

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ.Тұрысов атындағы геология, мұнай және тау-кен ісі институты

ӘОЖ 665.622.43.046.6-52 (043)

Қолжазба құқығында

Сейтқан Сакен Жақанұлы

магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы: Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайларды
сусыздандыру технологиясын зерттеу және
жетілдіру

Мамандығы: 7М07202 – «Мұнай инженериясы»

Ғылыми жетекші

тех. ғыл. кандидаты, профессор

 А.К. Касенов

Пікір беруші

тех. ғыл. кандидаты

 А. Исмаилов

Норма бақылаушы

тех. ғыл. кандидаты, профессор

 А.К. Касенов

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

тех. ғыл. магистрі

_____ Дайров Ж.К.

«__» _____ 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ.Тұрысов атындағы геология, мұнай және тау-кен ісі институты

Мұнай инженериясы кафедрасы

7М07202 – «Мұнай инженериясы»

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

тех. ғыл. магистрі

_____ Дайров Ж.К.

«__» _____ 2021 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант: Сейтқан Сакен Жақанұлы

Тақырыбы: Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайларды сусыздандыру технологиясын зерттеу және жетілдіру

Университет Ректорының 2019 жылғы «11» 11 № 330-М бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмыстың тапсыру мерзімі 2021 жылғы «__» _____

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: Ауыр мұнайды сусыздандырудың технологиясын зерттеу

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) қолданылатын технологиялар және өндірістегі мұнайды сусыздандыру проблемалары.*
- б) тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды сусыздандыру.*
- в) ауыр жоғары тұтқырлы мұнайдың физика-химиялық және электрлік қасиеттерін зерттеу*
- г) ауыр тұтқырлығы жоғары мұнайды электрлік сусыздандыруды эксперименттік зерттеу*
- д) экономикалық тиімділікті есептеу*
- е) қосымшалар*

Сызба материалдар тізімі: деэмульсациялау технологиясының схемалары, кестелер.

Ұсынылған негізгі әдебиет:

1. Логинов В. И. Деэмульгатор көмегімен су-мұнай эмульсиясының бұзылу процесінің негізгі заңдылықтары // Мұнай шаруашылығы. - 1972, №12. - Б. 39-42.

2. Каспарянц К. С., Петров А. А. Мұнайды сусыздандыру мен тұзсыздандырудың әртүрлі әдістерінің тиімділігін бағалау // Мұнай шаруашылығы. - 1976, № 3. - Б.43-48.

Магистрлік диссертацияны дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қолданылатын технологиялар және өндірістегі мұнайды сусыздандыру проблемалары	25.05 - 25.06	—
Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды сусыздандыру	25.05 - 25.06	—
Ауыр жоғары тұтқырлы мұнайдың физика-химиялық және электрлік қасиеттерін зерттеу	25.05. - 25.06	—
Қорытынды	25.05. - 25.06.	—
Экономикалық тиімділікті есептеу	25.05. - 25.06.	—

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған **қолтаңбалары**

Бөлімдер Атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Касенов А.К. тех.ғ.кандидаты, профессор	25.06.2021	
Экономика бөлімі	Касенов А.К. тех.ғ.кандидаты, профессор	25.06.2021	
Норма бақылаушы	Касенов А.К. тех.ғ.кандидаты, профессор	25.06.2021	

Ғылыми жетекші



Касенов А.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Сейтқан С.Ж.

Күні

" 25 " 06 2021ж.

Сейтқан Сакен Жақанұлының

7M07202 – «Мұнай инженериясы» мамандығы бойынша магистр дәрежесін алу үшін ұсынылған «Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайларды сусыздандыру технологиясын зерттеу және жетілдіру» тақырыбындағы магистрлік диссертациясына ресми ғылыми жетекшінің

ПІКІРІ

Мұнай саласының қазіргі жайының белгілерінің бірі энергетикалық шикізат өндірудің қысқаруы болып табылады. Осының салдарынан бірқатар дамыған елдер үшін мұнай мен газдың жетіспеушілігі техникалық-экономикалық прогресті қиындатады. Өнеркәсіптің тұтас салалары (энергетика, мұнай химиясы, көлік) үшін дәстүрлі салалардың орнын ішінара толтыруға қабілетті баламалы шикізат проблемасы туындады. Мұндай шикізат таяу жылдары мұнайлы горизонттар мен битуминозды құмтастардан алынатын тұтқырлығы жоғары ауыр мұнай болады.

Тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарындағы мұнай өндіруді ұлғайтудың бу-жылу және басқа әдістерін енгізу белгілі бір дәрежеде жылдық өндірісті едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Алайда, осы әдістерді енгізу тұтқырлығы жоғары мұнайдың тұрақты эмульсияларын қалыптасуына әсер етеді, сондықтан мұнай өндірудің қосымша технологиялық мәселелерінің тұтас кешенін шешуді талап етеді.

Сонымен қатар, тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайға байланысты қолданылатын кең таралған термохимиялық деэмульсация әдістері деэмульгациялайтын беттік-белсенді заттардың, жылудың жоғары шығындарын және осындай мұнайдың жоғары тығыздығына байланысты сусыздандыру кезінде тұру уақытының күрт артуын талап етеді.

Бұл жұмыста туындаған мәселелерге ұсыныстар айтылды.

Барлық сусыздандыру әдістерінің ішінде ауыр мұнай үшін өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісін қолдана отырып сусыздандыру ең тиімді әдістердің бірі болып табылады деген қорытынды жасауға болады.

Зерттеу нәтижелері бойынша Сәтбаев Университетіндегі "Сатпасв окулары – 2020" конференциясында "Мұнай инженериясы» мамандығы бойынша магистр дәрежесін алу үшін ұсынылған «Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайларды сусыздандыру технологиясын зерттеу және жетілдіру» тақырыбында ғылыми мақала жарияланды және баяндалды.

Жалпы жұмыс жеткілікті деңгейде орындалды және аяқталды, осыған байланысты оң бағаға лайық, ал оның авторы Сейтқан С.Ж. 7M07202 – «Мұнай инженериясы» мамандығы бойынша магистр атағын беруге лайық деп есептейміз.

Ғылыми жетекші:

тех. ғыл. кандидаты
профессор



А.К. Касенов

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Сейтқан Сакен Жақанұлы

Название: Тұтырлылы жоғары ауыр мінайларды сусыздандыру технологиясын зерттеу және жетілдіру

Координатор: Алмабек Касенов

Коэффициент подобия 1: 3.3

Коэффициент подобия 2: 0.2

Замена букв: 25

Интервалы: 0

Микропробелы: 3

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

25.06.2018

Дата



Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Сейтқан Сакен Жақанұлы

Название: Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайларды сусыздандыру технологиясын зерттеу және жетілдіру

Координатор: Алмабек Касенов

Коэффициент подобия 1:3.3

Коэффициент подобия 2:0.2

Замена букв:25

Интервалы:0

Микропробелы:3

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

РЕЦЕНЗИЯ

магистрлік диссертацияға

Сейтқан Сакен Жақанұлы

7M07202 – «Мұнай инженериясы»

Тақырыбы: «Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайларды сусыздандыру технологиясын зерттеу және жетілдіру»

Орындалды:

а) түсініктеме 48 бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмыс бойынша ескертулер бар:

1. Диссертацияда зерттеу пәні бойынша зерттеушілердің жұмыстарына сілтемелер аз.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жұмыста ауыр мұнайды өндірісте сусыздандырудың негізгі тәсілдерінің технологиясы талданған және солардың ішінде дайын мұнайдың сапасын арттыруды қамтамасыз ететін өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісін қолдана отырып, тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды деэмульсациялаудың технологиясын зерттеу және оның тиімділігін анықтау негізгі мақсат болып табылады.

Ізденуші Сейтқан С.Ж. диссертация тақырыбы бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында келесі ғылыми нәтиже алынған:

- Зерттеу мәселесі бойынша ғылыми-техникалық әдебиеттерді талдау ауыр жоғары тұтқыр мұнайларды сусыздандыруда қолданылатын технологиялық шешімдердің негізгі кемшіліктерін анықтауға мүмкіндік берді.
- Теориялық және эксперименттік зерттеулер көрсеткендей, ауыр мұнайларды сусыздандыру процесінде электр өрісінің біркелкі еместігін терең дегидратацияны қамтамасыз ететін негізгі технологиялық фактор ретінде қолдануға болады.
- Теориялық және эксперименттік зерттеулер жоғары сапалы мұнай алу үшін дегидратация процесінің оптималды параметрлерін анықтауға мүмкіндік берді.
- Автор ұсынған ауыр мұнайларды сусыздандыру үшін электр өрісін қолдану әдісі оның тиімділігін көрсетті.

Зерттеу нәтижелері бойынша Сәтбаев Университеті жанындағы "Сатпаев оқулары – 2020" конференциясында "Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайларды сусыздандыру технологиясын зерттеу және жетілдіру" тақырыбында ғылыми мақала жарияланған.

Көрсетілген ескертулер магистрлік диссертацияның құнын түсірмейді ал авторы Сейтқан С.Ж. 7M07202 – «Мұнай инженериясы» мамандығы бойынша сәйкес «магистр» академиялық дәрежесін ашық түрде қорғағаннан кейін лайық деп санаймын.

Рецензент

Тех. ғыл. докторы



А.А. Исмаилов

« »

2021 ж.

АНДАТПА

Бұл магистрлік диссертация дайын мұнайдың сапасын арттыруды қамтамасыз ететін өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісін қолдана отырып, тұтқырлығы жоғары мұнайларды деэмульсациялау технологиясын зерттеу нәтижелерін ұсынады.

Мұнай ұңғымалары өнімдерін кәсіпшілік дайындау – бұл мұнайды газсыздандыру, сусыздандыру, тұзсыздандыру және тұрақтандыруды қамтитын көп сатылы процесс. Ең күрделі процесс – бұл дегидратация, оның басты проблемасы эмульсиялардың бұзылуы болып табылады.

Эмульсия деп, кең мағынада, әдетте екі өзара ерімейтін немесе аз еритін сұйықтықтардан тұратын жоғары дисперсті жүйені атайды, олардың біреуі екіншісіне тамшылар түрінде таратылады.

