағы, $\alpha_i = \frac{S_i}{S_{барлық}}$

S_i - i -ші параметр мәндерінің қосындысы, $S_{барл} = \sum_{i=1}^5 S_i$

Есептеулерден және α мәндерін ауыстырудан кейін бұл өрнектер келесі форманы қабылдады:

$$K = 0,281 * (\log (1000 * S)) + 0,027 * (10^{-4} * Cl) + 0,349 * (\rho / 1000) + 0,226 * (\log (10 * v)) - 0,117 * (\log K_{пр}) \quad (2.2)$$

$$K = 0,318 * (\log (1000 * S)) + 0,031 * (10^{-4} * Cl) + 0,395 * (\rho / 1000) + 0,256 * (\log (10 * v)) \quad (2.3)$$

Өрнектердегі барлық айнымалылар нормаланған түрде ұсынылған, яғни олардың әрқайсысының максималды мәні бойынша нормаланған. Орындалған кластерлік талдау нәтижелері бойынша «егер... онда...» принципі бойынша түсініктеме жасалып, анық емес ережелер тұжырымдалған. Кез-келген процестерді зерттеу кезінде модельдеу әдетте жүзеге асырылып, бұл негізгі кезең ретінде модельдерді құруды қамтиды. Бұл модельдер әдетте кейбір шығыс параметрлерінің кірістерге тәуелділігін білдіреді. Осылайша құру өте жиі кездеседі, яғни. математикадан белгілі әдістермен әр түрлі сипаттағы белгісіздіктерге байланысты модельдер қиынға соғады, ал кейбір жағдайларда мүмкін емес болады. Мұндай жағдайларда кластерлік талдау деректерін интерпретациялау нәтижелері бойынша байланыс орнатуға болады. Мұндай байланыс ретінде "егер..., онда...", атап айтқанда:

Егер хлоридтердің концентрациясы жоғары және күкірт концентрациясы жоғары және тұтқырлығы жоғары және мұнай тығыздығының су тығыздығына қатынасы жоғары және өткізгіштігі жоғары болса, онда мұнай алудың қиындық дәрежесі жоғары болады.

Егер хлорид концентрациясы орташа және күкірт концентрациясы орташа және тұтқырлық орташа және мұнай тығыздығының су тығыздығына қатынасы орташа және өткізгіштігі төмен болса, онда мұнай алудың қиындық дәрежесі орташа болады.

Егер хлорид концентрациясы төмен болса және күкірт концентрациясы төмен болса және тұтқырлығы төмен болса және мұнай тығыздығының су тығыздығына қатынасы төмен болса және өткізгіштігі орташа болса, онда мұнай алудың қиындық дәрежесі төмен болады.

Мұнай сапасын бағалау жағдайында бұл ережелер келесідей тұжырымдалады:

Егер хлорид концентрациясы жоғары болса және күкірт концентрациясы жоғары және тұтқырлығы жоғары болса және мұнай тығыздығының су тығыздығына қатынасы жоғары болса, онда мұнай сапасы төмен болады.

Егер хлорид концентрациясы төмен болса және күкірт концентрациясы орташа және тұтқырлығы төмен болса және мұнай тығыздығының су тығыздығына қатынасы орташа болса, онда мұнай сапасы орташа болады.

Егер хлорид концентрациясы орташа және күкірт концентрациясы төмен және тұтқырлығы орташа және мұнай тығыздығының су тығыздығына қатынасы төмен болса, онда мұнай сапасы жоғары болады.

Кесте 2.4 – Кластерлер бойынша жіктеу белгілерінің шекаралық мәндері

Белгі		Хлорид концентрациясы		ж ә н е	Күкірт концентрациясы		ж ә н е	log (v*10) Түрлендірілген тұтқырлық		ж ә н е	Мұнай мен су тығыздығының қатынасы		о н д а	Мұнай сапасының жалпыланған көрсеткіші	
		Саны.%	сапа		саны.%	сапа		саны	сапа		Саны	сапа		саны	сапа
1	ЕГЕР	$Cl \geq 0.08$	Жоғары		$S \geq 3$	жоғары		$v \geq 1.7$	жоғары		$\rho \geq 0.88$	жоғары		$K \geq 2.2$	төмен
2		$Cl \leq 0.03$	төмен		$2 < S < 3$	орташа		$v \leq 1$	төмен		$0.78 < \rho < 0.88$	орташа		$1.7 < K < 2.2$	орташа
3		$0.03 < Cl < 0.08$	орташа		$S \leq 2$	төмен		$1 < v < 1.7$	орташа		$\rho \leq 0.78$	төмен		$K \leq 1.7$	жоғары

2-бөлім бойынша қорытынды

Деректерді талдау негізінде өндірілуі қиын мұнайларды жіктеу, олардың сапасын бағалау туралы заманауи идеялар жинақталды. Қазақстанның әртүрлі кенорындарынан іріктелген мұнай қасиеттерінің көрсеткіштерін жүйелеу және оларды анық емес кластер-талдау алгоритмін қолдана отырып жіктеу орындалды. Өндірілуі қиын мұнайдың әртүрлі түрлерінің жіктеу белгілері ретінде белгілердің үш тобы қарастырылып, құрамын сипаттайтын белгілер: қасиеттері бойынша күкірт, хлоридтер; бұл топқа мұнайдың тығыздығы, мұнайдың тұтқырлығы; пайда болу шарттары өткізгіштік жатады. Шығарылуы қиын қорларды жіктеу нәтижелерін талдау жалпы үлгіні (жиынтықты) жіктеу белгілері кешені бойынша біртекті топтарға бөлу қажеттілігін көрсетті, ол үшін бұлыңғыр кластерлік талдау ең қолайлы болып табылады. Мұнай сапасын сипаттайтын параметр ұсынылып, үш кластер алынды, және олардың әрқайсысы экстракцияның қиындық дәрежесін сипаттайды. Сонымен қатар әр кластер үшін көптеген мұнай сипаттамалары мен жалпыланған сапа коэффициентіне сәйкес келетін лингвистикалық ережелер тұжырымдалған. Диссертациялық жұмыстың екінші тарауында әртүрлі ғылыми жұмыстарда көрсетілген зерттеулерді жалпылау нәтижелері және осы негізде өндірілуі қиын қорлардың әртүрлі жіктелімдерінің әдістері мен принциптерін талдау нәтижелері келтірілген, оларды келесідей тұжырымдауға болады:

Өндірілуі қиын қорларды жіктеуге және мұнай алудың қиындық дәрежесін бағалауға қойылатын әдістер мен әдістемелік тәсілдер, ғылыми көзқарастар мен талаптар жинақталады, қорларды өндірудің күрделілік дәрежесін бағалауға мүмкіндік беретін белгілер кешені бойынша әртүрлі типтегі (мұнай, мұнай-газ және газ) кенорындарын жіктеу әдістемесін құрудың және практикалық пайдаланудың негізгі ережелері негізделеді.

Мұнай құрамын сипаттайтын белгілердің қаралатын белгілерінің қатарына енгізілуімен ерекшеленетін, бұлыңғыр кластер-талдау алгоритмін қолдана отырып, Қазақстанның бірқатар кенорындарының құрамын, қасиеттерін және мұнайлардың пайда болу жағдайларын сипаттайтын белгілер кешені туралы ақпаратты талдауға және қорытуға негізделген, өндірілуі қиын қорлар кенорындарының сынамасы ұсынылды;

Мұнайдың құрамы, қасиеттері мен пайда болу жағдайларының сипаттамаларын қамтитын қорларды алудың күрделілік дәрежесін сипаттайтын параметр ұсынылған және белгісіздік жағдайында мұнай алудың қиындық дәрежесін бағалауға мүмкіндік беретін анық емес ережелер тұжырымдалған;

Алынуы қиын қорларды жіктеу нәтижелері мұнайлары олардың сапасына нұқсан келтіретін құрамы мен қасиеттерімен сипатталатын кенорындарымен қатар, алынуы қиын қорлардың үлкен үлесі Қазақстанның көптеген кенорындарына тән коллекторлардың өткізгіштігінің өте төмен мәндері бар жағдайларға да орайластырылғанын көрсетті.

3 ӨНДІРУШІ ҰҢҒЫМА ҚОРЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ КЕНОРНЫНДА ӨТКІЗІЛЕТІН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ ІС-ШАРАЛАР

3.1 Кенорын туралы жалпы мәліметтер

Кез-келген мұнай-газ өндіретін кәсіпорынның тұрақтылығы көбінесе өндіруші ұңғылар қорының қаншалықты тиімді пайдаланылуына байланысты. Әр түрлі елдердегі мұнай өндірудің қазіргі жағдайы суланудың және ұңғылардың тоқтап тұрған қорының өсуімен, сондай-ақ алынуы қиын қорлардың үлесінің артуымен сипатталатыны белгілі болып отыр. Бұл ретте төмен дебитті жоғары суланған ұңғылардың бір бөлігі тиімсіз болып табылады, рентабельді өндіруші ұңғылардың бір бөлігі көбінесе жөндеуді күтуде ұзақ уақыт жұмыс істемейді, бұл өз кезегінде тұтастай алғанда кәсіпорынның тиімділігін төмендетеді. Осыған байланысты жер қойнауын пайдаланудың ұтымды жүйесін әзірлеу кезінде ұңғыларды пайдаланудың уақыт бойынша оңтайлы динамикасын таңдау шешуші фактор ретінде қарастырылады, ол түптеп келгенде әрбір ұңғыны одан әрі пайдаланудың тиімділігін анықтауға келіп тіреледі. Осыны негізге ала отырып, осы тарауда ұсынылған зерттеулердің мақсаты ұңғы қорын пайдаланудың тұрақтылығын, оларды пайдалану тиімділігін бағалау критерийін әзірлеу және пайдалану негізінде ұңғы қорын басқару механизмін қалыптастыру болып табылады. Осыған сүйене отырып, осы тарауда келтірілген зерттеулердің мақсаты өндіруші ұңғылар қорларын пайдалану тұрақтылығын, оларды пайдалану тиімділігін бағалау критерийін әзірлеу және пайдалану негізінде ұңғылар қорын басқаруды қалыптастыру болып табылады. Дегенмен, барлық әдістер күрделі емес және рентабельді емес ұңғыларды тоқтатудың технологиялық мүмкіндігін ескеретінін атап өткен жөн.

Қазіргі уақытта ұңғылардың жұмысы туралы ақпаратты талдаудың дәстүрлі әдістері белгісіздік жағдайында шешім қабылдауға тура келетін бірқатар жағдайларда қажетті нәтиже бермей, тиімсіз болып табылады. Осының негізінде ұңғыларды пайдалануды талдау және жүргізіліп жатқан іс-шаралардың тиімділігін бағалау әдістерін жетілдіру бағытындағы зерттеулердің маңызы арта түсуде. Осы бағытта атқарылған бірқатар жұмыстардан белгілі болғандай, күрделі жағдайда ұңғыларды пайдаланудағы негізгі мәселе ұңғы өнімділігінің нашарлауы болып табылады, бұл өз кезегінде жалпы өндірістің техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне әсер етеді. Сораптардың және басқа жабдықтардың жұмысына геологиялық, техникалық және технологиялық факторлар әсер етеді.

Осы жағдайларда ұңғы қорын пайдаланудың технологиялық тиімділігін бағалау, мұнай өндіру динамикасын талдау және болжамды бағалау үшін ауқымды мақсатты зерттеулер қажет. Қазіргі уақытта қолданылатын ұңғылардың жұмысы туралы ақпаратты талдаудың дәстүрлі әдістері белгісіздік жағдайында шешім қабылдауға тура келетін кейбір жағдайларда қажетті нәтиже бермейді және қолайсыз болып отыр. Бұл жағдайда мұнай өндіру динамикасын талдау процесінде қолдану келесі кезеңдегі өндіріс көрсеткіштерін бағалау және

болжау әдістемесін ұсынуға, сондай-ақ ұңғылар қорларын пайдаланудың технологиялық тиімділігіне негізделген баға беруге мүмкіндік беретін әдістер қажет. Қазіргі уақытта ұңғылардың өнімділігін талдау әдістерін заманауи әдістермен жетілдіру бағытында зерттеулер жүргізу өзекті бола түсуде. Осыған сүйене отырып, осы тарауда Қазақстанның ірі кенорындарының бірі-Қаражанбас кен орнында игеру көрсеткіштерін талдау нәтижелері келтірілген. Кен орнының қысқаша сипаттамасы және кен орнын игерудің ағымдағы жай-күйін талдау, көрсеткіштер динамикасын статистикалық талдау келтіріледі және оларды келесі кезеңге болжауға әрекет жасалады.

Қаражанбас кен орны Ақтау портының солтүстігіндегі Бозашы түбегінде орналасқан. Бұл кен орны Батыс Қазақстанның тұтқырлығы жоғары мұнайларының таяз жатқан (250-500м) ірі кенорындарының бірі болып табылады. Кенорын 1974 жылы ашылды. 1974 жылдың басында Қаражанбас жергілікті құрылымының батыс бөлігінде бұрғыланған К-12 құрылымдық барлау ұңғысынан бастап мұнай фонтаны дебиті тәулігіне 100 тоннаға дейін жетті. Мұнай баррем шөгінділерінен небәрі 303 м тереңдіктен алынды. Қаражанбас кен орнында бұрғыланған ұңғылармен ерте триас, орта Юра және ерте Бор дәуіріндегі шөгінділер ашылды. 1977 жылы кен орнының қорларын есептеу жүргізілді, ал 1978 жылы термиялық әдістерді қолдана отырып, тәжірибелік учаскелерді дамытудың технологиялық схемасы жасалды.

Кенорында екі тәжірибелік учаске құрылды, біреуі ылғалды қабат ішілік жану әдісін (ҚІЖ) қолдана отырып, екіншісі бу-жылу әдісін қолдану (БЖӘ). Ылғалды жерде жану әдісі айдалатын тотықтырғыштың (ауаның) көмегімен құрамындағы мұнайдың ішінара жануынан тікелей қабатта жылу шығаруға негізделген. Ылғалды жанудың мәні мынада: қабатқа ауа сорылады, белгілі бір пропорцияда ауамен бірге су да айдалады, ол жану фронтымен қыздырылған жынысты басып озып, буланып, газ ағынымен тасымалданады, жану фронтының алдында орналасқан аймаққа ауысып, онда кең жылу аймақтарын құрайды. Бұл аймақтар негізінен бу және қыздырылған су аймақтарымен көрінеді. Бу жылумен әсер ету әдісі температураның қабаттағы мұнай мен судың қасиеттерінің өзгеруіне әсеріне негізделген. Сонымен қатар, температураның әсерінен мұнайдың тұтқырлығы айтарлықтай төмендейді, оның термиялық кеңеюі жүреді, бұл қабат су коэффициенттерінің жоғарылауына және қабаттардың қалыңдығына да, кен орнының ауданына да әсер етеді.

1979 жылдан бастап игеру, ал 1980 жылдан бастап қабат ішіндегі ылғалды жанудың көмегімен тәжірибелік учаскені бұрғылау басталды. 1982 жылдан бастап тәжірибелік учаскесінде бу-жылумен әсер ету жүзеге асырылады. 1984 жылы қабатқа бу-жылу әсерінің технологиясы мен техникасын өнеркәсіптік игеру және ылғалды қабат ішілік жану үшін "Термиялық әдістерді қолдана отырып, Қаражанбас кенорнын игерудің технологиялық схемасы" жасалып, бекітілді. Қаражанбас кенорнында қабат ішіндегі ылғалды жанудың және бу-жылу әсерінің технологиясынан басқа әсер етудің басқа технологиялары да жобаланған: қабат ішілік құрғақ жану, процесті көбікпен реттей отырып құрғақ және ылғалды жану, мұнайды полимер ерітіндісімен және бу мен ығыстыру,

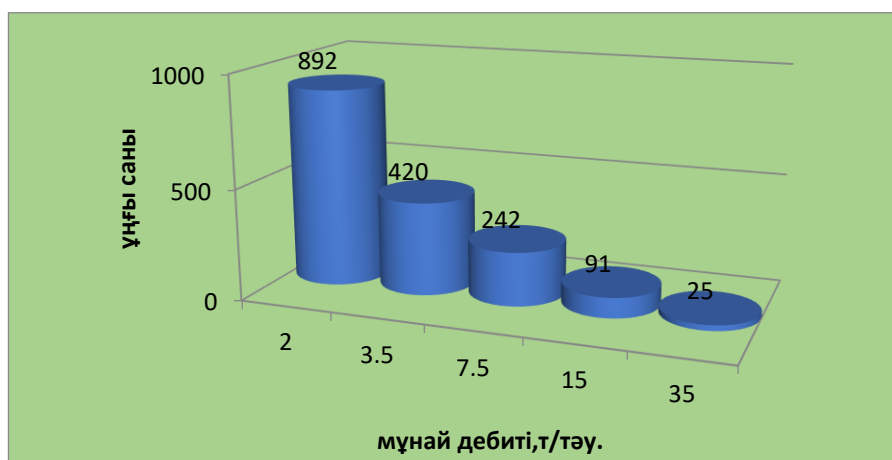
мұнайды су мен ығыстыру. 1996 жылы қабат ішіндегі ылғалды жанудың қолдануды тоқтату туралы шешім қабылданды және сәйкесінше 1996 жылдан бастап ауа айдауды тоқтатты. Қазіргі уақытта кенорнында жылумен әсер ету және су айдау технологиясы жүзеге асырылуда. Бу-жылу әсерінің учаскесінде жұмыс агенті ретінде бу мен ағынды су, бұрынғы қабат ішіндегі ылғалды жанудың учаскесінде ағынды су қолданылады.

3.2 Ұңғылардың жұмыс көрсеткіштерін талдау

Кенорнын пайдалану барысында барлық өнімді горизонттар үш игеру объектісіне біріктірілді. Олардың біріншісі мұнай кенорындарын қамтиды, А1, А2, Б қабаттарымен байланысты және В, екіншісі-қабаттармен Г және Д₁ және үшіншісі-байланысты барлық кенорындары Д₂, Ю-І (жоғары, орта және төменгі қабаттар) және Ю-ІІ (негізгі және линза тәрізді) горизонттар. 2010 жылғы жағдай бойынша Қаражанбас кен орнында барлығы 2744 ұңғы бұрғыланды, оның ішінде: 2032 өндіруші (74,1%), 530 айдау (19,3%), 71 - бақылау, 54 – сіңіру, 56 жойылды, бір ұңғы консервацияда. Кенорында жұмыс істемейтін ұңғылар – 502 немесе 19,6% айдау және өндіру ұңғыларының бүкіл қорынан алынды. Өндіруші қорда ұңғылардың 16,4%, айдау қорында – 31,7% жұмыс істемейді.

Өндіруші ұңғылардың әрекетсіздігінің негізгі себептері мұнайдың жоғары сулануы және ұңғы оқпанындағы сұйықтық деңгейінің төмендігі болып табылады. Айдау ұңғыларының әрекетсіздігінің негізгі себептері-қабылдаудың болмауы (17,7%), технологиялық себептер (31%), пайдалану бағанының герметикалығының бұзылуы (10,6%). Талдау жүргізілген күні өндіруші ұңғылардың жартысынан көбі (53%) орташа мұнай өндіру жылдамдығы 2 т/тәу дейін, ал ұңғылардың тек 1%-ы ғана орташа мұнай өндіру жылдамдығымен тәулігіне 50 т/тәу дейін жұмыс істеп тұрды.