Эмульсиялардың пайда болу және бұзылу механизмі туралы теориялық идеялар дамыған сайын мұнайларды деэмульсациялау әдістері өзгеріп, жетілдіріледі.

Өлемдік тәжірибеде деэмульсацияның іс жүзінде кең таралған немесе өнеркәсіптік сынақтар кезеңінен өткен әртүрлі әдістері белгілі. Кен орындарында мұнай дайындаудың заманауи технологиясы үнемі жетілдіріліп отыратын деэмульсацияның әдістері мен технологиялық тәсілдерінің комбинациясын қамтиды.

Бұл жұмыста келесі міндеттер орындалды: кәсіпшілікте мұнай дайындаудың дәстүрлі тәсілдерінің ерекшеліктерін талдау; жоғары сапалы мұнай алуды қамтамасыз ететін аномальды-тұтқыр мұнай дайындау технологиясын одан әрі жетілдірудің негізгі бағытын таңдау; аномальды-тұтқыр мұнай мен эмульсиялардың физика-химиялық және электрлік қасиеттерін әртүрлі жағдайларда зерттеу; электр өрісінің эмульсиялардың бұзылу процесіне әсерін теориялық және зертханалық зерттеу; өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісін қолдана отырып, тұтқырлығы жоғары мұнайды деэмульсациялау технологиясын әзірлеуге мүмкіндік беретін зерттеулер жүргізу; мұнайды сусыздандырудың әзірленген технологиясын тәжірибелік-өнеркәсіптік сынау.

АННОТАЦИЯ

Данная магистерская диссертация предлагает результаты исследования технологии деэмульсации высоковязких нефтей с применением электрического поля промышленной частоты, обеспечивающей повышение качества готовой нефти.

Промысловая подготовка продукции нефтяных скважин - это многоступенчатый процесс, включающий дегазацию, обезвоживание, обессоливание и стабилизацию нефти. Наиболее сложным процессом является обезвоживание, центральной проблемой которого является разрушение эмульсий.

Эмульсией, в широком понимании, обычно называют высоко дисперсную систему, состоящую из двух взаимно нерастворимых или малорастворимых жидкостей, одна из которых распределена в другой в виде капель.

По мере развития теоретических представлений о механизме образования и разрушения эмульсий, изменяются и совершенствуются способы деэмульсации нефтей.

В мировой практике известны различные способы деэмульсации, получившие широкое распространение на практике или прошедшие стадию промышленных испытаний. Современная технология подготовки нефти на промыслах включает комбинации способов и технологических приемов деэмульсации, которые постоянно совершенствуются.

В данной работе выполнены следующие задачи: анализ особенностей традиционных приемов подготовки нефти на промыслах; выбор основного направления дальнейшего совершенствования технологии подготовки аномально-вязких нефтей, обеспечивающей получение нефти высокого качества; исследование физико-химических и электрических свойств аномально-вязких нефтей и эмульсий при различных условиях; теоретические и лабораторные исследования влияния электрического поля на процесс разрушения эмульсий; проведение исследований, позволяющих разработать технологию деэмульсации высоковязких нефтей с применением электрического поля промышленной частоты; опытно-промышленные испытания разработанной технологии обезвоживания нефти.

ANNOTATION

This master's thesis offers the results of research on the technology of demulsification of high-viscosity oils with the use of an electric field of industrial frequency, which provides an increase in the quality of finished oil.

Field preparation of oil well products is a multi-stage process that includes degassing, dewatering, desalting and stabilization of oil. The most complex process is dehydration, the central problem of which is the destruction of emulsions.

An emulsion, in a broad sense, is usually called a highly dispersed system consisting of two mutually insoluble or slightly soluble liquids, one of which is distributed in the other in the form of droplets.

With the development of theoretical ideas about the mechanism of formation and destruction of emulsions, the methods of demulsification of oils are changing and improving.

In the world practice, various methods of demulsification are known, which have become widely used in practice or have passed the stage of industrial tests. The modern technology of oil treatment in the fields includes combinations of methods and technological methods of demulsification, which are constantly being improved.

In this work, the following tasks are performed: analysis of the features of traditional methods of oil preparation in the fields; selection of the main direction for further improvement of the technology for the preparation of anomalously viscous oils, which ensures the production of high-quality oil; study of the physical, chemical and electrical properties of anomalously viscous oils and emulsions under various conditions; theoretical and laboratory studies of the influence of the electric field on the process of destruction of emulsions; conducting research to develop a technology for the demulsification of high-viscosity oils using an electric field of industrial frequency; pilot testing of the developed technology for dewatering oil.

Мазмұны

Кіріспе.....	13
1. Қолданылатын технологиялар және өндірістегі мұнайды сусыздандыру проблемалары.....	15
1.1. Мұнайды деэмульсациялаудың технологиялық әдістері.....	15
1.2. Мұнайды аппараттарда және өнеркәсіптік дайындау қондырғыларында сусыздандыру.....	18
1.3. Мұнай эмульсиясын жабдықтар мен кен орындарында мұнай жинаудың көлік жүйесінде бұзу.....	21
1.4. Мұнайды деэмульсациялау процесінде электр өрістерін қолдану.....	22
2. Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды сусыздандыру.....	24
3. Ауыр жоғары тұтқырлы мұнайдың физика-химиялық және электрлік қасиеттерін зерттеу.....	28
3.1. Ауыр мұнайдың физикалық-химиялық қасиеттері.....	28
3.2. Қаражанбас кен орнының, Ярегский кен орнының және Усин кен орнының пермо-карбон шоғырының мұнайларының электрлік қасиеттері.....	37
3.2.1. Меншікті электр өткізгіштігін анықтау.....	37
3.2.2. Ауыр мұнайдың диэлектрлік өткізгіштігін анықтау	40
4. Ауыр тұтқырлығы жоғары мұнайды электрлік сусыздандыруды эксперименттік зерттеу	43
4.1. Электродегидратор моделінің конструкциясы.....	46
4.1.1. Бұрыштық электродтары бар электр гидраторының зертханалық моделінің қуатын есептеу	48
4.2. Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды сусыздандыруға арналған эксперименттік қондырғы.....	49
4.3. Ярегский кен орнының ауыр жоғары тұтқырлы мұнайын сусыздандыру процесін эксперименттік зерттеу.....	50
4.3.1. Эмульсия дайындау.....	50
4.3.2. Электр өрісінің кернеулігінің судың қалдық құрамына әсерін анықтау.....	52
4.3.3. Өңдеу температурасының әсерін анықтау.....	53
4.3.4. сұйықтықтың оптималды шығынын анықтау.....	53
4.3.5. Беттік-белсенді заттардың меншікті шығынының әсерін бағалау.....	54
5. Электродегидраторды өндірістік сынау.....	55
5.1. Сынақтар жүргізу	55
5.2. Сынақ нәтижелері.....	58
Қорытындылар мен ұсыныстар.....	60
Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	61

Кіріспе

Тақырыптың өзектілігі. Мұнай саласының қазіргі жайының белгілерінің бірі энергетикалық шикізат өндірудің қысқаруы болып табылады. Осының салдарынан бірқатар дамыған елдер үшін мұнай мен газдың жетіспеушілігі техникалық-экономикалық прогресті қиындатады. Өнеркәсіптің тұтас салалары (энергетика, мұнай химиясы, көлік) үшін дәстүрлі салалардың орнын ішінара толтыруға қабілетті баламалы шикізат проблемасы туындады. Мұндай шикізат таяу жылдары мұнайлы горизонттар мен битуминозды құмтастардан алынатын тұтқырлығы жоғары ауыр мұнай болады [1].

Әр түрлі бағалаулар бойынша жоғары тұтқырлы мұнай қорлары 790 млрд.тоннадан 1 трлн. тоннаға дейін қамтиды екен, ал бұл болса шамамен 162 млрд. тоннаны құрайтын аз және орташа тұтқырлы мұнайдан 5-6 есе көп болып отыр. Ал ғалымдардың зерттеулеріне сүйенер болсақ, жеңіл мұнай қоры осы ғасырдың бірінші жартысында аяқталады.

Ресей, Канада, Венесуэла және АҚШ ауыр мұнайдың ірі барланған қорларының иелері болып табылады. Бұл мұнайды әлемдік өндіру өткен ғасырдың 80-ші жылдарының соңына қарай тәулігіне 480 мың тоннаға жетті [2].

Өнімді қабаттарға су айдау арқылы қабаттық қысымды ұстап тұру әдістерімен өндірілетін ҚР-дағы жаңа кен орындарын игеру және ескі кен орындарын өндіруді қарқындату мұнай өндіру объектілерінің құрылысына бір мезгілде үлкен күрделі салымдарды талап етеді. Мұндай жағдайларда арнайы дайындықты қажет ететін эмульсия түрінде суланған мұнайды өндіру көлемі қажетті өнімділігі бар қондырғылардың құрылысын едәуір басып озады.

Барлық мұнай өндіру саласының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттырудың ірі резерві тікелей кен орындарында жоғары сапалы мұнай алу проблемасын шешу болып табылады.

Тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарындағы мұнай өндіруді ұлғайтудың бу-жылу және басқа әдістерін енгізу белгілі бір дәрежеде жылдық өндірісті едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Алайда, осы әдістерді енгізу тұтқырлығы жоғары мұнайдың тұрақты эмульсияларын қалыптасуына әсер етеді, сондықтан мұнай өндірудің қосымша технологиялық мәселелерінің тұтас кешенін шешуді талап етеді [4].

Соңғы уақытта эмульсияларды бұзудың түрлі әдістерін қолдана отырып, майларды сусыздандыру техникасы мен технологиясын жетілдіру саласында үлкен жұмыс атқарылды.

Сонымен қатар, тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайға байланысты қолданылатын кең таралған термохимиялық дезэмульсация әдістері дезэмульсациялайтын беттік-белсенді заттардың, жылудың жоғары шығындарын және осындай мұнайдың жоғары тығыздығына байланысты сусыздандыру кезінде тұру уақытының күрт артуын талап етеді.

Жұмыстың мақсаты. Дайын мұнайдың сапасын арттыруды қамтамасыз ететін өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісін қолдана отырып, Қаражанбас кен

орнының тұтқырлығы жоғары мұнайын деэмульсациялау технологиясын зерттеу және әзірлеу.

Зерттеу міндеттері. Елдің әртүрлі аудандарының кен орындарында қалыптасқан кәсіпшіліктерде мұнай дайындаудың дәстүрлі тәсілдерінің ерекшеліктерін талдау; жоғары сапалы мұнай алуды қамтамасыз ететін аномальды-тұтқыр мұнай дайындау технологиясын одан әрі жетілдірудің негізгі бағытын таңдау; аномальды-тұтқыр мұнай мен эмульсиялардың физика-химиялық және электрлік қасиеттерін әртүрлі жағдайларда зерттеу; электр өрісінің эмульсиялардың бұзылу процесіне әсерін теориялық және зертханалық зерттеу; өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісін қолдана отырып, тұтқырлығы жоғары мұнайды деэмульсациялау технологиясын әзірлеуге қажетті зерттеулер жүргізу; мұнайды сусыздандырудың әзірленген технологиясын тәжірибелік-өнеркәсіптік сынау.

Ғылыми жаңалық. Дәстүрлі өңдеу температураларында аномальды-тұтқыр мұнайларды терең сусыздандыру технологиясы әзірленді. Тұтқырлығы жоғары мұнай эмульсияларын бөлу процесінің негізгі параметрлері айқындалды. Мұнайдағы судың қалдық құрамының негізгі технологиялық параметрлердің әрқайсысына тәуелділігі анықталды: эмульсияны өңдеу температурасы; өнеркәсіптік жиілік тогының электр өрісінің кернеулігі; эмульсия шығысы; деэмульгатор - беттік-белсенді заттардың шығыны. Өңделген мұнайдағы судың қалдық құрамы мен негізгі технологиялық параметрлер: эмульсияны өңдеу температурасы; электр өрісінің кернеулігі; эмульсия шығыны; деэмульгатор - беттік-белсенді заттардың шығыны арасындағы аналитикалық байланыс анықталды.

1. Қолданылатын технологиялар және өндірістегі мұнайды сусыздандыру проблемалары

1.1. Мұнайды деэмульсациялаудың технологиялық әдістері

Мұнай ұңғымалары өнімдерін кәсіпшілік дайындау-бұл мұнайды газсыздандыру, сусыздандыру, тұзсыздандыру және тұрақтандыруды қамтитын көп сатылы процесс [5,6]. Ең күрделі процесс-бұл дегидратация, оның басты проблемасы эмульсиялардың бұзылуы болып табылады.

Эмульсиялардың пайда болу және бұзылу механизмі туралы теориялық идеялар дамыған сайын майларды деэмульсациялау әдістері өзгеріп, жетілдіріледі.

Әлемдік тәжірибеде кеңінен таралған немесе өнеркәсіптік сынақтар кезеңінен өткен деэмульсацияның әртүрлі әдістері белгілі [5-10]. Кен орындарында мұнай дайындаудың заманауи технологиясы үнемі жетілдіріліп отыратын деэмульсацияның әдістері мен технологиялық тәсілдерінің комбинациясын қамтиды.

Эмульсия, кең мағынада, әдетте екі өзара ерімейтін немесе аз еритін сұйықтықтардан тұратын жоғары дисперсті жүйе деп аталады, олардың біреуі екіншісінде диаметрі 0,1-10" - ден 100-10" м-ге дейін тамшылар түрінде бөлінеді [9]. Полярлы емес сұйықтық полярға бөлінетін бірінші типтегі немесе тұзу эмульсиялар бар, мысалы, М/В, екінші типтегі эмульсиялар немесе кері-в / М және "бірнеше" эмульсия.

Бірінші түрдегі эмульсиялар кері эмульсиялардың бұзылу процестерінде, яғни мұнайдың деэмульсациясы кезінде қалыптасады. Сондай-ақ, бұл эмульсиялар нафтен қышқылдарының көп мөлшері бар резервуар сулары мен майлардың минералдануы төмен суланған мұнай кен орындарында ұңғымалардың өнімдерін өндіру және жинау кезінде пайда болады.

Кері эмульсиялар сұйылтылған және жоғары концентрацияланған эмульсиялық жүйелердің ауқымын қамтиды, мұнда оларды тұрақтандыру факторларында айырмашылықтар көбірек көрінеді. Осы топтағы мұнай эмульсияларының қасиеттері мұнай эмульсациясының техникасы мен технологиясын таңдауды анықтайды.

"Бірнеше" эмульсиялар әртүрлі механикалық қоспалардың жоғары құрамымен қалыптасады, үлкен қарсылыққа ие және белгілі әдістермен жою өте қиын.

Мұнай өндіру кезінде кездесетін эмульсиялардың белгілі бір бөлігі кері түрдегі эмульсиялар, яғни "майдағы су" түріндегі эмульсиялар [9,10, 12-14].

Мұнай эмульсиялары әдетте мұнай мен судың ұсақ дисперсті механикалық қоспасын білдіреді, олардың пайда болуы ұңғыманың төменгі шұңқыр аймағында, ұңғыманың баррелінде, жер үсті көлік жабдықтарында болады.

Мұндай эмульсиялар дамыған беті бар дисперсті жүйелерге жатады, еркін беттік энергияның жоғары деңгейімен сипатталады және термодинамика

тұрғысынан тұрақсыз жүйелер болып табылады. Бұл жүйенің мұнай мен суға өздігінен бөлінуін түсіндіреді.

Алайда, бетіне көтерілген мұнай мен резервуардағы суда әрдайым эмульсияның түзілуіне және тұрақтылығының жоғарылауына ықпал ететін заттар бар, олар адсорбциялық қабаттарды тұрақтандырады, тамшылардың бірігуіне жол бермейтін механикалық тосқауыл ретінде әрекет етеді. Бұл заттар эмульгаторлар деп аталады.

Қыркыншы жылдары табиғи эмульгаторлардың келесі жіктелуі қабылданды [15]

- нафтен қышқылдарының сілтілі жер тұздары сияқты жоғары молекулалық эмульгаторлар. Олардың адсорбциялық қабаттары әлсіз құрылымдық-механикалық қасиеттерге ие және салыстырмалы түрде тұрақсыз эмульсиялар береді;

- жоғарымолекулярлы эмульгаторлар үлгідегі асфальтендер, шайырлар мен парафиндер. Олардың адсорбциялық қабаттары жоғары қорғаныс қасиеттеріне ие;

- тау жыныстарының жоғары дисперсті бөлшектерінен түзілген қатты беттік белсенді эмульгаторлар.

Эмульсияның пайда болуына әдетте эмульгаторлардың барлық түрлері қатысады, өйткені мұнай әртүрлі төмен және жоғары молекулалық Органикалық заттардың күрделі қоспасы болып табылады.

Сонымен қатар, табиғи эмульгаторлар ионогенді болуы мүмкін, яғни су ерітінділерінде электр заряды бар иондарға ыдырайды [9], ал иондарға су ерітінділерінде бөлінбейді.

Мұнай-су фазалық интерфейсында эмульгаторлардың адсорбциясы, интерфазалық қабаттың қалыңдауы уақыт өте келе жүреді, сондықтан В/Н эмульсиясы уақыт өте келе тұрақты болады - эмульсияның "қартаюы" деп аталады [10, 16, 17]. Бастапқы кезеңде мұнай эмульсияларының қартаюы өте қарқынды жүреді, содан кейін біртіндеп баяулайды және көбінесе бір күннен кейін тоқтайды.

Мұнай эмульсияларының түзілуі мен тұрақтануында ілесіп өндірілетін сулардың қасиеттері мен құрамы маңызды рөл атқарады [18]. Су фазасының рН-ның төмен мәндерінде ең берік фазааралық қабаттар асфальтпен түзіледі. Су фазасының рН-ның жоғары мәндерінде шайырмен ең берік интерфазалық қабаттар түзіледі. Бұл қорғаныс қабаттары асфальтендер түзетін қорғаныс қабаттарына қарағанда мобильді.

Тұрақтылық, қартаю дәрежесі, дисперсия және басқа факторларға байланысты мұнай эмульсиялары шартты түрде оңай стратификацияланған, орташа төзімді және төзімді болып бөлінеді [19].

Су-мұнай эмульсияларының тұрақтылығына температура, эмульсиялардың пайда болуының гидродинамикалық шарттары, эмульсияланған судың мөлшері мен құрамы және басқа факторлар әсер етеді. Эмульсияның жер бетіне көтерілгеннен кейін тұрақтылығының пайда болуы оның жер үсті жабдықтары - мұнай жинау және тарату коллекторлары,

сепараторлар, бөлшектер, клапандар, сорғылар және т.б. арқылы қозғалуы кезінде пайда болуы мүмкін [20-22].

Эмульсияларды мұнай мен суға бөлу үшін әртүрлі технологиялық әдістер қолданылады, олардың комбинациясы майларды демульсациялаудың белгілі бір әдісінің құрамын білдіреді.

[10, 19, 23-26] еңбектерде мұнайды деэмульсациялаудың барлық заманауи әдістері іс жүзінде химиялық деэмульсациялаудың әртүрлі нұсқалары болып табылады және негізінен бірдей кезеңдерді қамтиды: мұнай фазасына реагент енгізу және оны су глобулаларының бетіне шығару; эмульсияланған су тамшыларындағы қорғаныс қабықтарын жою және олардың пайда болуына жол бермеу; тамшылардың бір-бірімен жақындасуы және жанасуы; тамшылардың өзара қосылуы; жүйенің мұнай мен суға бөлінуі.

[26] жұмыста мұнайды дегидратациялаудың технологиялық әдістері оларды деэмульгация процесінің көрсетілген кезеңдерімен салыстыру арқылы бағаланады.