Тәулігіне 50 т артық сұйықтық дебитімен жұмыс істеген ұңғылардың үлесі 22.8% құрайды. 3.1-суретте мұнай өндіретін ұңғылардың қолданыстағы қорын мұнай дебиттері бойынша бөлу көрсетілген. Нәтижелері 3.2-суретте көрсетілген Джини коэффициенті арқылы 3.1-кестеге негізделген қорларды пайдаланудың технологиялық тиімділігіне баға берілді [120].

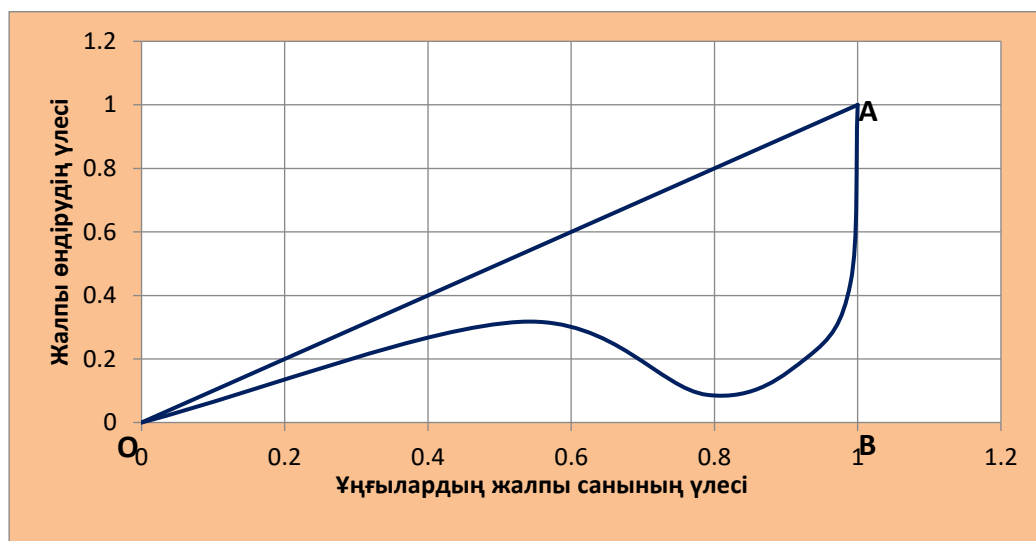


Сурет 3.1– Қолданыстағы өндіруші ұңғыларды мұнай дебиттері бойынша бөлу

Кесте 3.1 – Джини коэффициентін есептеу үшін қажет жинақталған жиіліктердің мәндері және олардың комбинациясы

p_i	q_i	$p_i q_{i+1}$	$p_{i+1} q_i$
0,53	0,317	0,046	—
0,79	0,087	0,163	0,25
0,93	0,21	0,409	0,08
0,99	0,44	0,99	0,204
1	1		0,44
Σ		1,608	0,974

Коэффициент Джини: $G = \Sigma p_i q_{i+1} - \Sigma p_{i+1} q_i = 1,608 - 0,974 = 0,634$.



Сурет 3.2 – Қаражанбас кен орнының өндіруші ұңғыларының пайдалану қорының техникалық жағдайын бағалау

Бұл коэффициентті есептеу идеясы мен практикасы басқа салалардан белгілі. Сонымен қатар, мысалы, Джини коэффициентін есептеу кезінде халықтың нақты кірісін бөлуді сандық бағалау үшін "Лоренц қисығы" деп аталатыны белгілі. Бұл халықтың әр тобына жиынтық табыстың қанша үлесі келетінін көрсетеді, бұл белгілі бір елдегі экономикалық теңсіздік деңгейін бағалауға мүмкіндік береді. Жақында бұл критерий ұңғылардың технологиялық тиімділігін талдау кезінде де қолданыла бастады [121-126]. Бұл ретте ұңғы қорын пайдаланудың технологиялық тиімділігін бағалауға қатысты, егер «өндірістік ұңғылардың жалпы саны және жалпы өндіру» мәндерін 100% деп алсақ, онда 2-суреттегі түзу сызық ұңғылардың барлық топтары арасында жалпы өндірудің абсолютті біркелкі бөлінуін көрсетеді.

Дегенмен, нақты таралу әрқашан осы сызықтан ауытқумен сипатталады. Абсолютті біркелкі емес бөлу координат осьтерімен сәйкес келеді. Бірақ «өте нашар» және «өте жақсы» ұңғылар әрқашан қордың шамалы бөлігін құрайтындықтан, біздің алдымызда «Лоренц қисығы» деп аталатын қисық болады, оның диагональдан ауытқуы тау-кен өндірісінің біркелкі емес таралу

дәрежесін анық көрсетеді [127]. Өндірісті бөлудегі теңсіздіктің нақты деңгейін есептеу үшін (Джини коэффициенті) біркелкі және біркелкі емес таралу сызықтарынан пайда болған аумақты ОВА үшбұрышының ауданына жатқызу керек. Алынған нәтиже - «Джини коэффициенті». Есептеулер нәтижесінде 0,634-ке тең коэффициент мәні алынды, бұл ұңғы қорын өте тұрақты емес пайдалануды көрсетеді. Кен орны бойынша статистикалық мәліметтерге сәйкес Қаражанбас кенорнындағы ұңғы қорын пайдалану және мұнай өндіру тұрақтылығының динамикасына талдау жасалды. Ол үшін Джини коэффициенттері әр жеті жыл сайын белгілі бір кезеңдер үшін есептелді, олар 3.2 - кестеде және 3.3 - суретте келтірілген.

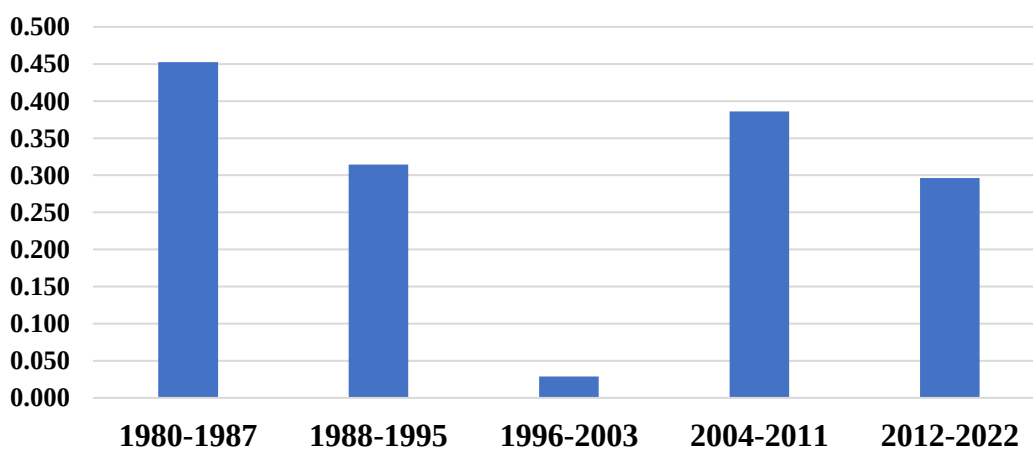
Кесте 3.2 – Белгілі бір кезеңдердегі Джини коэффициентінің мәндері

Кезең	p_i	q_i	$p_i q_{i+1}$	$p_{i+1} q_i$	Джини коэффициенті
1	2	3	4	5	6
1980- 1987	0,002444	0,150296	0,000663	-	$G = \sum p_i q_{i+1} - \sum p_{i+1} q_i$
	0,021181	0,271405	0,008408	0,003183	
	0,084318	0,396935	0,045126	0,022884	
	0,180448	0,535188	0,120103	0,071626	
	0,323829	0,66558	0,251028	0,173309	
	0,514868	0,775186	0,456643	0,342685	
	0,7389	0,886913	0,7389	0,572785	
	1	1	-	0,886913	
	Σ		1,62087	2,073387	0,45252
1988- 1995	0,000873	0,217516	0,000315	-	$G = \sum p_i q_{i+1} - \sum p_{i+1} q_i$
	0,130783	0,361118	0,06438	0,028447	
	0,271603	0,49227	0,165848	0,098081	
	0,414024	0,610625	0,29798	0,203811	
	0,546989	0,719716	0,448866	0,334005	
	0,697265	0,820614	0,639711	0,501833	
	0,846814	0,917458	0,846814	0,694907	
	1	1	-	0,917458	
	Σ		2,463915	2,778543	0,31463
1996- 2003	0,000786	0,173478	0,000184	-	$G = \sum p_i q_{i+1} - \sum p_{i+1} q_i$
	0,138256	0,234553	0,039139	0,023984	
	0,275727	0,283089	0,092259	0,064672	
	0,411495	0,334603	0,18245	0,11649	
	0,550537	0,443382	0,341333	0,184211	
	0,694292	0,620001	0,567386	0,307837	
	0,843284	0,817216	0,843284	0,522837	
	1	1	-	0,817216	
	Σ		2,066035	2,037247	0,028788
	0,000456	0,193699	0,000166	-	

3.2 – кестенің жалғасы

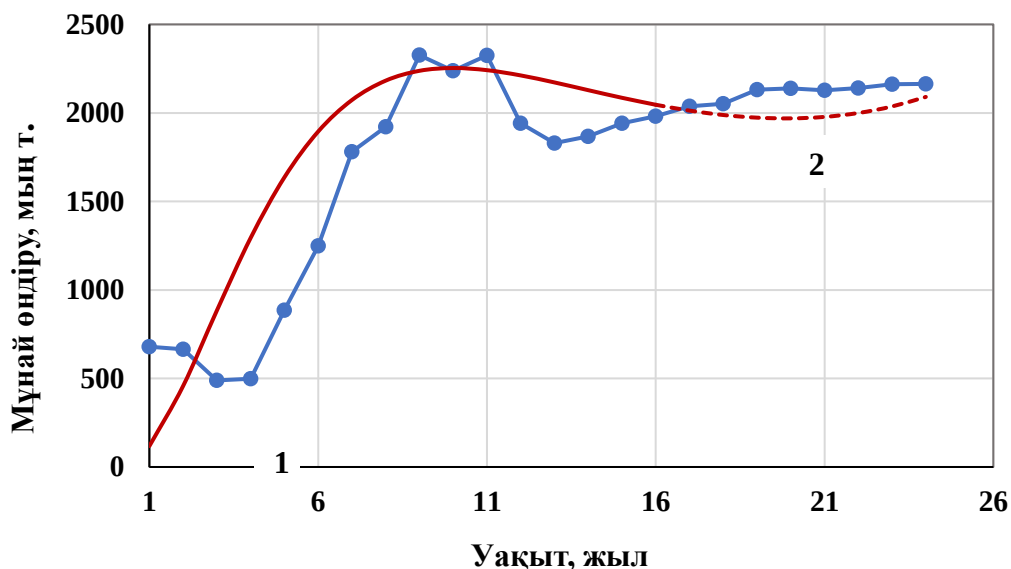
1	2	3	4	5	6
2004-2011	0,106443	0,365019	0,055748	0,020618	$G = \sum p_i q_{i+1} - \sum p_{i+1} q_i$
	0,228309	0,523732	0,146814	0,083337	
	0,358304	0,643051	0,264772	0,187655	
	0,509041	0,738959	0,421347	0,327339	
	0,661754	0,827726	0,604718	0,489009	
	0,825179	0,913811	0,825179	0,683022	
	1	1	-	0,913811	
	Σ		2,318743	2,704791	
2012-2022	0,000215	0,246384	7,23E-05	-	$G = \sum p_i q_{i+1} - \sum p_{i+1} q_i$
	0,091777	0,335454	0,038242	0,022613	
	0,186679	0,416686	0,092167	0,062622	
	0,284129	0,49372	0,161814	0,118393	
	0,383052	0,569508	0,246767	0,18912	
	0,481831	0,644213	0,346382	0,274407	
	0,581329	0,718886	0,460137	0,3745	
	0,683196	0,791526	0,588938	0,49114	
	0,785494	0,862034	0,730831	0,621739	
	0,89307	0,93041	0,89307	0,769857	
	1	1	-	0,93041	
	Σ		3,55842	3,8548	

Көріп отырғанымыздай 3.3- суретте, жалпы қарастырылып отырған уақыт ішінде қорларды пайдалану процесі тұрақты өтті, ал ұңғы қорларын ең тұрақты пайдалану кезеңі 1996-2003 жылдарды қамтитын кезең болды.



Сурет 3.3 – Қаражанбас кен орнында өндіруші ұңғылар қорларын пайдалану тұрақтылығының серпіні (Джини коэффициенті)

1996-2011 жылдар кезеңінде жылдық мұнай өндіру динамикасы ұсынылды. 3.4-сурет пен 3.2-кестеден көріп отырғанымыздай, 2011 жылғы жағдай бойынша барлық кен орны бойынша нақты мұнай өндіру 1980,8 мың тоннаны құрады. Мұнай мен сұйықтықтың орташа тәуліктік шығыны 5,4 т/тәу және 47 т/тәу болды, орташа сулану 90% құрады. Мұнай өндірудің жиынтық көлемі игерудің басынан бастап талдау күніне дейін жалпы кенорны бойынша 36 659,5 мың тоннаны құрады.



1 - Нақты өндіру; 2-соңғы сегіз жылдағы есептік және болжамды өндіру

Сурет 3.4 – Уақыт бойынша мұнай өндірудің өзгеруі

Игеру мәліметтерін зерттеу арқылы Қаражанбас кен орнын пайдаланудың үш кезеңін бөліп көрсетуге мүмкіндік берді (3.4-суретте келтірілген).

Бірінші кезең (1996-2004 жж.) – мұнай өндірудің кәдімгідей тұрақты өскені байқалады. 2004 ж. жылдық өнім 2325,9 мың т құрайды. Бұл кезеңде де жаңадан бұрғыланған ұңғылардан алынған мұнай өнімінің 0-ден 552,4 мың т-ға өскендігі байқалады. Бұл жылдары бастапқы өндірілетін қордан мұнай өндіру қарқыны да 0,701-ден 2,6 %-ға өсіп отырған және де жұмыс ітеп тұрған ұңғылардың орташа мұнай дебиті де артқан.

Екінші кезең (2004-2006 жж.) – тұрақты жоғары жылдық мұнай өнімімен сипатталады (2325,9-2324,1 мың.т). Бұл уақытта жаңадан бұрғыланған ұңғылардан алынған мұнай өнімінің жоғары болуы байқалады (552,4-557,9 мың т.) және мұнай өндіру қарқыны - 2,6 %. Осының барлығы мұнай өндірудің жоғарғы деңгейін ұстап тұру үшін жүргізілетін шаралардың тиімділігіне куәлік береді.

Үшінші кезеңде – мұнай өнімінің төмендегені байқалады, мысалы, 2007 жылы жылдық мұнай өндіру 2006 жылмен салыстырғанда 382,1-ге, 16 %-ға төмендегені байқалады, ал 2008 жылы 113,2 мың т-ға, 21 %-ға, 2009 жылы 17 %

және солай өзгере береді. Осы жылдарда да игеру қарқынының 2006 жылы – 2,6 %-дан 2011 жылы 2,19 %-ға біраз төмендегені байқалады. Үшінші кезең уақытында сонымен бірге жаңадан енгізілген ұңғылардан алынған мұнай өнімінің төмендегені байқалады. Мысалы, 2006 жылы жаңадан бұрғыланған ұңғылардан алынған жылдық өнім 557,9 мың т болса, ал 2007 жылы 112 мың т құрап, 2009 жылы - 61,53 мың т төмендеген. Сонымен қатар, 2010, 2011 жылдары - жылдық өнім өскені байқалды, яғни сәйкесінше 1940,6 және 1980,8 мың т дейін өзгерген, бұл осы жылдары жаңадан енгізілген ұңғылардан алынған мұнай өнімінің артуына және өндіруші ұңғылар жұмысының тиімділігінің артуына байланысты болған.

Статикалық талдау үшін 3.3-кестеде келтірілген, 14 жыл бойына (1996–2009) алынған мұнай өнімінің көрсеткіштерінің қозғалысы динамикасы туралы мәліметтер қолданылған болатын.

Соңғы мәліметтер болжамды тексеру үшін қалдырылған. Бұл кенорындағы мұнай өндіру динамикасының статикалық талдауының көрсетуі бойынша, мұнай өндірудің динамикалық қатарының мәндері өте ауқымды өзгерістерге ұшырап тұр. Барлық қарастырылып отырған кезеңдегі мәндер аз амплитудамен болса да, біресе жоғарылайды, біресе төмендейді. Бұл жерде мұнай өндіру көрсеткіштерінің құлдырауына әкелетін жалпы тенденциясы туралы ғана мәлімет беруге болады.

Белгілі болғанындай, кенорын пайдаланудың соңғы сатысында мұнай өнімінің төмендеуімен, игеру қарқынының төмендігімен, өнім сулануының тұрақты өсуімен сипатталады, бұл сондай ұңғыларды пайдаланған кезде шығынға әкеледі, нәтижесінде бүкіл кәсіпорынның жұмыс тиімділігінің көрсеткіштерінің жалпылама төмендеуіне жеткізеді.

Сондықтан бұл жағдайда болжамды бағалау өте маңызды роль атқарады, бұл мұнай өнімінің түсу қарқынын азайту немесе тұрақтандыру бойынша шараларды дер кезінде қабылдауға мүмкіндік береді.

Болжамды бағалау қажеттілігіне байланысты мұнай өндіру динамикасының 14 жылға арналған корреляциялық талдауы жасалынды, оның нәтижесінде берілген тәуелділіктің төмендегідей аналитикалық теңдеуі шығарылды:

$$Q = 18,1 \bar{t}^{2,46} \exp (2,24 - 0,37\bar{t} + 0,0062\bar{t}^2), \quad (3.1)$$

мұндағы $\bar{t}$ - қалыптастырылған өлшемсіз уақыт.

Осы тәуелділік бойынша 14 шама және болжамға қалдырылған 8 шама бойынша есептелген нәтижелер 3.2- және 3.3-суреттерде (2) қисық түрінде келтірілген. 2-кестеден және 2-суреттен көрініп тұрғандай, (3.1) формула бойынша шығарылған есептер 2009 жылға дейінгі болжамды және нақты мәліметтертің барынша жақсы сәйкес келгендігін көрсеткен.