Реагентті мұнай фазасына енгізу және оны су глобулаларының бетіне жеткізу кезеңінде негізгі фактор реагентпен эмульсияның турбулентті қозғалысын қамтитын технологиялық әдістер оң әсер етеді. Жұмыста [12] эмульсияны араластыру арқылы деэмульгатордың мұнай ортасына таралуы тездетілетіні, ол мұнай мен судың шекаралық бетіне тезірек және біркелкі жетіп, эмульгаторға әсер ететіні атап өтілді.

Деэмульсация процесінің осы кезеңінде тиімділік бойынша қолданылатын технологиялық әдістер мынадай тәртіппен орналасады [24, 26]: эмульсиясы бар реагенттің арнайы араластырғыштарын пайдалану, реагентті сорғыны қабылдауға беру, реагентті мұнайға беру, кейіннен оның технологиялық коммуникациялар мен жабдықтар бойынша қозғалысы және т. б.

Деэмульгатордың қатысуымен Су глобулаларындағы қорғаныс қабықтарының бұзылу кезеңінде қорғаныс қабықтарының механикалық деформациясы нәтижесінде тұрақтандырғыш бөлшектері арасындағы байланыстың бұзылуына әкелетін технологиялық әдістер тиімді болып табылады. Бұл кезеңде тиімділіктің технологиялық әдістері келесі ретпен орналастырылған [26]: электр өрістерін қолдану, қыздыру, аралас сүзгілерді қолдану және т. б.

Тамшылардың бір-бірімен жақындасу және байланыс кезеңінде тиімді технологиялық әдістер электр өрістерін пайдалану, Центрифугалау, сондай-ақ гидродинамикалық әсерлер болып табылады, мұнда ағынның турбуленттілігі белсенді фактор болып табылады.

Тамшылардың бірігу кезеңінде жанасатын тамшылар арасындағы мұнай қабатының тез сығылуына ықпал ететін осындай технологиялық әдістер оң әсер етеді. Тиімділігі жағынан деэмульсация процесінің осы сатысындағы технологиялық тәсілдер мынадай тәртіппен орналасады [20, 23]: электр өрістерін қолдану, гидродинамикалық әсерлерді пайдалану, Центрифугалау, тұндыру.

Эмульсияны мұнай мен суға бөлу процесіне Центрифугалау, электр өрістерін пайдалану және тұндыру сияқты технологиялық әдістер оң әсер етеді.

Өндірістік тәжірибеде жеке технологиялық әдістер қолданылмайды, бірақ деэмульсация процесінің барлық кезеңдеріне тиімді әсер ететін бірнеше әдістердің үйлесімі қолданылады. Деэмульсацияның ең көп таралған әдістері химиялық реагенттерді термиялық өңдеумен, электр өрісінде өңдеумен, тұндырумен, гидродинамикалық әсерлерді қолданумен бірге қолдану болып табылады [27-30].

Мұнайды деэмульсациялау үшін қолданылатын әртүрлі технологиялық әдістерді салыстырудан олардың ешқайсысы жеке-жеке сапалы мұнай алу үшін процестің барлық кезеңдерін жүзеге асыруды қамтамасыз етпейтіні байқалады. Сонымен, реагентті мұнай фазасына енгізу кезеңінде арнайы Араластырғыштарды қолдану және реагентпен эмульсия ағынын турбулизациялау тиімді болып табылады. Алайда, қалған кезеңдерде, әсіресе стратификация кезеңінде, бұл әдіс теріс әсер етуі мүмкін.

Эмульсияланған су тамшыларындағы қорғаныс қабықтарының бұзылу сатысында, олардың жақындасуы, байланысуы және тамшылардың бірігуі электр өрісін, гидродинамикалық әсерді қолдану тиімді және тұндыру сияқты әдіс тиімсіз.

Жақындасу, бірігу, тамшылардың үлкеюі және жүйенің мұнай мен суға бөлінуі кезеңдерінде электр өрістерін қолдану оң технологиялық әдіс болып табылады. Алайда, реагентті мұнай фазасына енгізу сатысында бұл технологиялық әдіс оң әсер етпейді.

Осылайша, талдау көрсеткендей, мұнай дайындаудың тиімді әдісі беттік-белсенді заттар қосылған гидродинамикалық әсерлердің үйлесімі, электр өрістерін қолдану және қажетті эмульсияны жылыту арқылы тұндыру болады. Бұл әдістерді қолдану максималды тиімділікпен мұнайды деэмульсациялау процесінің барлық кезеңдерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді, өйткені олардың әрқайсысы жеке-жеке көптеген кезеңдерге қарқынды әсер етеді.

1.2. Мұнайды аппараттарда және өнеркәсіптік дайындау қондырғыларында сусыздандыру

Қазіргі уақытта кен орындарында мұнайды сусыздандыру жағдайға байланысты жинаудың кәсіпшілік жүйелерінің жабдықтарында (құбырларды, тауарлық парктердің соңғы сепарациялық қондырғылары мен резервуарларын қоса алғанда); автономды сусыздандыратын термохимиялық қондырғыларда; мұнайды айдау кезінде: А) кәсіпшілік тауар парктері арасында; б) кәсіпшілік тауар парктері мен магистральдық мұнай құбырларының бас құрылыстары арасында; в) мұнай өңдеу зауыттарының бас құрылыстары мен тауар-шикізат базалары арасындағы блоктық деэмульсаторлар мен электродегидраторларда [6] жүзеге асырылады.

Тәжірибе көрсеткендей, қазіргі уақытта жұмыс істеп тұрған қондырғылардың көпшілігі тиісті жүктемелерде термохимиялық қондырғыда қанағаттанарлық сапалы өнімді қамтамасыз ете алмайды. Осылайша, өзен мұнайын сусыздандыру бойынша өндірістік сынақтар [31] сепаратор-

жылытқышы, жылу алмастырғыштар блогы және шикізат аз жеткізілетін тұндырғыш бар термохимиялық қондырғыда құрамында 1%-дан аз суы бар өңделген мұнай алу мүмкін еместігін көрсетті. Бұл ретте дисолван 4411 дезмульгаторы сепараторға дейін берілді және Тұндырғышта мұнайдың болу уақыты кемінде 2 сағатты құрады, сепаратордан кейін дезмульгаторды беру өңделген мұнайдың сапасын біршама нашарлатты.

Жартылай өнеркәсіптік сынақтар жүргізу кезінде [33] кейбір жағдайларда өңделген мұнайдың сапасы өте жоғары болды - 0,13% су, бұл дегидратация әдісі кең таралмады. Бұл гидравликалық сүзгіні үнемі ауыстыру кезінде тұндырғыштың қатты ластануынан тұратын оның технологиялық еместігіне байланысты. Аралық қабаттың қалыңдығын автоматты түрде бақылау мүмкін емес, нәтижесінде оны шығару ықтималдығы жоғары және, сайып келгенде, өңделген мұнай сапасының нашарлауы мүмкін.

Шикізаттың төменгі берілісі бар тұндырғыштарда құрғатылған кезде өңделген мұнайдың сапасын жақсарту импульсті өңдеу режимінде алынды [34]. Импульстік әсер ету деп шағын уақыт аралықтары ішінде 16,7-ден 23% - ға дейінгі көлемде шикізаттың қосымша мөлшерін беру түсініледі. Импульстардың ұзақтығы 30-дан 120 секундқа дейін өзгерді. Қызмет көрсету уақыты ондаған минутты құрады.

Импульсті режимде мұнай өңдеу кезінде судың бөліну қарқындылығы 20-25% - ға артты. Алайда, бұл жағдайда да, құрамында 1%-ға дейін суы бар мұнай алу үшін өнімділігі 0,7 объе-ма/сағ кем тұндырғышты пайдалану қажет. Демек, мұнайдың аппаратта болу уақыты шамамен 1,5 сағатты құрайды. Технологиялық емес процестің айқын болуына байланысты бұл әдіс коммерциялық тәжірибеде қолданылмайды.

Ресей Федерациясындағы Батыс Сургут кен орнында Udo-2M термохимиялық қондырғысы сыналды [37]. Мұнай соңғы бөлу қондырғысынан шикізат сорғымен дезмульсацияға берілді. УДО-2м-де мұнайды жылыту ілеспе газды жағу арқылы қыздыру бөліктерінде жүргізілді. Өндіргіш қондырғыны мынадай нұсқалар бойынша сынау: өңделетін сұйықтық бойынша әр түрлі өндіргіштіктерде; су жастықшасының әр түрлі биіктіктерінде; реагент-дезмульгаторды өңдеудің әр түрлі температураларында және шығындарында; тұру кезінде әр түрлі қысымдарда. Сынақтар көрсеткендей, су жастықшасының биіктігін орнату биіктігінің 2/3 дейін немесе оның 1/3 төмен төмендеуі дегидратация нәтижелерінің күрт нашарлауына әкеледі. Алайда, жуылатын су қабатының оңтайлы қалыңдығымен Батыс Сургут мұнайын 2%-ға дейін дегидратациялауға шикізат, реагент Шығыны 60 г/т және өңдеу температурасы 50°C бойынша өнімділігі 1300 т/т дейін болғанда қол жеткізілді. Бұл судың мөлшері шамамен 1% болса да, мұнай алу үшін Тұндырғышта кемінде 2 сағат болу керек екенін растайды.

Кәсіпшілік практикада шикізатты бүйірден беретін көлденең тұндырғыштар, сондай-ақ мұнайдың көлбеу қозғалысы бар тұндырғыштар жиі қолданылады. Соңғыларында эмульсияны енгізу шеткі көлденең төменгі нүктеде жуу суының қабатына жүзеге асырылады. Өңделген мұнайды іріктеу

диагональды қарама-қарсы нүктеде жүргізіледі. Сондай-ақ, шикізатты бүйірлік жеткізумен қуыс тұндырғыштарда сұйықтықтың қозғалыс бағыты қатаң көлденең емес екенін атап өткен жөн [38].

Тұндырғыштардағы мұнай сусыздануының тиімділігін "Вагнер-Биро" фирмасының шикізатының бүйірлік жеткізілімімен және мұнайдың көлбеу қозғалысы бар тұндырғыштармен салыстыру бойынша сынақтар [32] соңғысының артықшылығын көрсетті. Бұл аз қозғалыс жылдамдығы мұнай аппаратында және өзге де тең жағдайларда, аз ықтималдықпен туындаған турбулентті режимін. Сұйықтықтың көлбеу қозғалысы бар тұндырғышты және "Гипронефтемаш" конструкциясының ДГФ типті шикізаттың төменгі берілісі бар тұндырғышты салыстырмалы сынау екіншісінің артықшылығын көрсетті. Мәселен, Мұханов кен орнының көмірлі мұнайын 1% - ға дейін сусыздандыру кезінде [32] шикізаттың төменгі беруімен тұндырғыш екі есе жоғары өнімділікке ие болды.

Осылайша, мұнайды дегидратациялау кезінде шикізатты бүйірмен камтамасыз ететін қуыс тұндырғыштар төменгі шикізатты тұндырғыштарға қарағанда аз тиімді жұмыс істейді.

Дегенмен, "Альметьевнефть" МГӨБ қызметкерлері шикізатты бүйірден бере отырып, тұндырғыш аппараттардың гидродинамикасын жақсарту бойынша жұмыстар жүргізді [36]. Тұндырғыштың шыны моделінің ішіндегі ағынның сипаты тоналды сұйықтықтың қозғалысымен анықталды.

Зерттеулер нәтижесінде аппарат осіне перпендикуляр орналасқан торлы аралықтарды тұндырғышқа орнату ағынның гидродинамикасын едәуір жақсартатыны анықталды. Бұл эмульсияланған суды бөлу процесінің күшеюіне ықпал етеді.

Деэмульсациялық сепаратор-жылытқыштарды кеңінен қолдану мұнайды сусыздандыру проблемаларын шешуді жеделдетуге, яғни технологиялық схемаларды жеңілдетуге, күрделі шығындарды азайтуға және жаңа қуаттарды енгізу мерзімдерін жеделдетуге мүмкіндік береді.

Деэмульсациялық сепаратор-жылытқыштарды пайдалана отырып, мұнайды сусыздандыру схемасы газ бөлінетін сепараторлардың жоғарғы бөлігіне жылу алмастырғыштар арқылы буферлік ыдыстардан шикізаттың түсуін көздейді. Суландырылған мұнай сепаратордың ішінде ілеспе газ жанған кезде қыздырылатын құбырдан жылытылады.

Сусыздандырылған мұнай сепаратордан жылу алмастырғыштар арқылы тауарлық резервуарға түседі, ал су толып кететін камера арқылы реттегіш болып табылады, ол резервуарға жіберіледі, содан кейін ол сіңіргіш ұңғымаға жіберіледі.

Сепараторлар-жылытқыштар тұндырғыш-су бөлгіштер ретінде пайдаланылған сынақтардың нәтижелері тауарлық мұнайдағы судың орташа мөлшері бір жыл ішінде 1,8% құрағанын көрсетті.

Жоғарыда келтірілген мысалдар жалпы жағдайда айтарлықтай жүктеме кезінде судың қалдық мөлшері аз тауарлық мұнайды алу мүмкін еместігін

дәлелдейді 0,8-5-1,0 %, технологиялық жүйелерде тек тұндырғыш жабдықты қолдана отырып: тұндырғыштар, резервуарлар немесе бөлу қондырғылары.

1.3. Мұнай эмульсиясын жабдықта және ұңғыма өнімін жинаудың транспорттық жүйесінде бұзу

Мұнай өндірудің бірлескен технологиясын қолданатын схемалар балық аулау жағдайында айтарлықтай қолдануды тапты. Авторлар [39] егер эмульсия жойылса, яғни эмульсияланған су тамшыларын ірілендіру турбулентті араластыру режимінде жүзеге асырылса, мұнайды деэмульсациялау процесі күшеюі мүмкін деп мәлімдейді.

[41-43] еңбектерінде эмульсияның жеткілікті тиімділік дәрежесімен бұзылуына коммерциялық жинау жүйелерінде қол жеткізілетіні, ал ағынның стратификациясы фазалық бөлгіште немесе бөлу қондырғысының соңғы сатысы мен тауарлық парктің резервуарлары арасында орналасқан құбырдың арнайы бөлімінде жүзеге асырылатыны атап өтілді. Бұл ретте суды ағызу резервуарларды толтыру процесінде немесе айдауды күтіп жүзеге асырылады.

Бұл жағдайда деэмульсация процесін күшейтудің тиімді факторы, авторлардың пікірінше, араластыру болып табылады [28,49]. Турбулентті режимде реагентпен сұйықтықтың қозғалысы кезінде ламинарлыққа қарағанда масса алмасу жылдамдығы едәуір артады [50]. [51] диффузиялық процестермен қатар, эмульсияның турбулентті қозғалысы жағдайында реагентті жеткізу механизмі тікелей ағындағы су глобулаларымен реагент тамшыларының бірнеше рет өзара соқтығысуы кезінде адсорбциялық процестерге байланысты оны тікелей беруді қамтиды. Эмульсиядағы реагенттің араласуы және біркелкі таралуы сәйкесінше реагент пен су тамшыларының коалесценциясы мен ұсақтау процестерін тудырады. Көптеген құбырлар мен жабдықтарда эмульсиялар турбулентті режимде тасымалданады, сондықтан кейбір жағдайларда эмульсияны тасымалдау процестерін оның бұзылуымен біріктіру өте орынды.

Сонымен қатар, құбырлар эмульсияны бұзу, оның агрегативті тұрақтылығын төмендету үшін көліктік ғана емес, сонымен қатар технологиялық функцияларды да орындай алады және орындай алады, бұл мұнай жинау және дайындау жүйелерінің металл сыйымдылығын едәуір азайтуға және реагент-деэмульгатор шығынын азайтуға мүмкіндік береді [52, 53].

Суланған мұнай кейбір жағдайларда мұнай дайындау қондырғыларына оны бетіне көтергеннен кейін бірнеше сағаттан кейін түседі. Осы уақыт ішінде эмульсияның дисперсиясы мен тұрақтылығының жоғарылауы байқалады және оны жою үшін айтарлықтай шығындар қажет [16, 17, 54]. Сондықтан мұнайды өнеркәсіптік дайындау жүйесін жетілдіру реагент-деэмульгаторсыз эмульсияның қозғалыс уақытын азайту жолымен жүргізілді. Осы талаптарды ішкі ұңғыма және құбырішілік деэмульсация қанағаттандырады [55-59].

Тұрақты эмульсиялардың пайда болуын болдырмау тұрғысынан ұңғымалардың түбіне деэмульгаторды енгізу тиімді болып табылады-ұңғыма ішіндегі деэмульсация [56].

Мұнай эмульсациясы мәселелерін шешудегі оң өзгерістерге қарамастан, балық аулау саласындағы деэмульсация мәселесін әлі де шешуге болмайды. Көптеген жабдықтардың болуы, мысалы: тамшылатқыштар, тұндырғыштар, сепараторлар - жылытқыштар, резервуарлар және т.б., бірнеше ондаған сағатқа жететін мұнай өңдеу уақыты, судың қалдық мөлшері шамамен 0,1% болатын Мұнайды алу тұрақты эмульсияларды құрмайтын майлар үшін ғана мүмкін.

1.4. Мұнайды деэмульсациялау процесінде электр өрістерін қолдану

Электрлік деэмульгациялау әдісін Котрелл [61] ұсынған, ол 1909 жылы патент берілген алғашқы электродегидраторды 1911 жылы жасаған, бұл идея 1923 жылы Котрелл патентін Петролит Ко сатып алған кезде практикалық іске асырылды. АҚШ-та 1922 жылы шығарылған Харрис электродегидраторы үлкен танымалдыққа ие болды [97], деп аталады.

"Дат" фирмасы 1926 жылы НР [63] типті электродегидраторларды шығарды, олар сол кезде Толф Ко" және "Техас Ко"фирмаларына тиесілі кен орындарында пайдаланылды.

Электр өрісі арқылы мұнай өңдеуге арналған құрылғылардың конструкцияларының дамуы қаншалықты қарқынды болғанын АҚШ-та электродегидраторларға берілген патенттер саны бойынша бағалауға болады.

1909 жылдан бастап 50 жыл ішінде АҚШ-та электродегидраторларға шамамен 230 патент берілді [65]. Электр өрісін өңдеу әдістері жақсарды, электродегидраторлардың конструкциялары жасалды, сыналды, сыналды, зертханалық жағдайда жақсарды және өндіріс пен мұнай өңдеу зауыттарында жақсарды.

Өнеркәсіптік және жоғары жиіліктегі тұрақты немесе айнымалы ток тудыратын электр өрістерін қолданудың бірнеше әдісі бар [9, 19, 68].

Өріс кернеулігі импульсті болатын әдістер қолданылады [71], сондай - ақ уақыт өте келе электр өрісі өзінің бағытын үнемі өзгертетін әдістер қолданылады, ал өріс кернеулігінің векторы кеңістікте айналатын сияқты - "айналмалы өріс".

Қазіргі уақытта мұнай біртекті және гетерогенді электр өрістерінде өңделетін электродегидраторлардың әртүрлі конструкциялары қолданылады және ұсынылады [9], сонымен қатар оларды бөлісу [51].

КСРО-да су эмульсияларын жоғары жиілікті токтардан пайда болған электр өрістерінің көмегімен жою әдісін 1935 жылы профессор Л.И. Слоним инженерлер п. Ф. Валявский және Ю. с. Беклемишев ұсынған [75]. Авторлардың пікірінше, жоғары жиілікті токтардан пайда болған өрістерді қолдану мұнай эмульсияларын бұзу үшін эмульсиядан оқшауланған электродтары бар дегидраторды қолдануға мүмкіндік берді, бұл су тамшыларының өткізгіш тізбектері арқылы қысқа тұйықталу мүмкіндігін жоққа шығарды. Әдістің конструктивті зерттеуін МИНХ және им БП қызметкерлері тобы жүзеге асырды. И.М. Губкина. Бұл әдіс алғаш рет 1952 жылы Башқұртстан мен Татарстанның

колөнерінде енгізілген. 1956 жылдан бастап Электр өрістерінде су эмульсияларын өңдеу әдісі мұнайды тұзсыздандыру үшін де қолданылды.