Кесте 3.3 –Уақыт бойынша жылдық мұнай өндірудің есептік және нақты деректері

Жыл	Мұнай өндіру, мың т.		Салыстырм алы қателік, %	Абсолютті өсімше $Q_i - Q_{i-1}$	Өсу қарқыны (төмендеу), % $(Q_i/Q_{i-1}) * 100$	Өсімше қарқыны, % $100 * (Q_i/Q_{i-1} - 1)$
	есептік	нақты				
1	2	3	4	5	6	7
1 (1996)	118,17	680	-	-	-	-
2 (1997)	457,54	664,3	-	-15,7	97,69	-2,31
3 (1998)	883,86	489	-	-175,3	73,61	-26,39
4 (1999)	1293,87	497,8	-	8,8	101,8	1,8
5 (2000)	1636,2	885,4	-	387,6	177,86	77,86
6 (2001)	1894,75	1248,4	-	363	141	41
7 (2002)	2072,79	1780,58	16,41	532,2	142,63	42,63
8 (2003)	2182,31	1922,1	13,54	141,5	107,95	7,95
9 (2004)	2237,88	2325,9	3,78	4,03,8	121,01	21,01
10 (2005)	2253,57	2238,2	0,69	-87,7	96,23	-3,77
11 (2006)	2241,58	2324,1	3,55	85,9	103,84	3,84
12 (2007)	2211,85	1942	13,90	-382,1	83,56	-16,44
13 (2008)	2172,18	1828,83	18,77	-113,2	94,17	-5,83
14 (2009)	2128,54	1867	14,01	38,2	102,09	2,09
15 (2010)	2085,4	1940,6	7,46	73,6	103,94	3,94
16 (2011)	2046,08	1980,8	3,30	40,2	102,07	2,07
17 (2012)	2013,07	2037	1,17	56,2	102,84	2,84
18 (2013)	1988,28	2052	3,11	15	100,74	0,74
19 (2014)	1973,24	2132	7,45	80	103,9	3,9
20 (2015)	1969,26	2138	7,89	6	100,28	0,28
21 (2016)	1977,6	2127,1	7,03	-10,9	99,49	-0,51
22 (2017)	1999,55	2141,1	6,61	14	100,66	0,66
23 (2018)	2036,58	2161,8	5,79	20,7	100,97	0,97
24 (2019)	2090,43	2164	3,40	2,2	100,1	0,1

Нақты мәндер болжамды жылдардағы мұнай өндірісінің өсуін көрсетеді (3.4-суретте, 2-қисық). Қарастырылып отырған кезеңдегі нақты және болжамды мәндердегі мұндай айырмашылық 3.3 - кестеде жүргізіліп жатқан іс-шараларға байланысты мұнай өндірудің ұлғаюымен байланыстылығын көрсетеді. Болжамды жылдары мұнай өндірудің өсуінің ықтимал себептерінің бірі пайдалану мен пайдалану коэффициентінің өсуі болды. Осыған байланысты қарастырылып отырған кезеңде өткізілетін іс-шараларға талдау жасалды [127, с.36].

3.3 Кенорнында қолданылатын геологиялық техникалық шаралардың технологиялық тиімділігін талдау және бағалау

Талданып отырған бес жылдық кезеңде мұнай өндіруді ұлғайту және рентабельділігі төмен ұңғылардың өнімділігін арттыру мақсатында 422 іс-шараны орындау жоспарланған болатын. Оның ішінде ұңғыларды жоғары/төменгі горизонттарға ауыстыру, қайта түсіру, жөндеу және оқшаулау жұмыстары, пайдалану ұңғыларын пайдаланудан шығару, сондай-ақ қабат қысымын ұстап тұру, пайдалану ұңғыларын бу және су айдауға көшіру шаралары. Күтілетін қосымша мұнай өндіру-75,1 мың тоннаны құрайды.

Қарастырылып отырған кезеңде кенорнында 543 геологиялық-техникалық іс-шара жүргізілді, оның ішінде 140 геологиялық-техникалық операция әрлеу/қайта түсіру/тарту, 157-сі горизонтқа көшу, 57-і жөндеу және оқшаулау жұмыстары болды. Ұңғылардың негізгі бөлігі кен орнының орталық учаскесінде орналасқан - 119 бірлік. Үстіндегі және төменгі ағынды объектілерге ауыстыру бойынша іс-шараларды жүргізуге өнімділігі төмен, суы жоғары ұңғылар мен белсенді емес және бақылау қорындағы ұңғылар болып табылады. Кәсіпорын деректеріне сәйкес іс - шараның осы түрін өткізуден ең жоғары өсім 2015 жылы байқалды (тәулігіне 2,5 тонна), келесі жылдары ұңғылар бойынша өсім айтарлықтай төмендеп, 2016-2019 жылдары тәулігіне 2,3-1,5 тонна құрады. Мұнайды қосымша өндіру бойынша ауытқу 2017 жылы байқалады. Жоспарланған 13,8 мың тоннаға 8,8 мың тонна мұнай алынды. Ең үлкен қосымша өндіріс 2016 жылы алынды, жоспарланған 4,6 мың тонна ұңғылардың саны бойынша артық орындалуына байланысты 20,9 мың тонна алынды.

3.3.1 Ұңғы қорына сипаттама жасау

2019 жылы 4 ұңғыда (1861, 1866, 67 және 2162) ауыстыру бойынша іс-шаралар қосымша бағаналар тізбегін (4 дюймдік) түсіру арқылы орындалды.

Қосымша бағандарды түсіру үшін баған бұзылған ұңғылар, сондай-ақ кен орнының Орталық учаскесінен өту үшін ауданда күрделі оқшаулау жұмыстары бар ұңғылар таңдалды.

Қарастырылып отырған кезеңде кен орнында 116 перфорациялау-жару жұмыстары (өңдеу, түсіру және қосу) жоспарланған, қосымша мұнай өндіру – 35,0 мың тонна.

2015 жылдан 2019 жылға дейін қосымша 35,6 мың тонна өндірумен өндіру және айдау ұңғыларында 140 іс-шара орындалды.

Іс – шаралардың негізгі бөлігі 2019 жылы – 34 ұңғыда, 2016 жылы – 31 ұңғыда, 2017-2018 жылдары – 30 ұңғыда және 2015 жылы-15 ұңғыда орындалды. Іс – шаралардың негізгі бөлігі кен орнының Орталық учаскесінде – 73 ұңғы, Шығыс учаскесінде – 40 ұңғы, Батыс учаскесінде – 23 ұңғы және Солтүстік учаскесінде-4 ұңғы жүргізілді.

5 жыл ішінде аталған қызмет 140 ұңғыда жүргізілсе, ал жоспар бойынша 116 ұңғы жоспарланған болатын. Қосымша өндірудің ауытқуы 2018 жылы байқалады, 9,6 мың тонна жоспарланған болатын, ал алынған 5,9 мың тонна

алынды. Ең үлкен қосымша өндіріс 2019 жылы алынды, жоспарланған 6,3 мың тонна 8,6 мың тонна мұнай алынды.

7 ұңғыда (511,1717, 4347, 529, 4457, 2203 және 1441) қосымша бағанның (4 дюйм) түсуімен орындалды. Қосымша колоннаны түсіру колоннаны бұза отырып және күрделі оқшаулау жұмыстарымен ұңғыларда жүзеге асырылды.

Кен орнында сулануды азайту мақсатында 2 немесе 4 манжетті пакердің көмегімен немесе цементті қабатқа айдау арқылы жоғары суланған горизонттарды оқшаулау бойынша іс-шаралар жүргізіледі. Бу айдау аймақтарында су басқан аралықты анықтау үшін термометрия жүргізіледі. Кен орнының барлық учаскелерінде ағынды оқшаулау шаралары жүргізілді. Талданған кезеңде барлығы 57 жөндеу-оқшаулау жұмыстары өткізілді. Негізгі бөлігі Орталық учаскеде 27 ұңғыда аяқталды, Шығыс учаскесінде 16 ұңғы, Батыс учаскесінде 11 ұңғы, Солтүстік учаскеде 3 ұңғы тартылды.

2017 жылы 19 ұңғыда, 2015 жылы 7 ұңғыда, 2016 жылы 10 ұңғыда, 2018 жылы 10 ұңғыда, 2019 жылы 11 ұңғыда оқшаулау бойынша іс-шаралар өткізілді.

30.09.2016 ж. мерзімі бойынша 2833 ұңғыда термометрия нәтижелері бойынша Ю1, Ю2 горизонттары 314,8-319 м аралықта оқшауланды; 319,6-323,3 м; 329,4 - 338 м; 346,0-347,4 м және 348,3-350,2 м. Іс-шара өткізілгеннен кейін суланудың 92% - дан 70% - ға дейін төмендеуі байқалды. Мұнай бойынша өсім тәулігіне-1,5 т құрайды.

20.10.2016 ж. 5019 ұңғысында термометрия нәтижелері бойынша Д2, Ю1 горизонттары оқшауланған. Іс-шарадан кейін мұнайдың өсуі-тәулігіне 1 тоннаны құрады.

7111 ұңғыда термометрия нәтижелері бойынша Д2 горизонтының жоғарғы бөлігі де оқшауланған. Іс-шарадан кейінгі орташа өсім мұнай бойынша тәулігіне 1,43 тоннаны құрады. Кен орнындағы орташа өсім мұнай бойынша 0,7–1 т/тәу. құрайды.

Жұмыссыз тұрған өндіру және айдау ұңғыларынан қалпына келтіру үшін келесідей қортынды шығардық. Кенорнындағы белсенді емес қорды азайту үшін ұңғылар өндіру және айдау ұңғыларының белсенді емес қордан шығарылады деп есептеледі.

3.3.2 Ұңғы қорын пайдаланудың технологиялық тиімділігін бағалау

Ұңғылар техникалық және геологиялық себептер бойынша әрекетсіз қалдырылды. Талдау көрсеткендей, өндіруші ұңғылардың әрекетсіздігінің негізгі себептері: геологиялық (сулану, сұйықтықтың төмен деңгейі және рентабельділік емес); техникалық себептер (құбырлар тізбегінің бұзылуы, құмның пайда болуы); айдау ұңғылары үшін: геологиялық (қабылдағыштығы төмен, әсерлесетін ұңғыларға әсері); техникалық себептер (бұзылу, ығысу, құбырлар тізбегінің тарылуы, штанганың үзілуі, құбырлар тізбегінің арасындағы білінулер, құбырлар сыртындағы білінулер СКҚ-нің үзілуі).

Қарастырылып отырған кезеңде пайдалану ұңғыларын әрекетсіз күйден шығару бойынша барлығы 32 іс-шара өткізілді. Іс-шаралардың ең көп саны 2016 және 2017 жылдары, тиісінше, 10 ұңғы және 9 ұңғы болды.

Жоғарыда айтылғандай, өндіруші ұңғылардың әрекетсіздігінің негізгі себептері сулану және бағандардың істен шығуы болып табылады. Қаралып отырған кезеңде бұзушылықтарды жоюмен және жұмыстардың әрекетсіздіктерінен шығару бойынша 32 іс-шара жүргізілді.

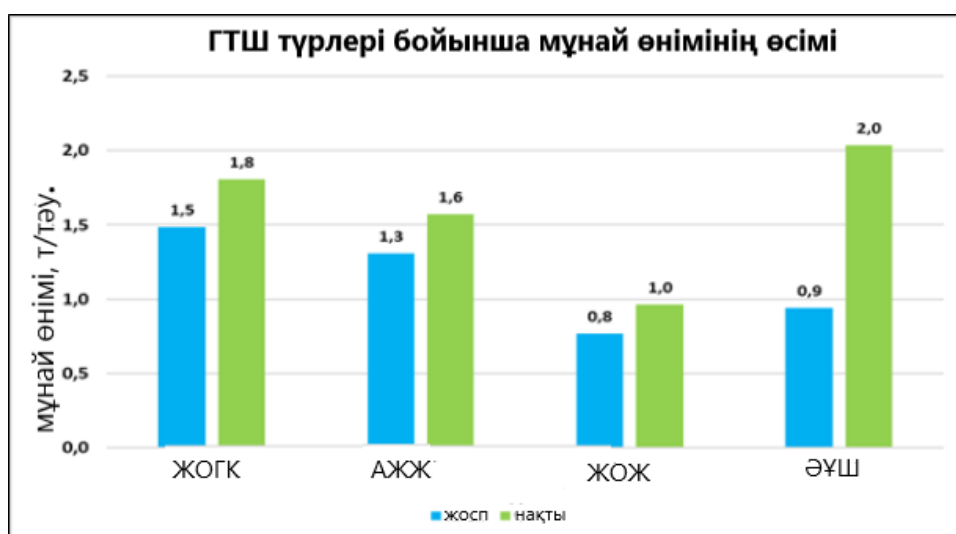
Қарастырылып отырған кезеңде барлығы 4,8 мың тонна мұнай өндірумен өндіруші ұңғыларды әрекетсіздіктен шығару бойынша 19 іс-шара жоспарланған болатын. Талданып отырған кезеңде 32 іс-шара орындалып, 6,5 мың тонна қосымша өнім өндірілді.

Жұмыс істемейтін жағдайдан шығарылған өндіру ұңғыларының негізгі бөлігі басқа горизонтқа көшу, аяқтау және жөндеу және оқшаулау жұмыстарын жүргізу үшін тізімге енгізілген.

2015-2019 жылдар кезеңінде жұмыс істемейтін қордан 6 айдау ұңғы шығарылды. Оның ішінде 2016 жылы 3 ұңғы болса, 2017 жылы қалған 3 ұңғы болды. Қалған жылдары айдау ұңғыларының әрекетсіздігінен шығару одан әрі өндіруші қорға ауыстырыла отырып орындалды. Өндіруші қорға аудару басқа горизонтқа көшумен жүзеге асырылды. Алынған ұңғылардың негізгі бөлігі кен орнының орталық учаскесінде 5 ұңғы, сондай-ақ шығыс учаскесінде 1 ұңғы орналасқан.

Қабаттық қысымды ұстап тұру мақсатында және қабатқа әсер ету әдісі ретінде 146 ұңғыны айдау үшін, оның ішінде 66 ұңғыны бу айдау үшін және 80 ұңғыны су айдау үшін ауыстыру жоспарланған. Қарастырылып отырған кезеңде кенорнында барлығы 140 ұңғы айдауға берілді, олардың ең көп саны 2015 және 2017 жылдары-101 операция болды. Тасымалдаулардың ең көп көлемі Орталық және Шығыс блоктарда-тиісінше 79 және 36 ұңғыларда жүзеге асырылды.

Қарастырылып отырған кезеңде 140 ұңғы өндірістік қордан су айдау қорына бөлек берілді, жоспарланған 146 ұңғы болатын. Оның ішінде 51 су айдау ұңғысы және 89 бу айдау ұңғысы болды. Жоспарланған 66 ұңғымен 89 ұңғы бу айдауға, 51 ұңғы су айдауға, жоспарлы 80 ұңғыға ауыстырылды.



Сурет 3.5 – 2015-2019 жылдардағы мұнайдың орташа өсімін геологиялық техникалық шаралардың технологиялық түрлері бойынша бөлу

Қарастырылып отырған кезеңде орындалған геологиялық техникалық шаралардың технологиялық түрлері бойынша мұнайдың орташа өсімі 3.5 - суретте келтірілген. Ұсынылған мәліметтерге сәйкес ең тиімді шаралар өндіру ұңғыларын және үстінде жатқан горизонтқа көшіру пайдаланудан шығару болып табылады, бұл шаралар бойынша мұнайдың орташа өсімі сәйкесінше 2,0 т/тәу және 1,8 т/тәу. құрайды.

Кенорнында жөндеу және оқшаулау жұмыстарының тиімділігі аз—1,0 т/т. Перфорациялау және жару жұмыстарынан (өңдеу, қайта түсіру және біріктіру) мұнайдың орташа өсімі тәулігіне 1,6 тонна болды [127, с.41].

3-бөлім бойынша қорытынды

2015-2019 жылдар аралығында мұнай өндіруді ұлғайту және кен-орнындағы рентабельділігі төмен ұңғылардың өнімділігін арттыру мақсатында 543 геологиялық техникалық іс-шаралар өткізілді, оның ішінде 140 шара – ату арқылы жару біріктіру бойынша, 157 - жоғары тұрған горизонтқа ауыстыру бойынша және 57 су басқан аралықтарды оқшаулау бойынша жүргізілді.

Іс-шаралардың негізгі бөлігі орталық учаскенің ұңғыларында өткізілді. Кенорнындағы ең тиімді геологиялық-техникалық шара болып өндіруші ұңғыларды әрекетсіздіктен шығару, жоғарғы қабатқа ауыстыру және ату-жару жұмыстары табылады, осы іс-шаралар бойынша орташа өсім сәйкесінше тәулігіне 2,0 т, 1,8 т және 1,6 т құрады.

Осы тараудағы зерттеу нәтижелері келесі тұжырымдарға әкелді:

1 Ұңғының қорын пайдаланудың технологиялық тиімділігін бағалаудың жетілдірілген әдісі ұсынылды. Ұңғылар қорын пайдалану бойынша тұрақтылық критерийінің динамикасына талдау жасалды.

2 Қаражанбас кенорнында мұнай өндіру динамикасы туралы деректерді өңдеу нәтижесінде мұнай өндірудің уақыт бойынша өзгеруін білдіретін және осы көрсеткішті игерудің кейінгі жылдарына болжауға мүмкіндік беретін эмпирикалық тәуелділік алынды.

3 Талдау тұтастай алғанда өндірудің болжамды және есептік мәндерінің сәйкес келетіндігін анықтады, соңғы қарастырылған кезеңде нақты мәндер болжамдық мәндерден асып түседі. Мұндай айырмашылық басқа себептермен қатар әртүрлі геологиялық-техникалық шараларды (ұңғыларды бұмен жылумен өңдеу, үстіңгі қабатқа ауыстыру, су оқшаулау жұмыстары және қабаттардың мұнай өндірісін арттырудың басқа әдістері) қолданумен байланысты.

4 ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ӨНДІРІСТІК МӘЛІМЕТТЕРДІ ТАЛДАУ НӘТИЖЕЛЕРІ БОЙЫНША ҚАРАЖАНБАС КЕНОРНЫНДАҒЫ ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ҰНҒЫ ТҮБІ АЙМАҒЫНА ӘСЕР ЕТУ ҮРДІСІН РЕТТЕУ

Ұңғыларды қышқылмен өңдеу өндірісті интенсификациялаудың бір түрі болып табылады, бұл кезде қышқыл жыныстардың өткізгіштігін арттыру мақсатында қабаттың жару қысымымен қабатқа айдалады немесе ұңғылардың түп маңындағы аймағының ластануын өңдеу және тазарту болып табылады. Ұңғылардың өнімділігін жақсартуға тау жыныстарын қышқыл құрамымен еріту арқылы қол жеткізіледі.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жоғары тұтқырлы мұнай кенорындарын игеруде тұз қышқылы ерітінділерін қолдану арқылы ұңғы түбінің түзілу аймағына әсер ету басты болып келді және болып қала береді. Алайда, Ресейде, Қазақстанда, Әзірбайжанда және алыс шет елдерде жүргізілген көптеген зерттеулер бұл әсер ету әдісінің тиімділігі әрдайым жоғары бола бермейтінін, кейде тіпті теріс нәтижелермен сипатталатынын көрсетеді [21, с.485; 55, с.352; 55, с.354; 56, с.6; 75, с.57]. Мұның себептері: кенорындарының геологиялық құрылымының ерекшеліктері, атап айтқанда, қолданылатын әсер ету технологиясының нақты геологиялық жағдайларына сәйкес келмеуі, ұңғылар мен кенорындары жұмысының технологиялық ерекшеліктерін ескере отырып ұңғыларды іріктеудің ғылыми негізделген әдістемелері мен өңдеу технологияларының болмауы [40, с.59; 42, с.216; 54, с.80; 67, с.35; 73, с.28], шешім қабылдау мәселелерін толық пысықтау жеткіліксіз болғандықтан болып отыр. Айта кету керек, ұңғы түбіне әсер ету әдістерін жүзеге асырудың тиімділігі әртүрлі зерттеушілермен әртүрлі критерийлерді қолдана отырып көрсетіледі, бұл әртүрлі жағдайлар үшін болжамдардың нәтижелерін салыстырмалы талдауға және салыстырмалы түрде кешенді және жан-жақты бағалауға мүмкіндік бермейді [40, с.60; 72, с.23; 74, с.184]. Сонымен қатар, қазіргі уақытта Қаражанбас кенорнының құрамында тұтқырлығы жоғары мұнай және алынуы қиын қорлары бар кенорындары бойынша тұз қышқылын өңдеуді (ТҚӨ) жүргізу тәжірибесін жинақтауға мүмкіндік беретін зерттеулер іс жүзінде жоқ екені анықталды. Бұрын алынған модельдер мен әдістерді қолдану [17, с.401; 59, с.60; 126, с.55] басқа кенорындарының жағдайлары үшін (құрамы, қасиеттері және мұнай пайда болу шарттары бойынша біздің жіктеу нәтижелеріне қатысты) үлкен қателіктерге ғана емес, сонымен қатар қарама-қайшы нәтижелерге әкелуі мүмкін.