Айта кету керек, жоғары жиілікті токтардан пайда болған өрістерді қолдануға негізделген әдіс электр тізбегінің күрделілігіне байланысты кең қолданылмады, алайда оны жақсарту және жоғары жиіліктің эмульсияланған су тамшыларына әсерін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді [77, 78]. Осы жұмыстардың нәтижесінде сыртқы электр өрісінің жиілігінің жоғарылауымен қозғалыс қарқындылығы мен тамшылардың коалесценциясы төмендегені көрсетілді. Бұл құбылыс жиіліктің жоғарылауымен су тамшыларының поляризациясының төмендеуімен түсіндіріледі. Жүргізілген тәжірибелер [52, 53] сонымен қатар қысқа мерзімді импульстар эмульсиядағы эмульсияланған су тамшыларының жақындасуын қамтамасыз етпейтінін көрсетті. Профессор Л. И. Слоним ұсынған әдісте бұл жақындасу негізінен электр өрісінің төмен жиілікті компонентіне байланысты болуы мүмкін. Сондықтан электр дегидраторларында өндірістік жиілік токтарын қолданған тиімді.

Электр өрісінде мұнай эмульсияларын өңдеу процестерін жетілдіру сондай-ақ мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру қондырғыларының өнімділігін арттыру және сусыздандыру тереңдігін арттыру бағытында жүргізіледі.

Мұнайды сусыздандыру қондырғыларының өнімділігін арттыру бойынша жұмыстар әртүрлі елдерде жүргізілуде. Я. и. Пинковский [59] мұнай эмульсиясының ағынын екіге бөлуді ұсынды, олардың біреуі дистрибьютор арқылы электр өрісінің аймағына, ал екіншісі тарату бастары арқылы тікелей электр өрісінің аймағына енгізіледі. Бұл ретте электрод аралық кеңістікте іріленген тамшылар тұндыру процесінде эмульсия ағынымен жоғары қарай жылжитын тамшылармен соқтығысады. Екі ағынның қарама-қарсы қозғалысы, авторлардың пікірінше, су глобулаларының соқтығысуы мен бірігуінің максималды санын береді.

Эмульсияға жоғары кернеулі электр өрісі әсер еткен кезде, оны орталықтан тепкіш өрісте бір мезгілде бұзған кезде [54] "мұнайдағы су" эмульсиясының бөлінуі жеделдетіледі. Бұл әдісті қолдану судың мөлшері 0,08% дейін мұнай алуға мүмкіндік берді.

Тұрақты электр өрісінің әсерінен мұнайды сусыздандыру әдісі белгілі, онда жуу суы алдын-ала қосымша электр өрісіне ұшырайды, нәтижесінде ол полярланады [58]. Бұл жағдайда қондырғының өнімділігі артады, өйткені соқтығысу және тамшылардың тұндыру жылдамдығы артады. Бұл жағдайда сусыз мұнай алуға болады. Алайда, бұл әдіс айтарлықтай кемшілікке ие. Ол жоғары кернеулі тұрақты токтың екі көзінің болуын талап етеді, бұл электр энергиясын тұтынуды едәуір арттырады және процесті басқару тізбегін қиындатады.

Сусыздандырудың тиімділігіне электр өрісінің әсер ету уақыты маңызды рөл атқарады. Электр өрісінің эмульсияға әсер ету уақытының артуы су глобулаларының коалесценциясын жақсартады.

Жоғары электр өткізгіштігі бар эмульсияларды электрмен өңдеудің үш әдісі зерттелді. Біріншісі-электродтардың бірін окшаулағышпен жабу, ол электр жабдықтарының белсенді жүктемесін нөлге дейін төмендетумен сипатталады. Екіншісі токтың критикалық мәнге жеткен кезде электродтардың қуат тізбегіндегі кернеуді нөлге дейін ажыратумен сипатталады. Уақыт белгіленген үзілістен кейін кернеу электродтарға қайтадан беріледі. Үшінші әдіс-бұл тізбектегі ток мәні критикалық мәнден асатын шамаға дейін электродтардағы кернеудің Тегіс немесе сатылы өзгеру процесімен сипатталатын амплитудалық реттеу.

Тәжірибелер трансформатор майындағы су эмульсиясында жүргізілді. Дисперсиялық ортаның тұтқырлығы 50 мм /с құрады, электр режимін реттеудің әртүрлі әдістерімен қалдық судың өңдеу уақытына тәуелділік қисықтары келтірілген, соның негізінде окшауланған электрод жүйесінде жоғары сулы эмульсияларды электрмен өңдеу әдісі ең тиімді деп қорытынды жасауға болады. Екіншісі-импульсті электр өрісінде эмульсияны өңдеу әдісі. Амплитудалық реттеу әдісі ең аз тиімді болды, сағ.

Электродтар арасында су тізбегінің пайда болуын болдырмау мәселесі үзіліссіз импульстік кернеуді, үш электродты көлденең электродегидраторларды, сондай-ақ үш фазалы токта жұмыс істейтін электродегидраторларды қолдануды ұсынатын бірқатар жұмыстарға арналған.

Сусызданудың тереңдігін арттыру үшін электродегидратор ұсынылады [62], онда эмульсия электр өрісінде үнемі өсіп келе жатқан кернеумен өңделеді. Бұл электродегидраторда екінші реттік дисперсиясыз су глобулаларының коалесценция процесі жүреді деп болжанады.

Электр өрісінің әртүрлі кернеуліктерге әсер етуіне негізделген әдіс кең таралған [69]. Электродегидраторда мұнай эмульсиясы тарату құрылғысы арқылы су қабатына беріледі, онда мұнай судың едәуір бөлігінен босатылады. Содан кейін мұнай өңдеу су айнасы мен төменгі электрод түзетін бірінші аймақтың электр өрісінде жүреді. Содан кейін электродтардың жазықтықтарымен түзілетін аймақта тұзсыздандыруға арналған мұнай тұщы сумен жуылады. Электрод аралық кеңістікте жоғары кернеулі электр өрісі эмульсияға әсер етеді. Өңдеудің осы әдісімен өңделген мұнайдағы судың мөлшері 0,1% - дан аспайды. Алайда, мұндай дизайндағы электродегидраторлардың өнімділігі төмен - құрылғы көлемі 160 м болатын сағатына шамамен 200 м .

Қысқаша шолудан мұнай дайындау үшін электр өрістерін қолданудың көптеген техникалық шешімдері бар екенін көруге болады. Көптеген техникалық шешімдер тек зертханалық кезеңде немесе, ең жақсы жағдайда, стендтік сынақтар мен өнеркәсіптік қосымшалар табылған жоқ.

Қазіргі уақытта мұнай өндірудің технологиялық схемаларының әртүрлі нұсқалары бар, олар типтік электродегидраторларды қолдана отырып, сонымен қатар НГДУ күшімен тікелей кен орындарында қайта құрылды.

2. Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды сусыздандыру

Қазіргі уақытта ауыр мұнайдың ғылыми негізделген жіктемесі жоқ. Әлемдік тәжірибеде жоғары тұтқырлығы жоғары мұнай әдетте ауыр деп аталады. Кеңінен қолданылатын жіктеуге сәйкес, тығыздығы 920-1000 кг/м³ және тұтқырлығы 10 – нан 100 мПа·с-қа дейінгі көмірсутекті сұйықтықтар ауыр мұнайлар болып саналады, ал табиғи битумдар - тығыздығы 1000 кг/м³-ден асатын және тұтқырлығы 10000 мПа·с-тан жоғары көмірсутек құрамының әлсіз ағатын немесе жартылай қатты қоспалары. Битумдар мен ауыр мұнайлар арасындағы аралық топты тұтқырлығы 100-ден 10000 мПа·с дейінгі және тығыздығы шамамен 1000 кг/м³-ден асатын аса ауыр мұнай деп аталатындар құрайды. Көптеген авторлар ауыр және аса ауыр мұнайды – ауыр мұнайды немесе тұтқырлығы жоғары мұнайды ортақ атаумен біріктіреді.

Осындай ауыр тұтқырлығы жоғары мұнайларды тауарлық кондицияға дейін дайындау елеулі проблемалар туғызады. Олардың эмульсияларының бұзылуы дисперсиялық ортаның жоғары тұтқырлығымен, тіпті жоғары температурада да, ал фазалардың бөлінуі су мен мұнай тығыздығының төмен айырмашылығымен қиындайды.

Әлемдік және отандық дайындық тәжірибесінде ауыр майларды сусыздандыру және тұзсыздандыру бойынша белгілі бір тәжірибе жинақталған. Ең көп таралған әдіс-бастапқы эмульсияның тұтқырлығын төмендету үшін еріткіштерді қосу. Еріткіштер ретінде жеңіл мұнай, конденсат немесе мұнай компоненттері қолданылады: бензин, керосин және т.б. еріткіштерді қолдану мұнайдың тұтқырлығын едәуір төмендетеді, нәтижесінде өңдеу температурасы, тұндыру уақыты және реагент-деэмульгатордың шығыны.

ТМД елдерінде кәсіптік жағдайларда тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды жеке даярлаудың шектеулі тәжірибесі бар. Көп жағдайда бұл майлар өкпеге қосылады және оларды өңдеу әдеттегі әдістермен және деэмульсация әдістерімен жүзеге асырылады.

Мұнайды құбыршілік деэмульсациялауды жүзеге асыру үшін дисолван-4411 концентрацияланған түрде Кузбаевская ГТУ-21 және Орьебашевск алаңдарының ГТУ-114 мөлшерлегіш сорғыларының көмегімен енгізілді. Енгізу нүктелерінің мұндай орналасуы, авторлардың пікірінше, деэмульгатормен мұнай жинау коллекторлары бойынша тасымалданатын барлық суланған мұнайды өңдеуге мүмкіндік берді. Сынамаларды талдау нәтижелері бойынша қалдық судың 1%-на дейінгі тауарлық кондициядағы мұнай дисолван шығыны кезінде - 4411-30-35 г/т алынғанын көруге болады. Деэмульгаторды мұнай жинау коллекторларына үздіксіз дозалау кезінде эксперименттің барлық кезеңі ішінде тауарлық мұнайдағы қалған судың мөлшері 2 сағаттық тұнбадан кейін 0,8% - дан аспады.

[76] еңбегінде авторлар тұтқырлығы жоғары Жетібай мұнайын сусыздандыру кезіндегі әртүрлі деэмульгаторлардың тиімділігін зерттейді. Оны дайындау үшін сепарол-25 және дисолван-4411 реагенттерінің қоспасы 1:1 қатынасында қолданылды, ол суда жақсы ериді және тиімділігі жағынан осы реагенттердің әрқайсысынан бөлек кем түспейді. Реагенттерді қолдану

технологиясын жетілдіруге көп көңіл бөлінді. Деэмульгаторлар отты қыздыру пештерінен кейін мұнай ағынына енгізілді. Қондырғыға мұнай 38-40°C температурамен түседі. Технологиялық резервуарларда тұндыру алдында тұтқырлықты азайту және деэмульсация процесінің жағдайын жақсарту үшін ол 55-60°C температураға дейін қыздырылады. Зертханалық зерттеулерден кейін авторлар Маңғышлақ мұнайы үшін ең тиімді деэмульгаторларды анықтады. Бұл майлар үшін ең тиімдісі сепарол-314 болды. Дисолван-4462, НОЕ-Е-1981, НОЕ-Е-1958, моритен-ДН, антимулин-662 деэмульгаторлары ауыр майларды сусыздандыру кезінде де тиімді.

"Өзен" кен орнында сондай-ақ ауыр мұнайдың құбырыштылық деэмульсация мүмкіндігін зерттеу үшін тамшылатқыш-құбыр желісі құрастырылды [31]. Тамшылатқыштың дизайны кез-келген секцияны жұмысқа қосуға мүмкіндік берді (барлығы 4). Тамшылатқыштағы мұнайдың максималды өнімділіктегі қозғалыс уақыты шамамен 45 минутты құрады. Тамшылатқыштан мұнай тұндырғышқа жіберілді. Тұру уақыты шамамен 3,5 сағатты құрады. Тұндырудан кейін мұнайдағы судың қалдық мөлшері орташа есеппен 0,58% болды және ешқашан 2% - дан аспады.

Шетелдік зауыттардың ішінде еріткіштер қолданылмайтын аса ауыр майларды сусыздандыру қондырғылары қызығушылық тудырады. Сонымен [78] жұмысында Мепе Grande Oil компаниясының мұнай өндіру және дегидратация саласындағы жетістіктері сипатталған. Үлгілік жинау пунктінің және кәсіпшілік резервуарының схемалары келтірілген. Ауыр мұнай өндіруді дамытудың бастапқы кезеңінде компания бірнеше орталық сусыздандыру кешендерін орнатты. Тиімділікке қарамастан, қондырғылар қымбат болды және шикі мұнайды жаңа аудандардан жеткізу үшін қосымша құбырлар мен аралық жылыту станцияларын салуды қажет етті. Орталық сусыздандыру қондырғылары орнатылып, құрастырмалы пункттерде салыстырмалы түрде қарапайым арзан қондырғылармен алмастырылды. УЮО фирмасының ауыр мұнай жинайтын барлық 50 пункті бірдей. Қарапайым дәлелденген жабдықты стандарттау арқылы компания орнатуды жеңілдетте алды. Типтік топтық қондырғы қысымы 0,88 Мпа, өнімділігі 874,5 М /тәул сұйықтық және 0,467 млн.М /тәул газ болатын үш сепаратордан, көлемі 794,9 М сақтауға арналған резервуардан , көлемі 1590 м3/тәул апаттық резервуардан, ортадан тепкіш циркуляциялық сорғылардан, сыртқы айдауға арналған поршеньді сорғылардан тұрады. Деэмульгатор ұңғыманың сағасындағы ауыр мұнайға енгізіледі. Газ сепараторынан кейін мұнай ағыны коммерциялық жылытқыштарға ауысады, онда температура 82°C дейін көтеріледі, содан кейін жуу резервуарында. Кәдімгі жуу ыдысында дегидратация уақыты мен тиімділігін арттыру үшін мұнай ағынының зигзаг қозғалысын қамтамасыз ететін төрт Ішкі бөлік бар. Резервуарда эмульсияның ұзақ болуы маңызды, өйткені су мен майдың тығыздығында айырмашылық аз. Резервуар ішіндегі турбуленттілік кәсіпшілік бөлу кезінде бөлінбеген газды кетіретін резервуардың төбесіндегі тік құбыр-сепаратордың арқасында жоққа шығарылады. Тазартылған мұнай резервуардың жоғарғы жағынан тауарлық резервуарға ағып, содан кейін магистральдық құбырға

жіберіледі. Өңделген мұнайдың сапасын бақылау магистральдық желіге түскенге дейін сыйымдылық датчигімен автоматты түрде жүзеге асырылады. Рұқсат етілген 2% деңгейден жоғары судың мөлшері басқару құрылғысының ағынды қайтадан сусыздандырғыш қондырғыға немесе апаттық резервуарға ауыстыруына әкеледі. Жүйе кондицияланбаған мұнайға деэмульгатордың қосымша мөлшерін мөлшерлеу үшін айналым сорғысын, сондай-ақ химиялық реагентті беру сорғысын қамтиды.

Мақала авторлары [77] Джобо кен орнында тығыздығы 976-1007 кг/м мұнай жинау және дайындау схемасын келтіреді. Штангалық сорғылармен жабдықталған ұңғымалардың өнімдері өлшеу құрылғысымен, газ сепараторымен және желілік жылытқышпен жабдықталған топтық қондырғыларға (6 дана) түседі. Одан әрі диаметрі 305 мм құбыр-су өнімдері "ДЖОБО" орталық пунктіне түседі. Мұнда реагент-деэмульгатор қосылады, мұнай газды ішінара бөлу және суды бөлу жүзеге асырылатын екі деэмульсаторда алдын ала қыздырылады. Әрі қарай газдалған эмульсия жүйесі екі камералы секциялық жылытқышқа түседі, онда сұйықтықтың температурасы 127°C дейін жеткізіледі. Су мен мұнайды соңғы бөлу және бөлу мұнай тауарлық ыдыстарға түсетін жуу резервуарында жүзеге асырылады.

[78] жұмыста сусызданудың технологиялық процестеріне негізгі факторлардың әсерін сандық бағалау мақсатында авторлар жүргізген орыс кен орнындағы тұтқырлығы жоғары мұнайдың сусыздануын зерттеу нәтижелері келтірілген. Негізгі факторларға температура, деэмульгатордың шығыны, деэмульгатордың эмульсиямен байланысу ұзақтығы, мұнайдағы көмірсутекті сұйылтқыштың мөлшері, эмульсиядағы судың бастапқы мөлшері жатады. Біліктің айналу жылдамдығы 45,8 с " 1 кезінде қалақты араластырғышта мұнайға сеноман суын шашырату арқылы дайындалған су-мұнай эмульсиялары зерттелді. Деэмульгатордың саны 10-40 г / т мұнай шегінде өзгерді, деэмульгатор мұнаймен 15-тен 120 минутқа дейінгі уақыт ішінде байланыста болды. Сусыздандыру 50, 60 және 70°C температурада жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері бойынша авторлар ресейлік кен орнының мұнайы үшін деэмульгаторды дайындау кезінде эмульсиямен байланысудың қажетті уақыты 15 минут ішінде болады деген қорытындыға келді. Сусыздандыру процесінің басқа технологиялық факторлары олардың эмульсиялардың бұзылуына әсерінің төмендеу дәрежесі бойынша келесі тәртіпте орналасады: температура, реагент шығыны, мұнайдың бастапқы сулануы, еріткіштің құрамы.

Авторлар [79] сонымен қатар орыс кен орнының тұтқырлығы жоғары эмульсияларының жойылуын зерттейді, бірақ коммерциялық жағдайда. Өндіру ұңғымасынан шығару желісі бойынша қозғалатын суландырылған мұнай зерттеледі. Зерттеу кезеңінде ұңғыманың дебиті сұйықтық бойынша 0,2-0,25 м /сағ шегінде болды, құрамның сулануы 25-30%. Тасымалдау кезінде мұнай температурасы 40-45°C, жылу спутниктерімен бүкіл ұзындығы бойымен (310 М) жылыту арқылы сақталды.

Зерттеулер көрсеткендей, ұңғыманың өнімі құбырда жуу суымен қозғалғанда, құбырдың толық емес қимасы болған кезде қоспаның ағымының

стратификацияланған режимі пайда болды. Бұл мұнайдың су бетінде жұқа қабаттың таралуына әкелді, ал бұл қабаттың пульсациясы оның газ фазасымен ұсақталуын және деэмульгатормен қаныққан су қабатымен жанасу бетінің ұлғаюын қамтамасыз етті.

Нәтижелерді талдау құбырда бос судың болуы суды мұнайдан бөлу процесін жақсартатынын көрсетті, сонымен қатар температураның жоғарылауымен мұнайдағы су құрамын 1,3% - ға дейін төмендетуге мүмкіндік туды. Эксперименттердің екінші сериясында жуу суы сілтілендірілді. Сынақ нәтижелері көрсеткендей, сілтінің болуы дегидратация процесін едәуір жақсартады және қалдық құрамы 1% дейін мұнай алуға мүмкіндік береді.

Авторлар [79] Қаражанбас кен орнының аса ауыр мұнайын сусыздандыру жөніндегі эксперименттің нәтижелерін келтіреді. Деэмульсация бойынша тәжірибелерде мұнайды реагентпен өңдеу және оны әр түрлі температурада тұндыру нұсқалары тексерілді. Жұмыста келтірілген кестеден көрініп тұрғандай, деэмульгаторды алдын ала қыздырылған мұнайға енгізу деэмульсация процесін күрт жақсартады. Ең жақсы нәтижелер термохимиялық деэмульсация әдісімен алынды, мұнайды реагентпен өңдеу және оның 80°С-қа тең тұнбасы кезінде. Сол жұмыста электрмен қамтамасыз етудің нәтижелері келтірілген. Электр өрісін өңдеу уақыты 2 мин. судың қалдық мөлшері 1,15% құрайды. Электрлік параметрлер туралы мәліметтер келтірілмейді.