Қаражанбас кенорнының қарастырылып отырған кеніші төмендегі көрсеткіштермен: жоғарғы тығыздалуымен, төмен өткізгіштігімен және жалпы күрделі геологиялық құрылымымен, кеуекті кеңістіктің болмауымен және мұнай қорларын өндіру кезінде жаңа технологиялық шешімдерді терең талдауды, дайындауды (немесе қолданыстағы шешімдерді жетілдіруді) талап ететін ашық та, жабық та жақсы дамыған жарықшақтығымен 4.1-кесте сипатталады.

Сонымен қатар, мұнай сапасы жағынан оның сапасын нашарлататын құрамы мен қасиеттерімен де ерекшеленеді.

4.1 Қаражанбас кенорнында ТҚӨ қолданудың тиімділігін статистикалық талдау және негіздеу

Ұңғыларды қышқылмен өңдеу мұнай өндіруді қарқындатудың бір әдісі болып табылады, бұл кезде тау жыныстарының өткізгіштігін арттыру мақсатында немесе ұңғы маңы аймағының ластануын өңдеу және тазарту мақсатында қышқыл қабатты жару қысымымен қабатқа айдалады. Ұңғылардың өнімділігінің жақсаруы қышқылды қоспаның әсерінен тау жыныстарының еруі есебінен жүреді.

Терригендік коллекторларды тұзды-қышқылмен өңдеу (ТҚӨ) – бұл күрделі үрдіс, модельдеудің қиындығының себебі тау жынысының терригенді матрицасы мен қышқылдың арасындағы реакция жылдамдығы табылады, және тұнба түзілуі де үрдісті қиындатады. Одан бөлек, әр түрлі жағдайларда бұл әдістің салыстырмалы тиімділігін терең талдау арқылы зерттеулердің жеткіліксіз болуы ТҚӨ-ді енгізу үшін геологиялық шарттарды негіздеуге және оларды дұрысырақ таңдауға кері әсерін тигізеді. ТҚӨ-дің тиімділігі бірінші кезекте қышқылдың қабатқа ену тереңдігіне және коллектордың қышқылды ерітіндіде толық еруіне байланысты болады. Тиімділікке қол жеткізу үшін қышқылды қоспаны және оның тиімді концентрациясын мұқият таңдау қажет

Осыған байланысты, қабатқа әсер ету үрдісін бақылау мен реттеуді жүргізуге мүмкіндік беретін технологияларды қолдану мақсатымен, ауыр, тұтқырлығы жоғары мұнайы бар әр түрлі геологиялық-физикалық жағдайларда ТҚӨ-ді жүргізу тәжірибесін жалпылау, сонымен қатар геологиялық-физикалық жағдайлар мен ТҚӨ-ді жүргізу технологиясының ең жақсы сәйкестігін ғылыми негіздемемен таңдау өте өзекті болып табылады.

Қойылған мәселелерді шешу үшін Қаражанбас кенорнынан жиналған геологиялық-кәсіпшілік мәліметтерді пайдалана отырып талдау жасалды. Қаражанбас кенорны жағдайында қышқыл ерітінділерінің әр түрлі концентрациясы қолданылды, қарастырылып отырған ұңғыда құрамы тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясының әр түрлі арақатынасында дайындалған қоспадан, сондай-ақ Ю-III кеніштің 3 керн үлгісінде жасалған зертханалық зерттеулердің нәтижелері бойынша «Қазақ мұнай және газ ғылыми-зерттеу және жобалау институты» ұсынған 12% HCl+3% CH₃COOH-дан тұрды. Барлығы әр түрлі арақатынастағы он концентрация таңдалды.

Эксперименттік зерттеулер көрсеткендей, терригенді тау жынысының ерігіштігінің құрамында гидрофтор қышқылы бар тұз қышқылының концентрациясына тәуелділігі тұз қышқылының төмен концентрациясы аймағында айтарлықтай өзгереді, ал тұз және сірке қышқылды негіздегі композициялар айтарлықтай төмен еріткіш қасиетке ие. Сондай-ақ, тұз қышқылының жоғары концентрациясында құрамында фтор бар реагент түрі терригенді тау жынысының еру параметрлеріне айтарлықтай әсер етпейтіні анықталды. Терригендік коллектордың тау жыныстарының ерігіштігі

гравиметриялық әдіспен қышқылдық құраммен өңделгенге дейін және одан кейін кептірілген керн материалының салмағының жоғалуының бастапқы салмағына қатынасы ретінде анықталады.

Аналитикалық таразыда 0,0001 грамм дейінгі дәлдікпен шамамен 5-6 грамм керн материалы өлшенеді.

Аспаны белгілі бір концентрациядағы дайындалған ерітіндісі бар жабық ыдысқа мұқият ауыстырады және массаның 1 сағаттан тәулікке дейін өзгерісін бақылайды. Белгіленген уақыт аяқталғаннан кейін стакандағы қоспа қағаз сүзгісіне ауыстырылады, ол алдын-ала m_{ϕ}^0 тұрақты массасына жеткізіледі. Сүзгідегі тұнбаны тазартылған (дистилденген) сумен жуады. Сүзгіден алынған тұнбаны кептіру шкафында 105°C температурада m_{ϕ}^1 тұрақты массасына дейін кептіреді. Жалпы ерігіштікті төмендегі теңдеу арқылы есептейді:

$$P_{\text{жалпы}} = \frac{\Delta m_{\text{нав}}}{m_{\text{нав}}^{\text{исх}}} * 100\% \quad (4.1)$$

$$\Delta m_{\text{нав}} = m_{\text{нав}}^{\text{исх}} - m_{\text{нав}}^{\text{обр}} \quad (4.2)$$

$$m_{\text{нав}}^{\text{обр}} = m_{\phi}^1 - m_{\phi}^0 \quad (4.3)$$

Тұзды және гидрофтор қышқылдарының әр түрлі концентрацияларындағы тау жыныстарының ерігіштігін зерттеу нәтижелері бойынша қышқыл концентрациясының жоғарылауымен ерігіштік көрсеткіштері өсетіні анықталды. Жасалған статистикалық талдау нәтижесінде тұз және гидрофтор қышқылының концентрациясына ерігіштіктің эмпирикалық тәуелділігі шығарылды:

$$P_{\text{жалпы}} = A(\text{HCl})^b(\text{HF})^c \quad (4.4)$$

Есепте ("ҚМГ ИНЖИНИРИНГ" ЖШС-нің ПТВ-2 жаңа кенішінің тығыздалған тау жыныстарының мұнайбергіштігін жақсарту үшін қышқылдық өңдеуді жүргізу жөніндегі ғылыми негіздемесі) келтірілген мәліметтерді пайдалана отырып әр түрлі тереңдіктен іріктелген және әр түрлі литологиясы бар тау жыныстарды білдіретін керндерге арналған (4.4) теңдеуінде параметрлері табылды және төмендегі 4.2 -кестеде келтірілген.

Осы диссертациялық жұмыстың екінші тарауында Қаражанбас кенорны бойынша жиналған және 2.1 және 2.3 - кестеде көрсетілген мұнайдың қай санатқа жататынын анықтауға мүмкіндік беретін анық емес кластер-талдау алгоритмін жүзеге асыру нәтижелері келтірілген. Осы жұмыста ұсынылған өндірілуі қиын қорлардың кенорындарының жіктелуі белгілер кешені туралы ақпаратты талдауға және жалпылауға негізделген. Белгілер кешені бірқатар кенорынның мұнайының құрамын, қасиеттерін және орналасу жағдайларын сипаттайды. Бұл ұсынылған жіктелу (классификация) мұнайдың құрамын сипаттайтын қарастырылатын белгілер санына енгізілуімен де ерекшеленеді.

Кластер анализ нәтижелері мен мұнайдың қасиеттері және орналасу жағдайлары туралы мәліметтерді салыстырғаннан шығатыны қарастырылатын мұнай қиын өндірілетін түріне жатады.

4.2 Тау жынысына қышқылдық құрам әсер еткенде болатын негізгі физикалық-химиялық процестер

Қышқылмен өңдеу – өндіру және айдау ұңғыларының өнімділігін қалпына келтіру үшін мұнай өндіруді жоғарлатудың кең таралған химиялық әдістерінің бірі болып табылады. Келесі мәселелерді шешу үшін қышқылмен өңдеу жүргізіледі.

1 Түп маңы аймағындағы органикалық және минералдық шөгінділердің алынуына байланысты скин-фактордың төмендеуі. Скин-фактор ұңғыны аяқтаудың жетілдіруінің шамасын көрсетеді. Оң скин-фактор зақымдалған қабатты немесе механикалық проблеманың шыққанын көрсетеді.

Нөлдік скин-фактор қабат зақымдалғанын көрсетеді. Теріс скин-фактор қабатқа әсер еткеннен кейін пайда болады. (қышқылмен өңдеу, қабатты сұйықтықпен жару ҚСЖ, тереңдік перфорация).

2 Өткізгіштігі төмен қабат учаскелерінің гидравликалық өткізгіштігін арттыру

Зерттеу жұмысында атап өтілгендей [128-130], гидравликалық өткізгіштік коэффициенті әдетте үш айнымалы – өткізгіштік, тиімді (жұмыс) қабат қалыңдығы және сұйықтықтың тұтқырлығы ескеріле отырып анықталады. Осыған сүйене отырып, қабаттың төменгі ұңғы аймағының төмен гидроөткізгіштігінің себептері: а) қабаттың әр түрлі жыныстарының ластануына немесе қабатты құрайтын тау жыныстарының төмен өткізгіштігіне байланысты түп маңы аймағының төмен өткізгіштігі; б) өндірілетін өнімнің жоғары тұтқырлығы; в) қабаттың тиімді қалыңдығын азайтуға әкелетін қабаттың өткізгіштігі бойынша қатпарлы әртектілігінің жоғары болуы. Қабатты ашу, пайдалану, жөндеу үрдісі кезінде пайда болатын қабаттардың ластану тереңдігі ұңғыларға байланысты айтарлықтай өзгеріп отырады. Мысалы, бұрғылау арқылы қабатты алғашқы ашқаннан кейін оның шамасы 1-2 м болуы мүмкін. Гидроөткізгіштіктің төмен болуы сонымен қатар өндірілетін өнімнің жоғары тұтқырлығына, коллектордың төмен өткізгіштігіне және мұнай қабатының сұйықтықтарының және минералды қаңқасының табиғи қасиеттері әсерінен оның әртекті болуына шартты байланысты. Коллектордың әртектілігін ұңғыны пайдалану режимдерінің әсерінен және басқа сыртқы факторлардың әсерінен арттыруға болады.

3 Өндіру ұңғыларының ағын профилін айдау ұңғыларының қабылдағыш профилін теңестіру.

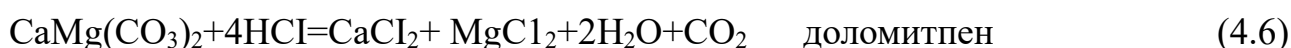
Қабылдағыш профилін теңестіру жұмыстарының мақсаты келесідей: қабатқа айдалатын агенттің фильтрациялық ағыстарының бағыттарын өзгерту есебінен әсер ету арқылы қабатты қамту коэффициентін арттыру, сонымен қатар төмен фильтрациялық кедергілер каналдарын азайту; бұрын дренаждалмаған

кабат аймақтарынан қосымша мұнай өнімін алу; ілеспе өндірілетін суды алуға жұмсалатын пайдалану шығындарын азайту.

Қышқыл ерітіндісіне кіретін қышқыл компоненттерінің концентрациясын таңдаудың негізгі принциптерінің бірі-қажетсіз жауын-шашынның минималды мөлшері мен еріген жыныстың максималды мөлшерін қамтамасыз ету болып табылады.

Карбонатты тау жыныстары үшін кальций немесе магний карбонатына тиімді әсер ететін тұз қышқылы қолданылады, бұл кезде еритін және оңай алынатын хлоридтер түзеді, сонымен қатар фтор қышқылының карбонаттармен реакциясының өнімі болып табылатын ерімейтін тұнба - кальций фторидінің түзілуін азайтады.

Карбонатты тау жыныстарының тұз қышқылымен реакциясы (4.5), (4.6) - теңдеулерімен сипатталады:



Терригенді коллектордың негізгі компоненттері болып табылатын силикатты тау жынысын түзуші минералдарды еріте алатын қасиетке ие жалғыз қышқыл - гидрофтор қышқылы (балшық құрамына кіреді) терригенді тау жыныстары үшін қолданылады. Тұз қышқылын фторсутек қышқылымен араластырып қолдану рН қажетті интервалда ұстап тұруға көмектеседі.



Үш компонент (HCL, су және коррозия ингибиторы) ұңғыны өңдеуге арналған қарапайым қышқылды құрамды құрайды.

Қышқыл ерітінділеріне әр түрлі қоспалар енгізеді: коррозия ингибиторлары, реакция жылдамдығын бәсеңдеткіштер және т. б.

Жер үсті және жер асты жабдықтарының металын, ұңғы сүзгісін, кигізбе және сорғы-компрессорлық құбырларды қышқыл коррозиясынан қорғау үшін ингибиторлар қолданылады.

Әр түрлі тереңдіктегі тау жыныстарының үлгілері үшін тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы 4.1-4.10 -суреттерде көрсетілген [131].

Кесте 4.1 – Қаражанбас кенорнындағы қабат мұнайының құрамы, қасиеттері және орналасу жағдайлары

Ұңғы	Құрамы			Қабат мұнайының қасиеттері		Орналасу жағдайлары	
	Парафин, масса%	Асфальтен, масса %	Шайыр, масса %	Тұтқырлық сП	Тығыздық кг/м ³	Кеуектілік	Өткізгіштік
6К	2,1	3,4	18,2	368,4	930,4	0,006	123,6
1132	1,6	3,2	17,8	421	939,5	0,0398	174,4
8104	2	2,3	17,5	515	923,7	0,023	112,7
1102	1,7	2,5	19,2	465	925,8	0,071	748,4
1475	2,7	3,1	19,7	421,8	918,4	0,0097	641,3
5080	1,9	2,3	17,8	345	930,1	0,0089	211
401	1,7	2,4	18,6	422,5	918,6	0,0033	1032
6596	1,8	2,8	20,3	327	921,5	0,0047	644,2
8120	1,9	2,3	17,8	345	939	0,0046	1278
8032	2	2,2	17,6	541	920	0,003	146
8119	2	2,7	17,6	346	922	0,08	1056,7
185	2,5	2,9	18,2	300	910	0,04	91,16
Ескерту: Боялған мәліметтер ТҚӨ жүргізу жағдайларын сипаттайды.							

Кесте 4.2 – Жалпы ерігіштігін анықтау және олардың мәндеріне тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясының әсерін бағалау нәтижелері

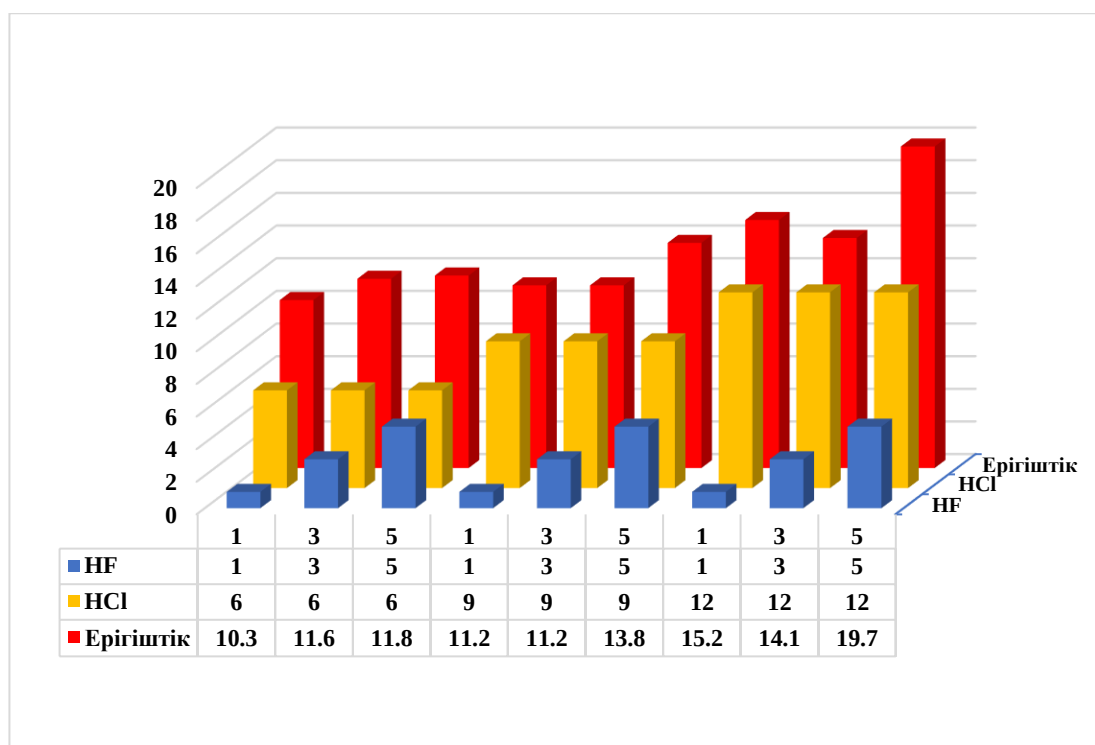
Үлгі №	Тереңдігі, м	Үлгінің литологиялық сипаттамасы	Ерігіштігі										4.4-тендеудің параметрлері		
			6% HCl + 1HF%	6% HCl + 3HF%	6% HCl + 5HF%	9% HCl + 1HF%	9% HCl + 3HF%	9% HCl + 5HF%	12% HCl + 1HF%	12% HCl + 3HF%	12% HCl + 5HF%	12% HCl + 3CH ₃ COOH%	a	b	c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	313,20	Ұсақ түйіршікті алевроитті, полимикті, қоңыр-сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар, қалыңдығы 0,5 мм көлбеу жарықшағы кальцитпен	10,3	11,6	11,8	11,2	11,2	13,8	15,2	14,1	19,7	6,8	3,86	0,531	0,0713
2	314,10	Ұсақ түйіршікті алевроитті, полимикті, сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас, арасында қалыңдығы 0,5 мм сұр түсті сазды материалдан тұратын көлбеу қабатшалары бар	7,8	5,2	7,7	5,9	6,8	7,6	4,5	6,7	5,7	3,3	9,14	0,16	0,03
3	318,16	Ұсақ түйіршікті алевроитті, полимикті, сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас	11,1	12,2	12,6	8,4	10	10,2	12	11,4	13,4	7,3	9,33	0,05	0,08

4.2 – кестенің жалғасы

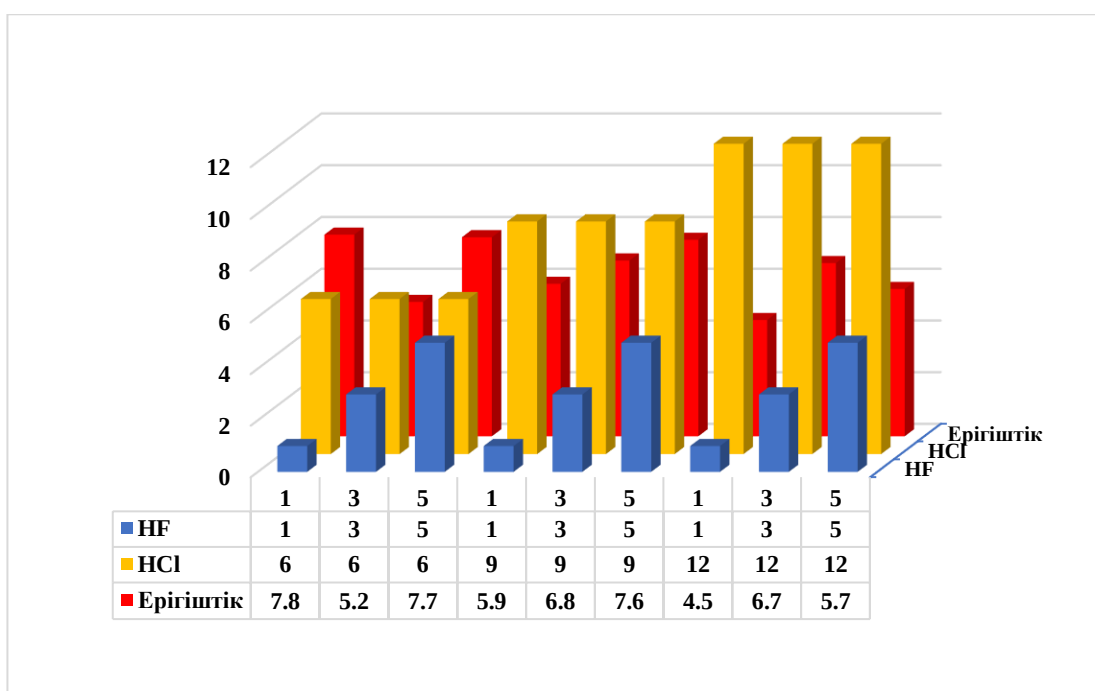
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	324,50	Ұсақ түйіршікті алевритті, полимиктті, сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас	7,1	9,8	10,4	6,9	10,6	13,7	5,7	11,4	11,6	8	3,86	0,26	0,35
5	328,68	Ұсақ түйіршікті алевритті, полимиктті, қоңыр-сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас	11,4	11,4	10,3	12,8	13,3	12,7	11,8	8,2	8,5	8,3	19,42	0,24	0,05
6	337,04	Ұсақ түйіршікті алевритті, полимиктті, қоңыр-сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас	10,9	8,3	10,3	7,8	13,5	9,4	7,6	11,1	9,3	7,9	10,4	0,036	0,003

4.2 –кестенің жалғасы

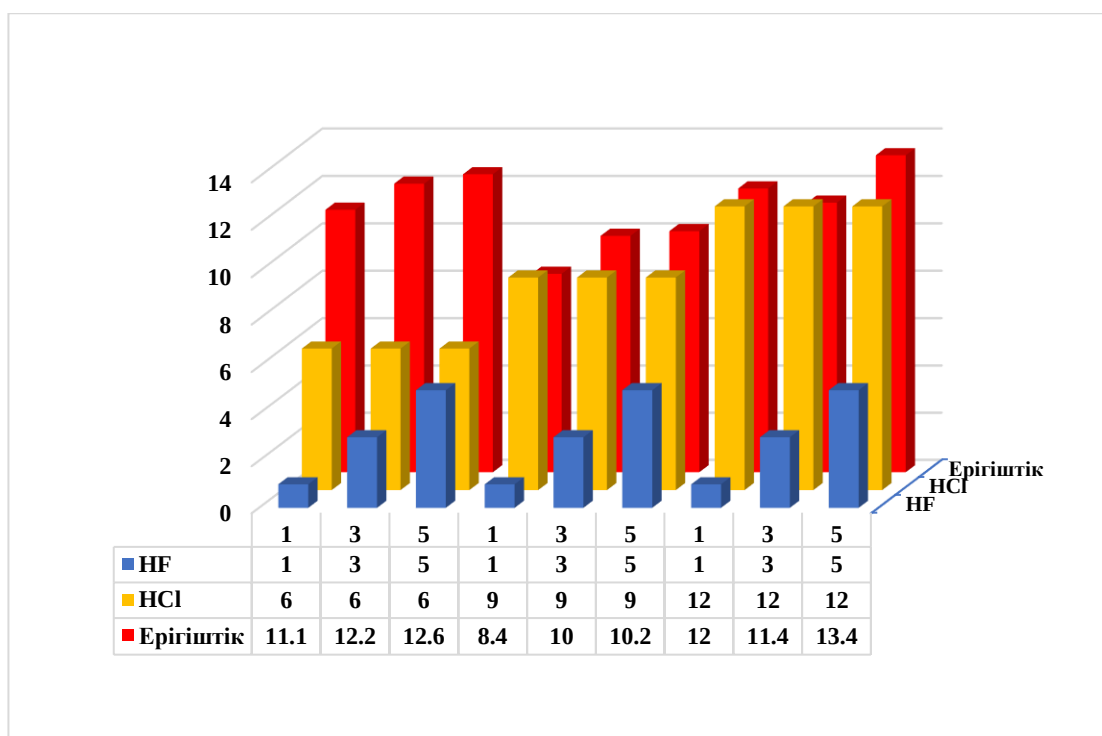
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	343,24	Ұсақ түйіршікті алевритті, полимиктті, қоңыр-сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас	4,6	6,3	6,7	5,4	6,3	6,0	5,2	6,8	7,9	2,4	3,6	0,16	0,19
8	348,29	Ұсақ түйіршікті алевритті, полимиктті, қоңыр-сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас	7,8	7,9	11,9	5,7	10,7	11,4	6,9	10,9	13,0	5,1	4,6	0,18	0,35
9	352,21	Ұсақ түйіршікті алевритті, полимиктті, қоңыр-сұр, массивті, тығыз, берік, карбонатты-сазды цементі бар Құмтас	9,0	8,9	8,1	7,2	6,9	8,8	8,6	9,6	12,6	9,8	5,26	0,23	0,02
Барлық үлгі бойынша орташа ерігіштігі			8,9	9,1	10,0	7,9	9,9	10,4	8,6	10,0	11,3	6,5	5,72	0,21	0,07



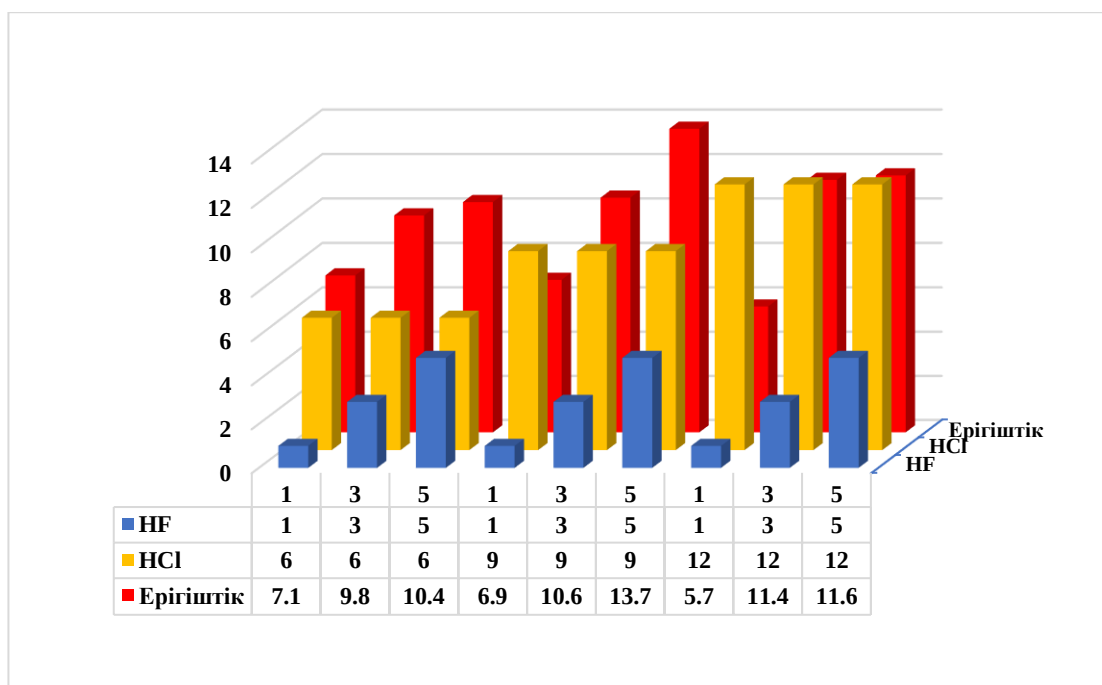
Сурет 4.1 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 313,20 м



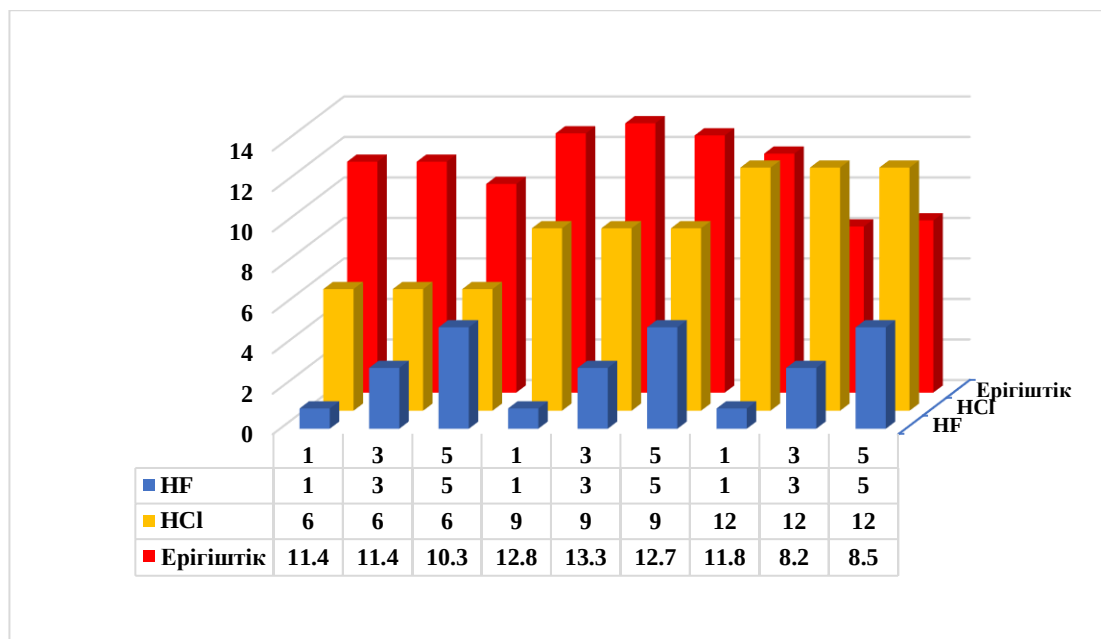
Сурет 4.2 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 314,10 м



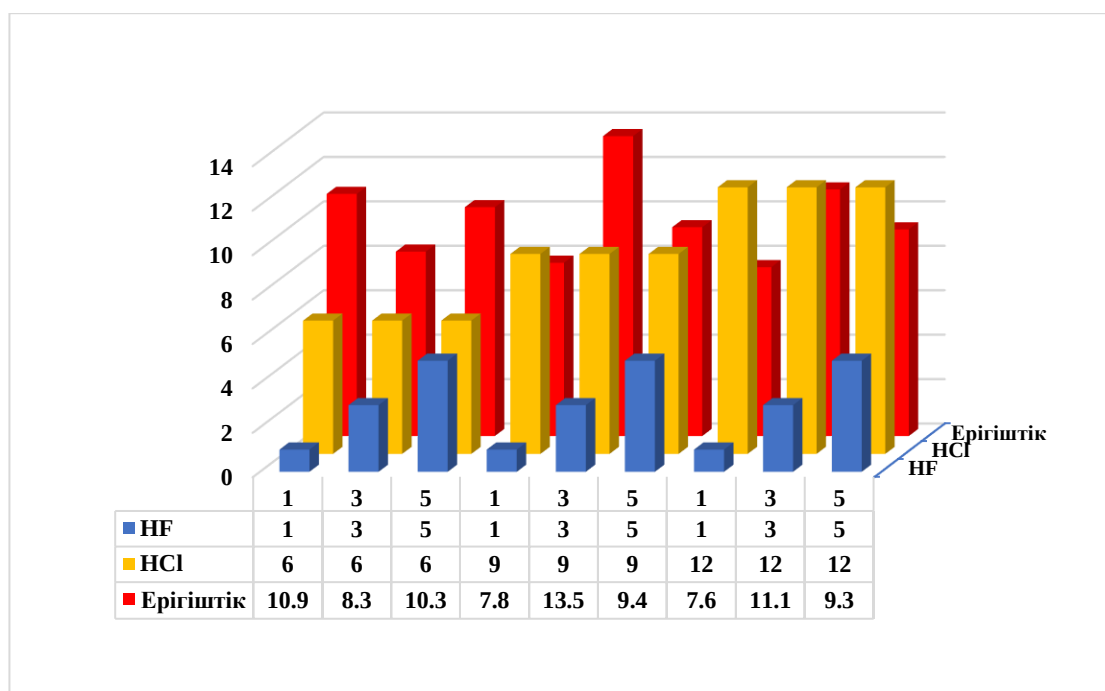
Сурет 4.3 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 318,16м



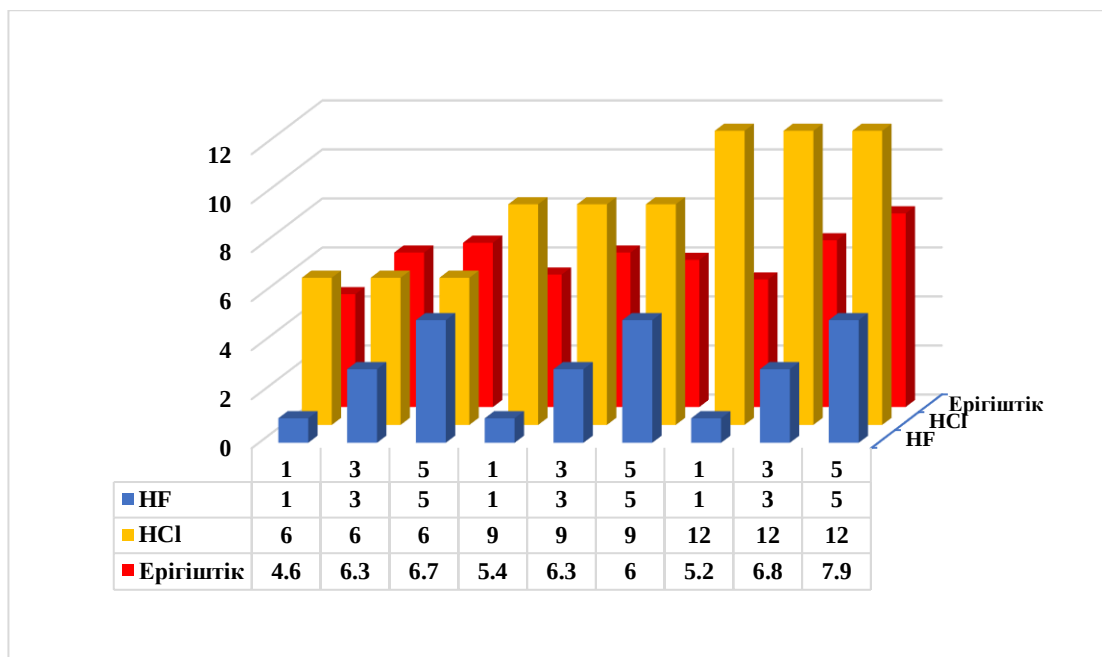
Сурет 4.4 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 324,50 м



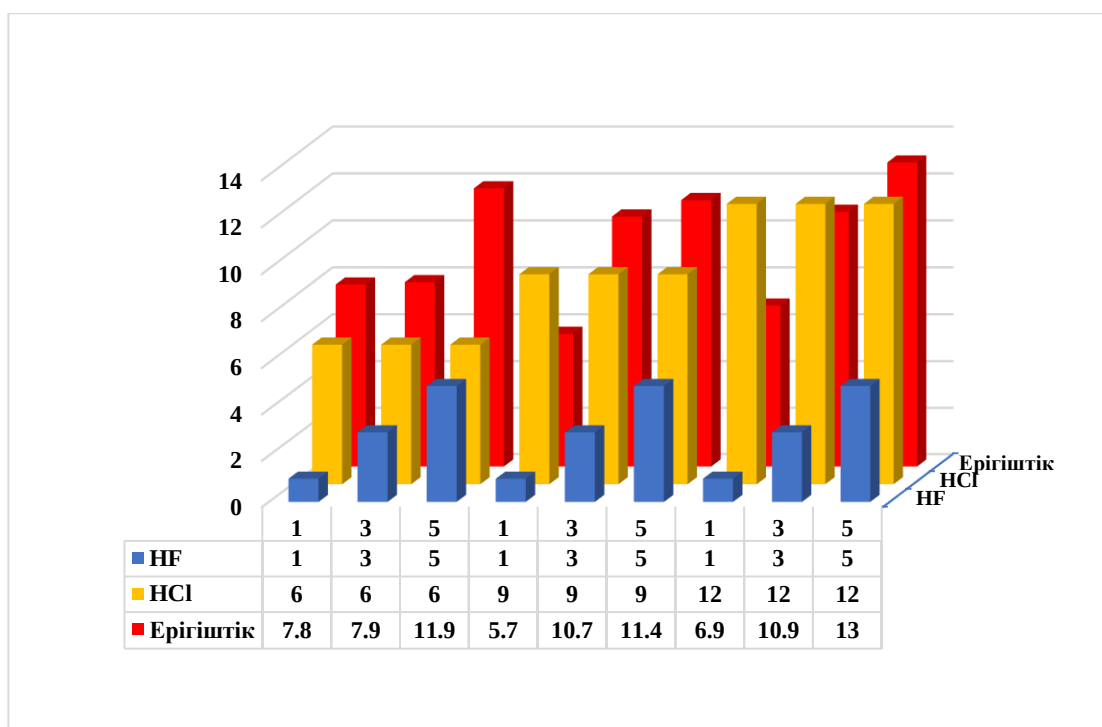
Сурет 4.5 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 328,68 м



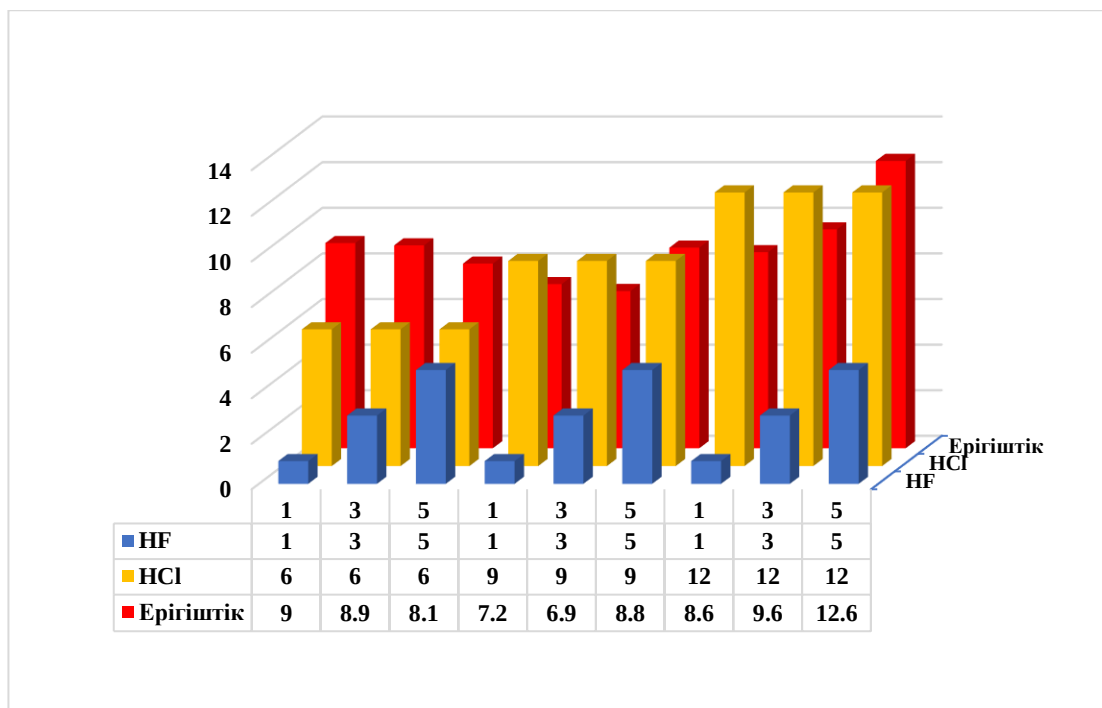
Сурет 4.6 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 337,04 м



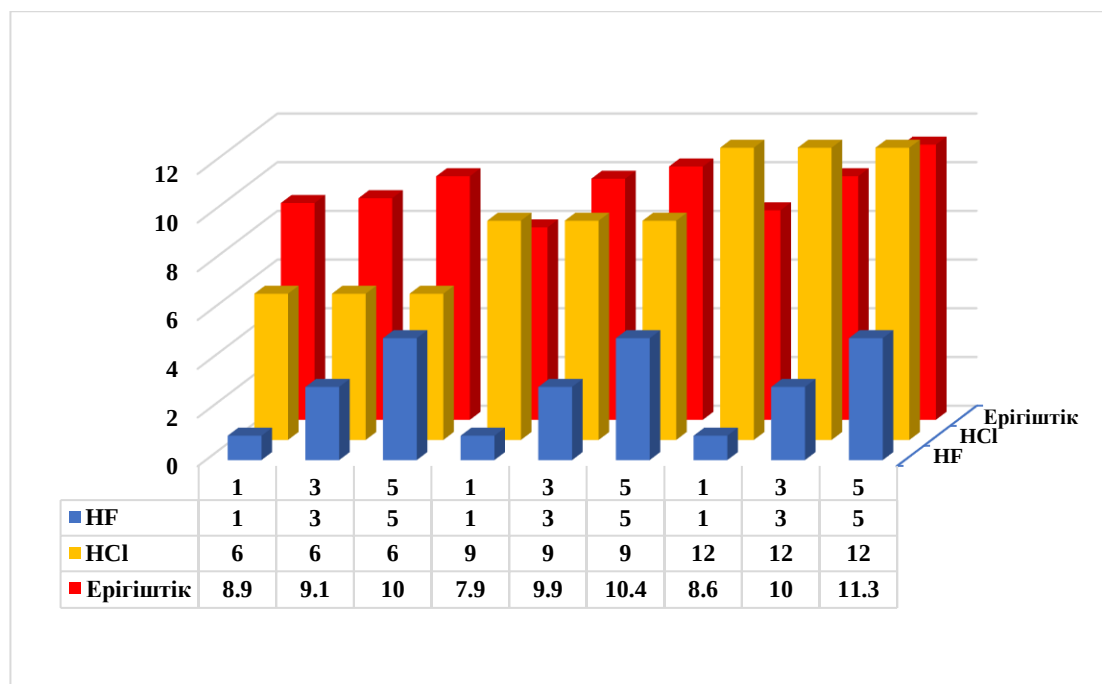
Сурет 4.7 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 343,24 м



Сурет 4.8 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 348,29 м



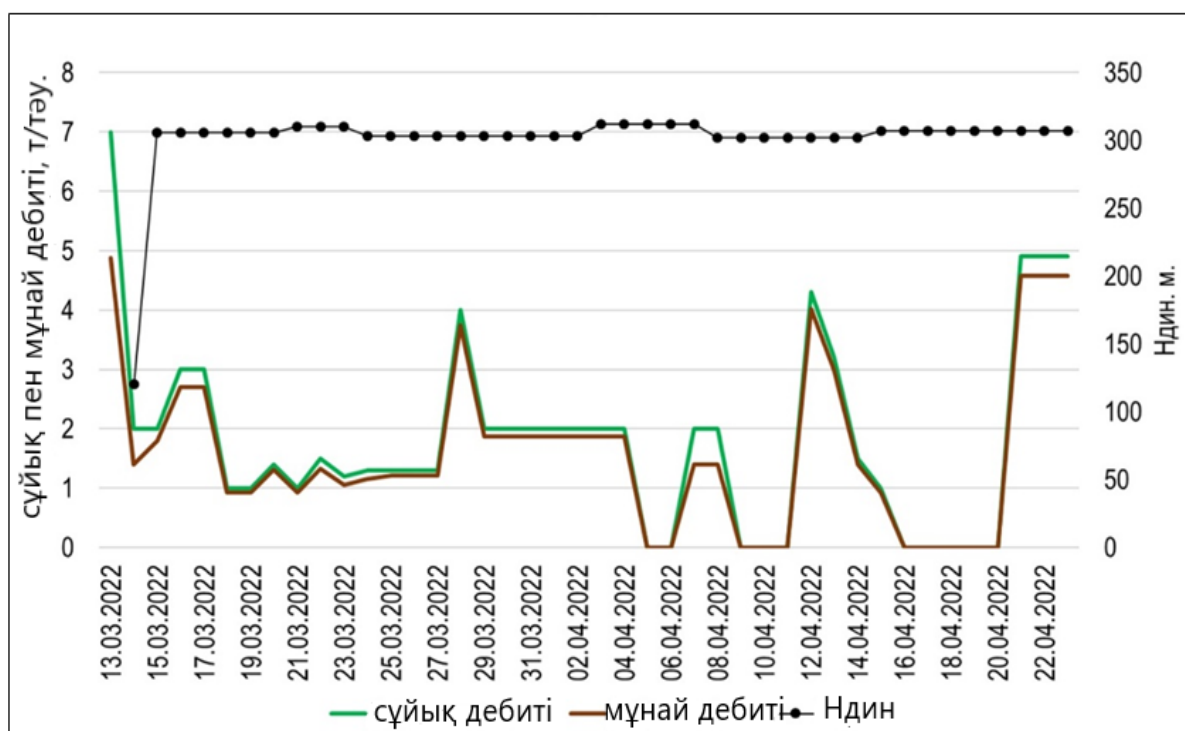
Сурет 4.9 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының ерігіштігі мәндерінің орналасуы. Тау жынысы алынған тереңдік 352,21 м



Сурет 4.10 – Тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына байланысты тау жыныстарының барлық үлгі бойынша орташа ерігіштігі мәндерінің орналасуы

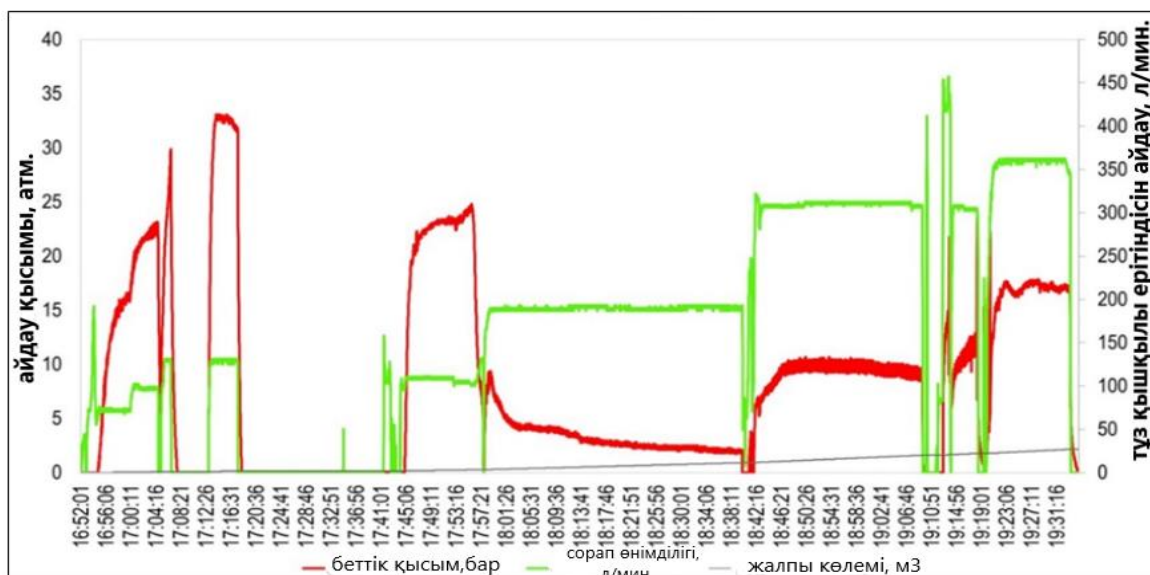
4.3 Қаражанбас кенорнының тығыздалған тау жыныстарында қышқылмен өндеуді қолдану тиімділігін талдау

Бұл кенорнында зерттеулер үш ұңғыда жүргізілді. Бұл жағдайда жұмыстың мақсаты өнімді коллекторлары тығыздалған жыныстардан тұратын Ю-III горизонтының осы 3 өндіруші ұңғыларында ағынды шақыруды қамтамасыз ету және өткізгіштігін арттыру болды. 1132 ұңғы игеруден кейін келесі параметрлермен жұмыс істеді: сұйық пен мұнайдың орташа тәуліктік дебиті сәйкесінше 2,37 т/тәу және 2,1 т/тәу болды, өнімнің сулануы 4,7% болды. 4.11 – суретте көрсетілгендей, ұңғы бастапқыда төмен динамикалық деңгейде–307м. жұмыс істеді.



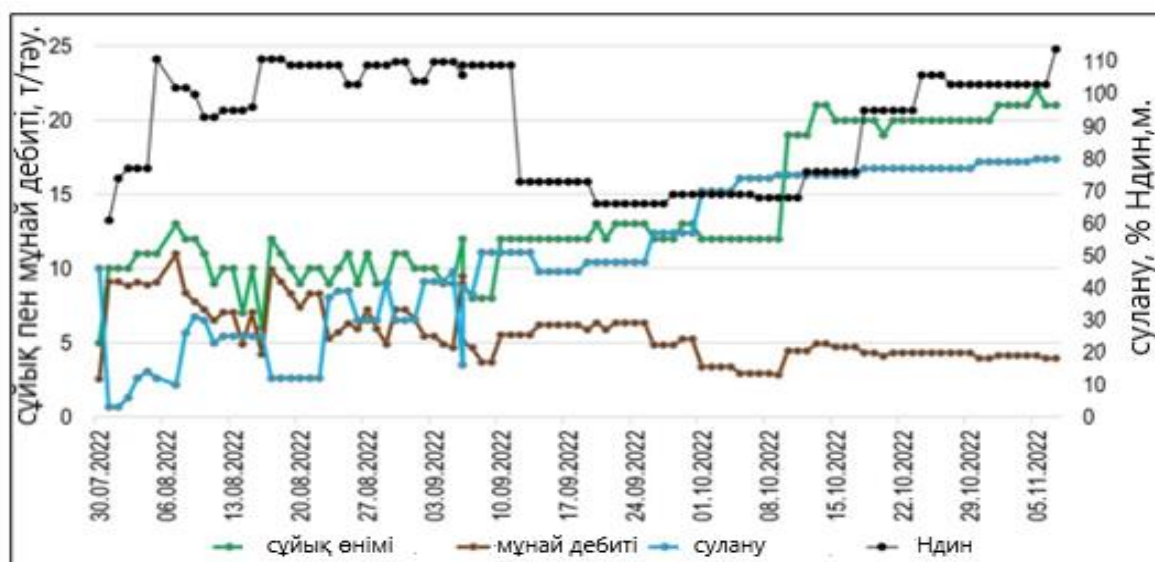
Сурет 4.11 –Тұз-қышқыл ерітіндісіне дейінгі көрсеткіштердің тәуліктік динамикасы

Кейіннен, ағынның болмауына байланысты 2022 жылдың 23 сәуірінде ұңғы тоқтап, 2022 жылдың 29 тамызына дейін жұмыс істемей тұрды. Өндеу кезінде 2,5 МПа максималды сағалық қысым өндеудің басында, айдау жылдамдығы 100 л/мин болған кезде тіркелді. Әрі қарай, қышқыл ерітіндісін перфорациялық аралыққа жеткізгеннен кейін сағалық қысым 0,2 МПа дейін төмендеді, бірақ айдау жылдамдығы 310 л/мин дейін артқан кезде сағалық қысым 1,1 МПа дейін көтерілді, бұл қышқыл ерітіндісінің ұңғы бойында біркелкі таралуын және өңделетін аймақтың әртүрлі аралықтарын тазартуды 4.12-суретте келтірілген.



Сурет 4.12 – Тұз-қышқыл ерітіндісін ұңғыға айдау параметрлері

Ұңғыны өңдеуден кейін іске қосқан кезде сұйықтық пен мұнайдың орташа тәуліктік дебиті сәйкесінше 10 т/тәулік және 7,3 т/тәулік болды. Қазіргі уақытта мұнай мен сұйықтықтың орташа тәуліктік өнімі 5,4 және 14 т болып, сулану 76% құрайды. Тұз-қышқыл ерітіндісін пайдаланылған 92 күннен кейін мұнай бойынша жинақталған өндіру 498,2 тоннаны, сұйықтық бойынша – 1278 тоннаны құрады, орташа сулану 61% құрады. Салыстырудан 4.11- сурет пен 4.13-суреттен көрініп тұрғандай, 1132 ұңғысында тұз қышқылымен өңдеу нәтижелері оң болды.



Сурет 4.13 – Тұз-қышқыл ерітіндісіннен кейінгі көрсеткіштердің тәуліктік динамикасы

Осылайша, ерігіштігін талдауға дейін және одан кейін сканерлеуші

электронды микроскоппен тау жынысы үлгісінің ерігіштігін, элементтік құрамын анықтау бойынша жүргізілген зертханалық зерттеулер, сондай-ақ мұнайдың өткізгіштік коэффициенті бойынша қышқыл ерітінділерінің әртүрлі концентрацияларының әсер ету тиімділігін бағалау үшін сүзу зерттеулері қышқыл құрамымен өңдеуге дейін және одан кейін тау жыныстарының өткізгіштігінің өзгеру деңгейін анықтауға мүмкіндік берді. Осылайша, 328 м тереңдікте жатқан тау жыныстарының өткізгіштігі 2,74-тен 21,81-ге дейін өсті, яғни 8 есе өсіп отыр. Сондай-ақ 328,10 тереңдікте 54,25-тен 914,88-ге дейін, 16,9 есе өсіп отыр.

Тұз және балшық қышқылдарының әртүрлі концентрацияларында тау жыныстарының ерігіштігін зерттеу нәтижелері бойынша тау жыныстарының үлгілеріне қатысты әртүрлі қышқылдық құрамдардың ерігіштік қабілеттері зерттелді [131, с.61]. Ағымдағы нәтижелер бұл жағдайда үлгінің өткізбейтін, тығыз матрицасына байланысты айтарлықтай оң әсер байқалмағаны туралы алдын ала қорытындыға әкелді. Тұз және фторсутек қышқылдарының әртүрлі концентрацияларындағы тау жыныстарының ерігіштігін зерттеу нәтижелері бойынша әсер ету тиімділігін анықтайтын концентрациялардың арақатынастары анықталды. Алайда, бұл тұжырымды әлі нақты деп санауға болмайды, бұл жағдай одан әрі зерттеуді қажет етеді.

Қышқылдық құрамдардың әртүрлі концентрацияларындағы тау жыныстарының ерігіштігін анықтау үшін зертханалық зерттеулерден кейін сканерлеуші электронды микроскоппен үлгілерді зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, саздың және карбонатты цементтің еруіне, сондай-ақ тау жыныстарының жартылай еруіне байланысты жұқа кеуектермен, кеуектермен және шайма қуыстармен ұсынылған түйіршікаралық бос кеңістіктің пайда болуын электрондық сканерлеуші микроскоп нәтижелері бойынша $12\% \text{ HCl} + 5\% \text{ HF}$ қышқылдық құрамы ең жақсы еритін күшке ие екендігі анықталды. Бұл өзара байланысы жоғары түйіршікті кеуектердің ең көп мөлшері түзілуімен ең көп ерігіштік қабілеті бар екені анықталды.

4-бөлім бойынша қорытынды

Бұл тарауда Қаражанбас кенорнының тұтқырлығы жоғары мұнайдың Ю-III кенорындарындағы ұңғылардың түпкі аймағын тұз қышқылымен өңдеудің тиімділігін талдау нәтижелері берілген. Зертханалық талдаулардың нәтижелері және тау жыныстарының ерігіштік көрсеткішін анықтау қорытындыланады. Осы тарауда келтірілген Қаражанбас кенорнының тұтқырлығы жоғары мұнай кенорындары жағдайында тұз қышқылын өңдеу тәжірибесін жинақтау осы іс-шараның салыстырмалы тиімділігін болжамды бағалауға, тиімсіз операциялар санын қысқарту және геологиялық-физикалық жағдайлар бойынша зерттелген және ұқсас отын-энергетикалық кешен кәсіпорындарының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыру мақсатында ұңғыларды таңдауды, әсер ету процесін бақылауды және реттеуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Нәтижелері төртінші тарауда келтірілген зерттеулер келесі қорытындыға келуге мүмкіндік берді.

1 Геологиялық-физикалық жағдайларға салыстырмалы талдау жасалды, олардың құрамы, қасиеттері мен пайда болу жағдайлары бойынша мұнайды жіктеу нәтижелерін, Қаражанбас кен орнының төмен өткізгіш жыныстармен, тұтқырлығы жоғары, ауыр мұнайлармен ұсынылған учаскелерінде тұз қышқылын өңдеуді қолданудың салыстырмалы тиімділігі негізделген.

2 Геологиялық-техникалық іс-шараларды жүргізу үшін қышқылдық құрамдағы тұз және фторсутек қышқылдарының концентрацияларының әсері зерттелді және зертханалық бақылаулар нәтижелері туралы мәліметтерді статистикалық талдау нәтижесінде ерігіштік көрсеткішінің тау жыныстары үшін тәуелділігі анықталды. Қаражанбас кен орнының тұз және фтор қышқылдарының концентрациясы бойынша әртүрлі литологиялық сипаттамалары алынды.

3 Тұз қышқылымен өңдеуге дейінгі және одан кейінгі өндіру көрсеткіштерінің динамикасы туралы кәсіпшілік ақпаратты талдау нәтижесінде Қаражанбас кен орнының қаралатын жағдайларында осы геологиялық-техникалық іс-шараның тиімділігі негізделді.

ҚОРЫТЫНДЫ

1 Өндірілуі қиын қорларды жіктеуге және мұнай өндірудің қиындық дәрежесін бағалауға қойылатын әдістер мен әдістемелік тәсілдер, ғылыми көзқарастар мен талаптар жинақталды, қорларды өндірудің күрделілік дәрежесін бағалауға мүмкіндік беретін белгілер кешені бойынша әр түрлі типтегі (мұнай, мұнай-газ және газ) кенорындарын жіктеу әдістемесін құрудың және тәжірибеде пайдаланудың негізгі ережелері негізделді.

2 Мұнайдың құрамын сипаттайтын белгілердің қарастырылып отырған белгілерінің қатарына енгізілуімен ерекшеленетін анық емес кластер-талдау алгоритмін қолдана отырып, Қазақстанның бірқатар кенорындарының мұнайының құрамын, қасиеттерін және орналасу жағдайларын сипаттайтын белгілер кешені туралы ақпаратты талдауға және қорытуға негізделген, өндірілуі қиын қорлар кенорындарының жіктелуі ұсынылды.

3 Қордың өндірілу күрделілігінің дәрежесін сипаттайтын параметр ұсынылды, ол мұнайдың құрамы, қасиеттері және орналасу жағдайларының сипаттамаларын қамтиды. Анықталмаған жағдайлардағы мұнай өндіру қиындығының дәрежесін бағалауға мүмкіндік беретін нақты емес ережелер құрастырылды.

4 Ұңғылар қорын қолданудың технологиялық тиімділігін бағалаудың жетілдірілген әдістемесі ұсынылды. Өндіру ұңғылар қорын қолданудың тұрақты критериясының көмегімен динамиканы талдау үшін әдістемелік тәсіл ұсынылды.

5 Қаражанбас кенорнында мұнай өндіру динамикасы туралы мәліметтерді өңдей нәтижесінде эмпирикалық тәуелділік алынды. Бұл тәуелділік мұнай өнімінің уақыт бірлігіндегі өзгерісін көрсетеді, және бұл көрсеткіштің келесі игеру жылдарындағы өзгерісін болжауға мүмкіндік береді.

6 Өндірудің болжамды және есептік көрсеткіштерінің жалпы сәйкес келетіндігі талдау арқылы анықталды, соңғы қарастырылған кезеңде нақты мәліметтер болжамды көрсеткіштерден асып түскен. Мұндай айырмашылықтың болуы басқа себептермен қатар, әр түрлі геологиялық-техникалық шараларды қолдануға да байланысты (ұңғыларды бұмен өңдеу, жоғарғы горизонтқа ауыстыру, судан окшаулау жұмыстары және басқа қабаттың мұнайбергіштігін арттыратын әдістер).

7 Мұнайды құрамы, қасиеттері және орналасу жағдайлары бойынша жіктеу нәтижелерін, әр түрлі әдістерді қолдану тәжірибесінің нәтижелерін пайдалана отырып, геологиялық-физикалық жағдайларға салыстырмалы талдау жасалды. Ол Қаражанбас кенорнының учасоктарында тұз қышқылымен өңдеуді қолданудың салыстырмалы тиімділігін негіздеуге мүмкіндік берді. Өңдеу жасалған аймақтардағы тау жыныстарының өткізгіштігі төмен, мұнайының тұтқырлығы жоғары және ауыр болып келеді.

8 Геологиялық-техникалық шараны жүргізу үшін қышқыл құрамындағы тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясының әсері зерттелді және жүргізілген зертханалық бақылаулардың нәтижелері туралы ақпаратты статистикалық талдау нәтижесінде Қаражанбас кенорнының әр түрлі

литологиялық сипаттамалары бар жыныстар үшін ерігіштік көрсеткішінің тұз және гидрофтор қышқылдарының концентрациясына тәуелділігі анықталды

9 Өндіру көрсеткіштерінің ТҚӨ-ге дейінгі және кейінгі динамикасы туралы кәсіпшілік ақпаратты талдау нәтижесінде Қаражанбас кенорнының қарастырылатын жағдайларында берілген геологиялық-техникалық шараның тиімділігі негізделді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Киинов Л.К. Перспективы развития нефтегазовой отрасли Казахстана // Нефть и газ. - 2010. №7. – С.83-84.
- 2 Киинов Л.К. Разработка месторождений парафинистых и вязких нефтей в Западном Казахстане. – М.:ВНИИОЭНГ,1996.–15 с.
- 3 Шевелёв А.П. Математическое моделирование циклического теплового воздействия на нефтяные пласты: дис. ... канд. физ.-матем.наук: 01.02.05. - Тюмень, 2005. – 137 с.
- 4 [https:// proofoil.ru/ Oilproduction/Steamaction.html](https://proofoil.ru/Oilproduction/Steamaction.html) Паротепловое воздействие на пласт. 02.10.2019.
- 5 [https:// www.toinform.ru/index.php/arkhiv/item](https://www.toinform.ru/index.php/arkhiv/item). Добыча-тяжёлой высоковязкой нефти. Добыча-тяжёлой-высоковязкой нефти. 10.12.2019.
- 6 Ghoojani E., Kharat R., Vossoughi M., Bolouri S.H. A Review on Thermal Enhanced Heavy Oil Recovery from Fractured Carbonate Reservoirs // J Phylogenetics Evol Biol. - 2011. - № 2. – 109 p. doi:10.4172/2157-7463.1000109.
- 7 Zhao X., Gao P. and Wu Y. Superheated steam injection in North Кенкияк shallow heavy oil reservoir // Journal of Geology and Mining Research. – 2013. - Vol.5(6). - P. 136-146.
- 8 Esetov Zh.A., Turdiyev M.F., Kemalov A.F. and Abdrafikova I. M. Thermal-Steam Cyclic Processing Technology of Development Objects In Karazhanbas Kazakhstan Field // Indian Journals of Science and Technology. – 2016. - Vol 9(18). – P.1-3. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i18/93749.
- 9 Barillas J.L.M., Dutra T.V. Jr., W. Mata. Improved oil recovery process for heavy oil: a review. Brazilian journal of petroleum and gas. – 2008. - Vol. 2, №1. - P. 45-54.
- 10 Briggs P. J., Fulleylove R. J., Wright M.S., Baron R.P. Development of heavy oil reservoirs. In:fifth spe middle east oil show, held in Manama // Bahrain. – 1987. - 15748 p.
- 11 Thomas J.E., Triggia A.A., Correia C.A., Veroti C., Souza J. E., Paula J.L., Rossi N.C., Pitombo N. E., Gouvea P. C., Carvalho E., Barragan R.V. Fundamentos de Engenharia de Petroleo // Editora Interciencia. – 2001.- №7. - P. 169-174.
- 12 Nasr T.N., Ayodele O.R. Thermal techniques for the recovery of heavy oilbitumen // Spe international improved oil conference in asia pacific held in kuala lumpur. – Malaysia. – 2005. – 97488 p.
- 13 Butler R.M. Thermal Recovery of oil and bitumen. Department of Chemical and Petroleum Engineering // Prentice Hall: New Jersey, 1991. - №7. - P. 285-358.
- 14 Чупров И.Ф. Теоретические и технологические основы теплового воздействия на залежи аномально вязких нефтей и битумов:доктор технических наук.– Ухта. – 2009. - 47 с.
- 15 Собин А.М. Регулирование разработки нефтяных месторождений на основе выявленных закономерностей фильтрации флюидов в призабойной зоне скважины.- Ухта. – 2015. – С.137-143.

16 Обзор мирового опыта добычи трудноизвлекаемых запасов нефти битумы Венесуэлы, нефтяные пески Канады, сланцевая нефть в США. Российские перспективы. Сибирская нефть. Технологии. <http://www.gazprom-neft.ru/files/journal/SNr100.19.05.20>.

17 Гавура В.Е. Геология и разработка нефтяных и газонефтяных месторождений. - М.: ВНИИОЭНГ - 1995. – 401 с.

18 Валиханов А.В. Разработка малопродуктивных коллекторов / А.В.Валиханов, Э.Д. Мухарский, Р.Х. Муслимов, Н.А. Суханов. - Казань: Таткнигоиздат, 1972. - 92 с.

19 Вахитов Г.Г. Термодинамика призабойной зоны нефтяного пласта / Г.Г. Вахитов, О.Л. Кузнецов, Э.М. Симкин. - М.: Недра, 1978.- 216 с .

20 Тупицин А. М. Извлечение вязкой нефти из сложно-построенных залежей комплексными технологиями вытеснения (на примере Байтуганского месторождения): кандидат наук. – Бугульма.- 2017. - 145 с.

21 Амерханов И.М. Пластовые нефти Татарской АССР и изменения их параметров в зависимости от различных факторов. - Бугульма: ТатНИПИ, 1975. – 483 с.

22 Karazhanova M.K., Zhetekova L.B., Abbasova S.V., Aghayeva K.K., Sabyrbaeva G.S. Study of interrelations between composition and properties of high-viscous oil // Satbayev University. – 2023. - №1(457). - С. 92-101.

23 Аскарова Ш.А. Новые модифицированные полиолефины для ингибирования асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) и очистки технологических нефтетрубопроводов: дис. ... док. филос. (PhD). - Алматы, 2017.- - С. 80

24 Бойко Г.И., Любченко Н.П., Сармурзина Р.Г., Касымгалиев К.М., Аскарова Ш.А. Результаты прогнозирования образования асфальто-смоло-парафиновых отложений на скважинах месторождений Западного Казахстана // Вестник Казахстанско-Британского технического университета. –2015. –Vol.12. -№3. – С.26-30.

25 Глущенко В.Н. Предупреждение и устранение асфальтеносмоло-парафиновых отложений // Нефтепромысловая химия. – М.: Интерконтракт Наука, 2009. – 475 с.

26 Глущенко В.Н., Силин М.А., Пташко О.А., Денисова А.В. Нефтепромысловая химия: Осложнения в системе пласт-скважина-УППН: учебное пособие. –М.: МАКС Пресс, 2008. –328 с.

27 Требин Г.Ф. Нефти месторождений Советского Союза: Справочник / Г.Ф. Требин, Н.В. Чарыгин, Т.М. Обухова. – М.: Недра, 1980. – с. 583.

28 Мисник В.В., Галикеев Р.М. Методика прогнозирования глубины образования асфальтосмолопарафиновых отложений в скважинах // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». -2011. - № 6. - С. 345-349.

29 Мордвинов В.А. Методика оценки глубины начала интенсивной парафинизации скважинного оборудования / В.А. Мордвинов, М.С. Турбаков, А.А. Ерофеев // Нефтяное хозяйство. – 2010. – №7. – С. 112-115.

30 Коробов Г.Ю., Рогачев М.К. Исследование влияния асфальто-смолистых компонентов в нефти на процесс образования асфальтосмолопарафиновых отложений // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2015. - №3. - С.162-173.

31 Karazhanova M.K., Kirisenko O.G., Zhetekova L.B., Smagulova D.B. Statistical analysis and estimation of oil saturation by temperature paraffin // Azerbaijan Chemical Journal. - 2021.- №3. - P. 21-26. doi.org/10.32737/0005-2531-2021-3-21-26.

32 Каражанова М.К., Кирисенко О.Г., Жетекова Л.Б., Смагулова Д.Б. Анализ методов определения температуры насыщения нефти парафином // Нефть и газ. – 2021. - №3 (123). - С. 113-123.

33 Мирзаджанзаде А.Х. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. - М.: Недра, 1972. – 200 с.

34 Девликамов В.В. Аномальные нефти. – М.: Недра, 1975. - 168 с.

35 Efendiyev G.M., Akhmetov D.A., Karazhanova M.K., Koylibaev B.N. Classification of Hard-to-Recover Hydrocarbon Reserves of Kazakhstan with the Use of Fuzzy Cluster-Analysis // 13th International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems and Soft Computing — ICAFS-2018. - Poland. – 2019. - P. 865-872.

36 Ахметов Д.А. Совершенствование разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти тепловыми методами воздействия на пласт: дис. ... док. филос.техн. наук. - 2020. - 37 с.

37 Елисеев А.Н. О характере распространения глин в разноразнообразных по проницаемости песчаных коллекторах и их влияние на приемистость и приток жидкости к забою скважин по Вахитовскому месторождению / А.Н. Елисеев, С.А. Урусов, В.А. Лепихин, А.А. Махмутов, А.М. Тупицин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2016. - № 2. - С. 42-46.

38 Лысенко В.Д. Временное методическое руководство по проектированию разработки месторождений аномальных нефтей / В.Д. Лысенко, О.И. Буторин. - Бугульма: Изд-во ТатНИПИнефть, 1976. - 53 с.

39 Хисамутдинова Н.И., Ибрагимова Г.З. Разработка нефтяных месторождений в 4-х томах. - М.: ВНИИОЭНГ, 1994. - Т.1 - 240 с.

40 Гарипов О.М. Общие тенденции развития высокотехнологичного сервиса при разработке, установке и обслуживании многопакерных систем для одновременно-раздельной эксплуатации // Нефтяное хозяйство. - 2009. - № 9. - С. 58-61.

41 Манапов Т.Ф. Оптимизация и мониторинг разработки нефтяных месторождений. - М.: ВНИИОЭНГ, 2011. –296 с.

42 Владимиров И.В. Нестационарные технологии нефтедобычи (этапы развития, современное состояние и перспективы). - М.: ВНИИОЭНГ, 2004. - 216 с.

43 Владимиров И.В. Проблемы разработки водонефтяных и частично заводненых зон нефтяных месторождений / И.В. Владимиров, Н.И. Хисамутдинов, М.М. Тазиев. - М.: ВНИИОЭНГ - 2007. - 360 с.

- 44 Мингареев Р.Ш. Гидродинамические особенности разработки слоистых пластов с проявлением начального градиента давления. - Казань: Татарское книжное изд-во, 1972 –162 с.
- 45 Хисамутдинов Н.И. Технологии интенсификации отбора нефти из истощенных месторождений. - М: ВНИИОЭНГ, 2015. –312 с.
- 46 Гильманова Р.Х. Влияние литологии на сопротивление нефтенасыщенных карбонатных коллекторов в переходной зоне и их разработка // Нефтепромысловое дело. -2012. - № 1. - С. 84-89.
- 47 Гильманова Р.Х. Методы уточнения базы данных для формирования ГТМ. - М.: ВНИИОЭНГ - 2002. - 168 с.
- 48 Гильманова Р.Х. Особенности моделирования куба нефтенасыщенности сложно построенных залежей с переходной зоной «нефть-вода» на примере Северо-Покурского месторождения // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. - 2014. - №12. - С. 21-25.
- 49 Глумов И.Ф. Нефтеотдача при вытеснении пластовой нефти водой при температурах ниже температуры выпадения парафина // Татарская нефть. -1961. –16 с.
- 50 Ковалев А.А. Повышение информативности моделирования разработки нефтяных месторождений путем уточнения фильтрационно-емкостных свойств пласта: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.17. - М., 2011. - 175 с.
- 51 Муслимов Р.Х. Геология, разработка и эксплуатация Ромашкинского нефтяного месторождения: в 2-х т. - М.: ВНИИОЭНГ. - 1995. – Т.2. - 286 с.
- 52 Закиров С.Н. Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа. - М.: ВИНТИ, 2004. - 520 с.
- 53 Тавлуй И.В. Опыт эксплуатации и планы развития одновременно-раздельной эксплуатации в ОАО "Удмуртнефть" // Нефтяное хозяйство. - 2011. - № 6. - С. 48-51.
- 54 Владимиров И.В. Влияние ориентации и протяженности трещины ГРП на коэффициент извлечения нефти и плотность сетки скважин // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 1. - С. 79-81.
- 55 Галеев Р.Г. Повышение выработки трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья. - М.: КУБК-а, 1997. - 352 с.
- 56 Гафаров Ш.А. Исследование фильтрационных параметров неньютоновской нефти при течении в карбонатных пористых средах // Нефтегазовое дело. - 2005. - № 1. - С. 1-8.
- 57 Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта. - М.: Недра, 1982. - 312 с.
- 58 Глумов И.Ф. Зависимость нефтенасыщенности и нефтеотдачи пород горизонта Д1 Ромашкинского месторождения от проницаемости и пористости // Тр. ТатНИИ. - 1961. - Вып. III. - С. 221-222.
- 59 Владимиров И.В. О некоторых особенностях моделирования гидроразрыва пласта // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 1. - С. 59-60.

60 Владимиров И.В. Обоснование выбора математической модели для оценки и распределения эффекта от ГРП единичной скважины на окружающие // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 1. - С. 57-58.

61 Владимиров И.В. Оценка влияния технологии ГРП на выработку запасов нефти участка залежи // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 1. - С. 64-68.

62 Владимиров И.В. Зависимость эффективности ГРП от расположения скважины в системе нагнетательных и добывающих скважин на залежи / И.В. Владимиров Н.И. Хисамутдинов, М.С. Антонов, В.В. Васильев, А.В. Аржиловский // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 1. - С. 61-63.

63 Лазеев А.Н. Влияние ориентации вертикальной трещины ГРП на эффективность выработки запасов // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 1. - С. 74-78.

64 Сарваров А.Р. Анализ эффективности применения гидроразрыва пласта на пластах пачки АВ Самотлорского месторождения // Нефтепромысловое дело. - 2009. - № 1. - С.22-25.

65 Хисамутдинов, Н.И., Владимиров И.В., Аржиловский А.В. Определение экономической целесообразности применения технологии ГРП в низкопроницаемой зоне пласта // Нефтепромысловое дело. - 2012. - №1. - С. 71-74.

66 Ахметов Н.З. Причины ухудшения проницаемости призабойной зоны добывающих скважин во времени по Восточно-Сулеевской площади // Нефтепромысловое дело. - 2003. - № 12. - С.31-35.

67 Березин В.М. Остаточная нефтенасыщенность продуктивных песчаников девона // Нефтяное хозяйство. - 1982. - № 6. - С. 34-37.

68 Гильманова Р.Х. Совершенствование геотехнологических основ разработки многопластовых месторождений: автореф. ... дис. докт.техн.наук: 25.00.17. - Уфа, 2005. - 48 с.

69 Ковалева О.Б. Влияние различных факторов на изменение состава остаточной нефти // Тр.Гипровостокнефть. - 1990. - С.103-104.

70 Михайлов Н.Н. Остаточное нефтенасыщение разрабатываемых пластов. - М.: Недра, 1992. -270 с.

71 Папухин С.П. Обоснование выбора метода построения петрофизической зависимости между пористостью и проницаемостью // Нефтепромысловое дело. - 2008. - № 1. - С. 14-20.

72 Ахметов Р.Т. Прогноз показателя смачиваемости продуктивных пластов по данным промысловой геофизик / Р.Т. Ахметов, В.Ш. Мухаметшин, Е.В. Андреев // Геология геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2016. - № 2. - С. 21-25.

73 Большаков Ю.Я. Воздействие капиллярных сил на распределение воды и нефти в природных ловушках Когалымского месторождения / Ю.Я. Большаков, Ю.В. Батыров // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. -2016. - № 2. - С. 25-30.

74 Большаков Ю.Я. Теория капиллярности нефтегазонакопления. - Новосибирск: Наука, 1995. - С. 184.

75 Большаков Ю.Я. Капиллярность как важный предмет изучения для решения задач современной нефтегазовой геологии и разработки месторождений // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2016. - № 9. - С.56-59.

76 Гильманова Р.Х. О методах уточнения исходных данных для построения геологической модели на примере месторождений Оренбургской области // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 1.- С. 4-7.

77 Гильманова Р.Х. Модернизация построения структурных карт при недостаточной информативности // Нефтяное хозяйство. - 2001. - № 8. - С. 78-83.

78 Петерсилье В.И. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом / В.И. Петерсилье, В.И. Проскурина, Г.Г. Яценко. – М.-Тверь: ВНИГНИ, НПЦ "Тверьгеофизика", 2003. –12 с.

79 Сарваретдинов Р.Г. Оценка перспективных запасов нефти в залежах прогнозных месторождений, расположенных в малоисследованных районах / Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: Матер. междунар. научн.-практ. конф. в рамках Нефтегазового форума и XXII Междунар. специализ. выставки «Газ. Нефть. Технологии - 2014». - Уфа, 2014. - С. 36-38.

80 Сарваретдинов Р.Г. Метод выделения вертикальных скважин на основе минимума информации по скважинам / Р.Г. Сарваретдинов, Р.Х. Гильманова, А.М. Тупицин и др. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. - 2016. - № 10. - С. 24-27.

81 Тахаутдинов Ш.Ф. Современные методы решения инженерных задач на поздней стадии разработки нефтяного месторождения. - М.: ВНИИОЭНГ, 2000. –104 с.

82 Черковский Н.Л. Использование метода определения абсолютных отметок в наклонных скважинах и водонефтяного контакта в промысловых условиях // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2014. - № 11. - С. 52-54.

83 Хисамутдинов Н.И. Особенности выработки запасов нефти по пластам Росташинского месторождения // Нефтепромысловое дело. - 2013. - № 3. - С. 53-57.

84 Хисамутдинов Н.И. Разработка нефтяных пластов в поздней стадии / Н.И. Хисамутдинов, Р.Г. Абдулмазитов, Р.Х. Гильманова и др. // Геология и разработка нефтяной залежи в поздней стадии. - М.: ВНИИОЭНГ, 2004. – Т.1. - 252 с.

85 Гильманова Р.Х. Методика выделения гипсов и загипсованных пород в нефтеносных карбонатных пластах при решении промысловых гидродинамических задач / Р.Х. Гильманова, Р.Г. Сарваретдинов, Р.Ш. Динмухамедов, А.В. Насыбуллин, В.В. Лаптев // Нефтепромысловое дело. - 2005. - № 10. - С. 14-17.

86 Отчет Технологическая схема разработки Байтуганского нефтяного месторождения // Гипровостокнефть. - Самара. – 2011. - Т. I, Кн. 2. - 840 с.

87 Телин А.Г. Регулирование процесса набухания глин в условиях заводненного нефтяного пласта // Нефтепромысловое дело. - 1997. - № 12. - С.11-18.

88 Телин А.Г. Влияние глинистости пласта-коллектора на его физико-гидродинамические характеристики // Нефтепромысловое дело. - 1999. - № 11. - С.20-24.

89 Хавкин А.Я. Особенности разработки нефтяных месторождений с глинодержащими коллекторами. - М.: ВНИИОЭНГ. -1990. –60 с.

90 Каневская Р.Д. Развитие гидродинамических методов моделирования разработки месторождений углеводородов с применением гидравлического разрыва пласта: дис. ... док. техн. наук: 01.02.05. - М., 1999. –233 с.

91 Сафиуллин И.Р. Влияние ГРП на выработку запасов участка залежи на примере Сорочинско-Никольского месторождения // Нефтепромысловое дело. - № 3. - 2013. - С. 58-60.

92 Барышников А.В. Результативность долговременного мониторинга совместной разработки пластов системами одновременно-раздельной добычи на Приобском месторождении // Нефтяное хозяйство. - 2010. - № 6. - С. 30-33.

93 Низаев Р.Х. Расчеты технологических показателей одновременно-раздельной эксплуатации залежей башкирского яруса с применением геологического и гидродинамического моделирования / Р.Х. Низаев, Р.Г. Рамазанов Р.Т. Шакирова и др. // Нефтяное хозяйство. - 2010. - № 7. - С. 29-31.

94 Бейсеков С.С. Извлечение остаточной нефти из выработанных месторождений // "Петролеум" Казахстанский аналитический журнал. – 2015. - №3 (93). - 10 с.

95 Нугиев М.А. О неравновесных реологических свойствах высоковязких нефтей некоторых месторождений Западного Казахстана. <https://refdb.ru/look/3007729.html>. 21.09.2021.

96 Курбанбаев М.И., Мирошников В.Я., Толоконский С.И. Доклад Повышение нефтеотдачи пласта на месторождениях Казахстана / АО «КазНИПИмунайгаз». kaznipi.kz/uploads. 25.10.2021.

97 Максutow Р., Орлов Г., Осипов А. Освоение запасов высоковязких нефтей в России // Технологии ТЭК. – 2005. - № 6. – С. 36 – 40.

98 Яценко И.Г., Полищук Ю.М. Трудноизвлекаемые нефти и анализ их свойств на основе классификации по качеству нефти // Вестник Российской Академии естественных наук (Западно–Сибирское отделение). – 2014. - С.37-44.

99 Лисовский Н.Н., Халимов Э.М. О классификации трудноизвлекаемых запасов // Вестник ЦКР Роснедра. – 2009. - № 6. - С. 33-35.

100 Пуртова И.П., Вариченко А.И., Шпуров И.В. Трудноизвлекаемые запасы нефти. Терминология. Проблемы и состояние освоения в России // Наука и ТЭК. – 2011. - № 6. - С. 21-26.

- 101 Классификация нефтей. <https://studfiles.net/preview/1772355/page:2>. 15.02.2021.
- 102 Santos R.G., Loh W., Bannwart A. C., Trevisan O. V. An overview of heavy oil properties and its recovery and transportation methods // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2014. - №31(3). – P.571-590. DOI:10.1590/0104-6632.20140313s00001853.
- 103 Fingas M. Oil Spill Science and Technology (Second Edition). In Situ Burning An Update. – 2017. – P. 483-676. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809413-6.00010-2>.
- 104 Dr. Salah M.El-H. Sustainable Industrial Design and Waste Management. Sustainability of Industrial Waste Management. – 2007. – P.307-369. <https://doi.org/10.1016/B978-012373623-9/50012-5>.
- 105 Paul J.N. Well Testing Project Management. Onshore and Offshore Operations // WellTest Description. – 2009. – P. 73-105. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-600-2.00003-0>.
- 106 Шпуров И.В., Растрогин А.Е., Браткова В.Г. О проблеме освоения трудноизвлекаемых запасов нефти Западной Сибири // Нефтяное хозяйство. – 2014. - № 12.- С. 95-97.
- 107 Антониади Д.Г., Савенок О.В. Анализ структуры трудноизвлекаемых запасов и тенденций увеличения темпа прироста // ГеоИнжиниринг. – 2013.- №2 (18).- С. 76-80.
- 108 Дегтярев В.Н. Нефтяное хозяйство. – 1997. - № 3. - С. 62-67.
- 109 Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Сравнительный анализ качества российской нефти // Технологии ТЭК. - 2003. - № 3. - С. 51–56.
- 110 Крицкая Е.Б., Чиж Д.В. Изучение изменений физико-химических параметров нефтей Предкавказья // Вестник Воронежского государственного университета. - 2013. - № 1. - С. 21-23.
- 111 Клубков С. Стимулирование разработки ТРИЗ поможет поддерживать уровень добычи нефти в России // Oil& Gas Journal Russia. - 2015. - № 7(95). - С. 6-11.
- 112 Елисеева О.А., Лукьянов А.С. О системной оценке экономически приемлемых ресурсов нефтегазоносных провинций России с учетом инновационных технологий // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. - 2014. №1. – С.4-5. http://oilgasjournal.ru/vol_9/eliseeva.html.
- 113 Раупов И.Р., Кондрашева Н.К., Бурханов Р.Н. Разработка мобильного устройства для измерения оптических свойств нефти при решении геолого-промысловых задач // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2014.- №3. - С.17-32. http://ogbus.ru/issues/3,2014/ogbus_3_2014_p.17-32.RaupovIR.ru.pdf.
- 114 Karazhanova M.K., Zhetekova L.B., Aghayeva K.K. Quality assessment of oil that difficult to recover based on fuzzy clustering and statistical analysis / 10th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perceptions - ICSCCW-2019 Advances in Intelligent Systems and Computing book series // AISC. – Vol.1095. - P. 254-258.

- 115 Efendiyev G.M., Mammadov P.Z., Piriverdiyev I.A., Mammadov V.N. Clustering of geological objects using FCM-algorithm and evaluation of the rate of lost circulation // *Procedia Computer Science*. – 2016. - №102. – P. 159-162.
- 116 Efendiyev G., Mammadov P., Piriverdiyev I., Mammadov V. Estimation of the lost circulation rate using fuzzy clustering of geological objects by petrophysical properties // *Visnyk Taras Shevchenko national university of Kyiv*. – 2018. - № 2(81). - P. 28-33.
- 117 Aliev R.A., Guirimov B.G. Type-2 Fuzzy Neural Networks and Their Applications. <http://www.springer.com/us/book/9783319090719>.18.06.2021.
- 118 Turksen I.B. Full Type 2 to Type n Fuzzy System Models. Seventh International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis // *Decision and Control*. - Turkey, 2013. - 21 p.
- 119 Efendiyev G.M., Karazhanova M.K., Zhetekova L.B., Abbasova S.V. Analysis of the influence of the composition and properties of oils on their quality based on fuzzy clustering // *ANAS Transactions Earth Sciences*. – 2022. - №1.- P.90-98. DOI:10.33677/ggianas 20220100075.
- 120 Каражанова М.К. Анализ надежности и принятие решений при эксплуатации скважин. – Баку: Из-во АГУНП, 2019. - С.199-205.
- 121 Иванова М.М. Динамика добычи нефти из залежей. - М.: Недра, 1976, 247 с.
- 122 Эфендиев Г.М., Каражанова М. К. Прогнозирование наработки на основе статистического анализа данных об отказах УЭЦН // *Журнал Управление качеством в нефтегазовом комплексе*. – М., 2013. - №1. - С. 38-40.
- 123 Павлов В.А. Развитие технологий системно-структурированного проектирования разработки месторождений углеводородов: автореф. ... дис. канд. техн. наук. – Краснодар. - 2009. - С.25-30.
- 124 Обиход А.П. Повышение эффективности интенсификации выработки остаточных запасов нефти с рациональным использованием пробуренного фонда скважин. – Уфа. - 2007. - С. 24-31.
- 125 Смородов Е.А., Деев В.Г., Исмаков Р.А. Методы экспресс-оценки качества фонда нефтедобывающих скважин // *Известия ВУЗов*. – 2001. - №1, С.40-44.
- 126 Владимиров И.В. Снижение эффективности заводнения пластов при наличии систем вертикальных трещин / И.В. Владимиров, Т.Г. Казакова, В.Ш. Шаисламов, А.Г. Кан, Ю.В. Михеев // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. - 2010. - № 1. - С. 54-57.
- 127 Жетекова Л.Б, Каражанова М.К., Кирисенко О.Г. Статистический анализ эффективности использования фондов скважин и проводимых геолого-технических мероприятий на месторождений Каражанбас / *Труды РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина*. - 2023. - №2 (311). - С. 29-43.
- 128 Аглиуллин М.М, Закиров А.Ф., Сахабутдинов Р. З. и др. Способ реагентно-волновой обработки призабойной зоны пласта фильтрационными волнами давления. 16.07.2014.
- 129 Аглиуллин М.М. Оценка глубины проникновения фильтрата

промывочной жидкости по данным испытателей пластов. Оценка выработки и качества вскрытия пласта методами ГИС / Тр. ВНИИнефтепромгеофизика. – Уфа.- 1988. - Вып. 18. - С. 99-105.

130 Жетекова Л.Б., Қойлыбаев Б.Н., Каражанова М.К. Анализ результатов солянокислотного воздействия на призабойную зону скважин на основе геолого- промысловой информации // Нефть и газ. - 2023. - №2(134). – С. 34-47.

131 Жетекова Л.Б., Каражанова М.К., Қойлыбаев Б.Н., Кирисенко О.Г. Статистический анализ результатов соляно-кислотной обработки призабойной зоны скважин на месторождений Каражанбас // Геология. - 2023. - №8(380).- С.58-64.

ҚОСЫМША А
ҒЖЗ нәтижелерін оқу үдерісіне енгізу акті



Ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелерін оқу үдерісіне енгізу туралы

АКТ

«6D070800 – Мұнай газ ісі» мамандығының докторанты Л.Б. Жетекованың «Батыс Қазақстандағы қиын шығарылатын қорлары бар кенорындарды пайдалану тиімділігін арттыру» тақырыбындағы зерттеу жұмысының нәтижелері «6B07210, 7M07210 – Мұнай газ ісі, Мұнай газ инжинирингі» мамандықтарының «Мұнайбергіштікті арттыру техникасы мен технологиясы», «Мұнай өндіруді қарқындату» пәндері құрамына кіріктіріліп, оқу үдерісіне енгізілді.

«Мұнайхимиялық инжиниринг»
кафедрасының меңгерушісі

М.Т.Табылганов

«Мұнайхимиялық инжиниринг»
кафедрасының қауымдастырылған
профессоры

Л.К.Нуршаханова

ҚОСЫМША Б

Ғылыми -зерттеу жұмысының нәтижелерін өндіріске енгізу туралы акті

«ҚАРАЖАНБАСМҰНАЙ» АҚШОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАРАЖАНБАСМҰНАЙ»
ОРТАЛЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК ГЕОЛОГИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БАСҚАРМАСЫ
«ҚАРАЖАНБАСМҰНАЙ» АҚ
өндірістік басқарушының директоры
Бозахаров К.О.
«___» _____ 2024 ж.

Қиын алынатын қорларды жіктеу әдістерінің практикалық маңыздылығын бағалау және нығыздалған тау жыныстарынан мұнай беруді жақсарту технологияларын тандау бойынша шешімдер қабылдау нәтижелері туралы

АКТ

Біз, төменде қол қойғандар, Садуақасов М.Қ., «Қаражанбасмұнай» АҚ бас геологы, «Қаражанбасмұнай» АҚ игеру бөлімінің бастығы В.О.Турков, Л.Б.Жетекованың диссертациялық жұмысында көрсетілген зерттеулерден туындайтын практикалық ұсыныстар мен ұсынымдарды қарастыра отырып, диссертация нәтижелерінің практикалық маңыздылығын растайтын осы актіні жасадық. Диссертацияда қиын алынатын қорлардың жіктелуін талдау арқылы мұнайларды құрамы мен қасиеттеріне, сондай-ақ олардың пайда болу шарттарына қарай кешенді жіктеу қажеттілігі негізделді. Мұнайдың жекелеген санаттары арасындағы бұлыңғыр шекараларды және онымен байланысты жіктеу қиындықтарын ескере отырып және осыған негізделген қабатқа әсер етудің технологиялық нұсқаларын тандау туралы шешім қабылдау кезінде белгіленген белгісіздіктерді ескеретін әдістерді қолдану қажет. Бұлыңғыр жиындар теориясынан белгілі әдістерді пайдалана отырып, жұмыс анық емес кластерлік талдауды қолдана отырып, алынуы қиын мұнайлардың жіктелуін ұсынады және мұнай құрамының, қасиеттерінің және шарттарының сипаттамаларын қоса алғанда, қорларды өндірудегі қиындық дәрежесін сипаттайтын параметрді ұсынады. Жіктеу мұнай тұтқырлығы, тығыздығы, хлор және күкірт құрамы бойынша, сондай-ақ Қазақстандағы көптеген кенорындарының мәліметтері бойынша ортаның (қабаттың) өткізгіштігі бойынша жүргізілді. Атап айтқанда, бұл жіктеу тиімділікті растауға және сол арқылы Қаражанбас кен орнында жылулық әдістерді қолдануды негіздеуге мүмкіндік берген.

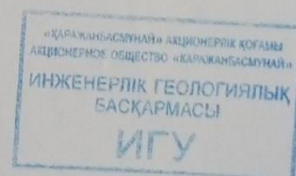
Л.Б.Жетекованың диссертациялық жұмысының нәтижелерін қарастыра келе, біз мынадай қорытындыға келдік: кластерлік талдау нәтижелері топтардың біріне кіретін кенорындарды тұз қышқылымен өндеуді қолдану арқылы анағұрлым тиімді пайдаланылғанын көрсетеді және осыған ұқсас кен орындар бойынша оны Қаражанбас кенорнында жалғастыру ұсынылады, бұл шара өзінің тиімділігін растады. Экономикалық тиімділік қосымша мұнай өндіру есебінен көрінеді.

«Қаражанбасмұнай» АҚ
бас геологы

«Қаражанбасмұнай» АҚ
игеру бөлімінің бастығы

Садуақасов М.Қ.

Турков В.О.



ҚОСЫМША В

Сертификат

СЕРТИФИКАТ

Балашаққа бағдар: Рухани жаңғыру бағдарламасы аясындағы

ҚИЫҢ ШЫҒАРЫМАЛТЫҢ КӨШІРСУПТЕП КЕН ОРЫНДАРЫҢ ШЕРУДІҢ

ТЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТПЛЕП

атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының

"Мұнайғаз саласындағы геологияның қазіргі жағдайы мен даму балашағы"

секициясында үздік баяндама жасаваны үйін

Метёкова Мухаммат Виссарионовна

September



Ғылыми жұмыс және интернационалдану
жөніндегі проректор

Ақтау

ҚОСЫМША В
Сертификат