3. Ауыр жоғары тұтқырлы мұнайдың физика-химиялық және электрлік қасиеттерін зерттеу

3.1. Ауыр мұнайдың физикалық-химиялық қасиеттері

Кері мұнай эмульсияларының тұрақтылығы эмульсияланған судың тамшыларында мұнайдағы табиғи эмульгаторлардың берік қабатының пайда болуымен байланысты. Эмульсияны тұрақтандырудағы негізгі рөл асфальт-шайырлы заттарға беріледі. [81, 81] еңбектерінде асфальтендер мен шайырлардан басқа, кристалды парафиндер мен басқа заттар эмульсияларды тұрақтандыруға қатысады деп айтылады. Авторлар [82] сонымен қатар коммерциялық эмульсияларды тұрақтандыруда асфальтпен қатар жоғары балқитын парафинді көмірсутектер маңызды рөл атқарады деп санайды. Эмульсияларды тұрақтандырудағы әртүрлі құраушы мұнайлардың рөлін анықтауға көптеген жұмыстар арналған [83-86] және т.б. белгілі бір кен орындарының майларынан түзілген эмульсиялардың қасиеттерін болжау кезінде осы майлардың құрамы мен олардың физика-химиялық қасиеттері туралы нақты түсінік болуы керек екені анық.

Кестеде битуминозды құмтастардан алынған ең танымал ауыр мұнайлар мен битумдардың негізгі сипаттамалары келтірілген. 3.1. Бұл кестеден ауыр мұнайдың физика - химиялық сипаттамалары кең ауқымда өзгереді, яғни техникалық әдебиеттерде "ауыр мұнай" ұғымы нақты анықтамаға ие емес. Шетел әдебиетінде осы терминмен тығыздығы 970 кг/м³ төмен және тұтқырлығы 20°С

кезінде 25000 мПа-с аспайтын мұнайды біріктіреді ;тығыздығы мен тұтқырлық мәндері осы шамалардан асатын мұнайды табиғи битумдарға жатқызады [86]. Отандық геологтар тығыздығы 960 кг/м3-ден төмен мұнайды ауыр мұнайға жатқызады [87].

Аталған жіктеулер шартты сипатқа ие, өйткені олар фракциялық құрамды да, көмірсутекті де, мұнайдың химиялық құрамын да, олардағы шайырлар мен асфальттардың құрамын да, реологиялық сипаттамаларды да, яғни жүйенің физикалық жағдайын анықтайтын факторларды да ескермейді.

Ауыр мұнайлар қарапайым майлардан тұтқырлықпен ерекшеленеді, бұл қарапайым майларға қарағанда ондаған және жүздеген есе жоғары; құрамында асфальт-шайырлы заттар көп, олардың құрамында ауыр майларда массаның 50% жетеді.; барлық ауыр мұнай жоғары күкіртті, құрамында азот - және оттегі бар қосындылары көп; барлық ауыр мұнай хош иісті сипатқа ие, сондықтан олардан алынған дизельді май фракциялары хош иісті көмірсутектердің жоғары құрамымен ерекшеленеді және оларды жақсарту үшін гидрогенизациялық тазартуды қолдануды талап етеді; ауыр майлардағы металдардың мөлшері (негізінен ванадий және никель) олардың қарапайым майлардағы құрамынан бірнеше есе көп; ауыр майлардан 200°С-қа дейінгі бензин фракцияларының шығуы 10% массада аспайды, ал жарық мөлшері 350°с-қа дейін 25% массада аспайды.

Кесте 3.1 – Кейбір кен орындарының ауыр мұнайларының физика-химиялық сипаттамалары.

Кен орын, мемлекет	Тығыздық 20°С кезінде кг/м ³	Динамикалық тұтқырлық		Массалық құрамы, %				Металдардың құрамы мг/кг		Массалық шығымы %	
		мПа *с	t°С кезінде	күкірт	ас-фальтен	шайыр-силикагель	парафин	ванадий	никель	200°С	350°С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.Надьлендъял, Венгрия	961	-	-	2,80	17,3	-	1,8	181	47	2,8	12,3
2. Карим, Египет	973	2230	37,8	340	11,9	-		136	72	(11,0)	(24,0)
3. Бакр, Египет	963	92,6	93,0	5,85	11,5	-		-	-	(13)	(31)
4. Чарочен, Сирия	934	-	-	4,40	17,1	23,1	2,1	-	-	-	(29)
5. Коярах, Ирак	965	270	20,0	7,35	15,6	-	0,4	131	60	(14,0)	-

6. Кирус, Ирак	967	-	-	4,56	13,0	-	0,9	151	31	(9,6)	(26,1)
7. КабоРохо, Мексика	978	1291	37,8	5,02	-	-	-	-	-	7,6	24,7
8. Эвано - Пануко, Мексика	998	1317	37,8	5,38	14,4	-	-	-	-	5,1	18,9
9. Атостура, Мексика	1000	1320	50,0	5,84	-	-	-	-	-	7,1	24,7
10. Санта Мария Валли, США	968	1277	37,8	4,99	-	-	-	280	130	(11,0)	(26,7)
11. Белридж Сауд, США	966	-	-	0,23	-	-	-	23	83	1,7	26,6
12. Битум Атабаска, Канада.	1025	465	37,8	4,20	19,2	32,0	-	250	100	-	50
13. Ллойдмина-тер, Канада	962	224	37,8	3,40	-	-	-	170	170	-	(26,0)
14. Боскан, Венесуэла	998	1320	37,8	5,24	13,0	-	-	1220	117	(3,4)	(18,7)
15. Бокачери, Венесуэла	980	1518	37,8	2,63	4,9	-	-	348	45	(5,7)	(25,3)
16. Хово, Венесуэла	1010	7-106	15,6	4,10	-	-	-	499	499	-	12,0
17. Аталичинская, Россия	965	295	50	4,40	9,9	22,4	0,28	890	46	(9)	(20,1)
18. Кахановская Россия	991	-	-	-	13,2	40,0	0,50	-	-	-	-
19. Чубовская, Россия	-	-	-	-	18,2	32,0	2,90	-	-	-	-
20. Щугуровская, Россия	982	-	-	5,14	12,0	14,0	1,4	801	62	1,5	15,5
21. Варадеро, Куба	1005	6200	50	8,3	28,6	-	-	-	-	5,7	15,0

Қазақстандағы тұтқырлығы жоғары кен орындардың бірі Қаражанбас кен орны болып саналады. Қаражанбас кен орнының қабат мұнайларының физико-химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелерінің қорытындысы 3.2 кестеде көрсетілген.

Кесте 3.2 – Қаражанбас кен орнының қабат мұнайының физика-химиялық қасиеттері

№	Қасиеттер	Мәні
1	Қабат қысымы	2,74 – 3,67 МПа
2	Температура	20,85 – 30,2 °С
3	Қанығу қысымы	0,3 – 1,75 МПа
4	Газ мөлшері	1,28 – 6,12 м ³ /т
5	Көлемдік коэффициент	1,01 – 1,03
6	Қабаттық жағдайдағы мұнай тығыздығы	0,913 – 0,940 г/см ³
7	20 °С кезіндегі мұнай тығыздығы	0,928 – 0,949 г/см ³
8	Ерігіштік коэффициенті	2,37 – 3,95 м ³ /м ³ *МПа
9	Қабат мұнайының тұтқырлығы	369 – 1040 МПа*с

Мұнайдың ерекше физикалық-химиялық қасиеттерін ескере отырып, ПечорНИПИнефть институты сусызданудың тиімділігіне әсер ететін параметрлерді зерттеді [3, 42].

Мұнайдың олардың қасиеттерін анықтайтын маңызды сипаттамаларының бірі-тығыздық пен тұтқырлық. Бұл көрсеткіштер асфальт-шайырлы және күкіртті компоненттердің құрамы мен жалпы құрамына байланысты. 3.2. кестеде Ресей Федерациясының Ярегский кен орнының және Усинск кен орындары пермо-карбон мұнайларының физика-химиялық қасиеттері мен компоненттік құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттелетін майлар жоғары тығыздық мәндерімен және қалыптан тыс тұтқырлығымен ерекшеленеді. Ярега мұнайы үшін бұл көрсеткіштер тиісінше 952 кг/м³ және 20°С кезінде 3360 мПа-с құрайды.

ПечорНИПИнефть зерттеулері 90°С дейін қызған кезде мұнайдың тұтқырлығы біркелкі өзгермейтінін анықтады (сурет.3.1): 60°С дейінгі температура аймағында тұтқырлықтың күрт төмендеуі байқалады, одан әрі 90°С дейін қызған кезде тұтқырлықтың төмендеуі шамалы болады. Сонымен, мұнай 20-дан 60°С-қа дейін қызған кезде жоғары сапалы мұнайдың тұтқырлығы 3360 - тан 171,4 мПа-с-қа дейін, ал 60-тан 90°С-қа дейін қызған кезде-171,4 мПа-с-тан 42,9 мПа-с-қа дейін өзгереді.

Мұнай-су эмульсияларының түзілу қабілетіне әсер ететін мұнай мен резервуар суларының маңызды физикалық сипаттамасы мұнай-су шекарасындағы беттік керілу мөлшері болып табылады. Кестеде. 3.2. және күріш.3.2. температураға және деэмульгатор реагентінің болуына байланысты осы көрсеткіштің өзгеруін сипаттайтын деректер келтірілген (дисолван-4411). Реагент қоспай, температураның жоғарылауымен қабат суымен шекарадағы беттік керілу мөлшері аздап өзгереді. Суда ББЗ болған кезде (дисолван-4411),

беттік белсенділік температура аймағында 60°C дейін артады, содан кейін төмендейді.

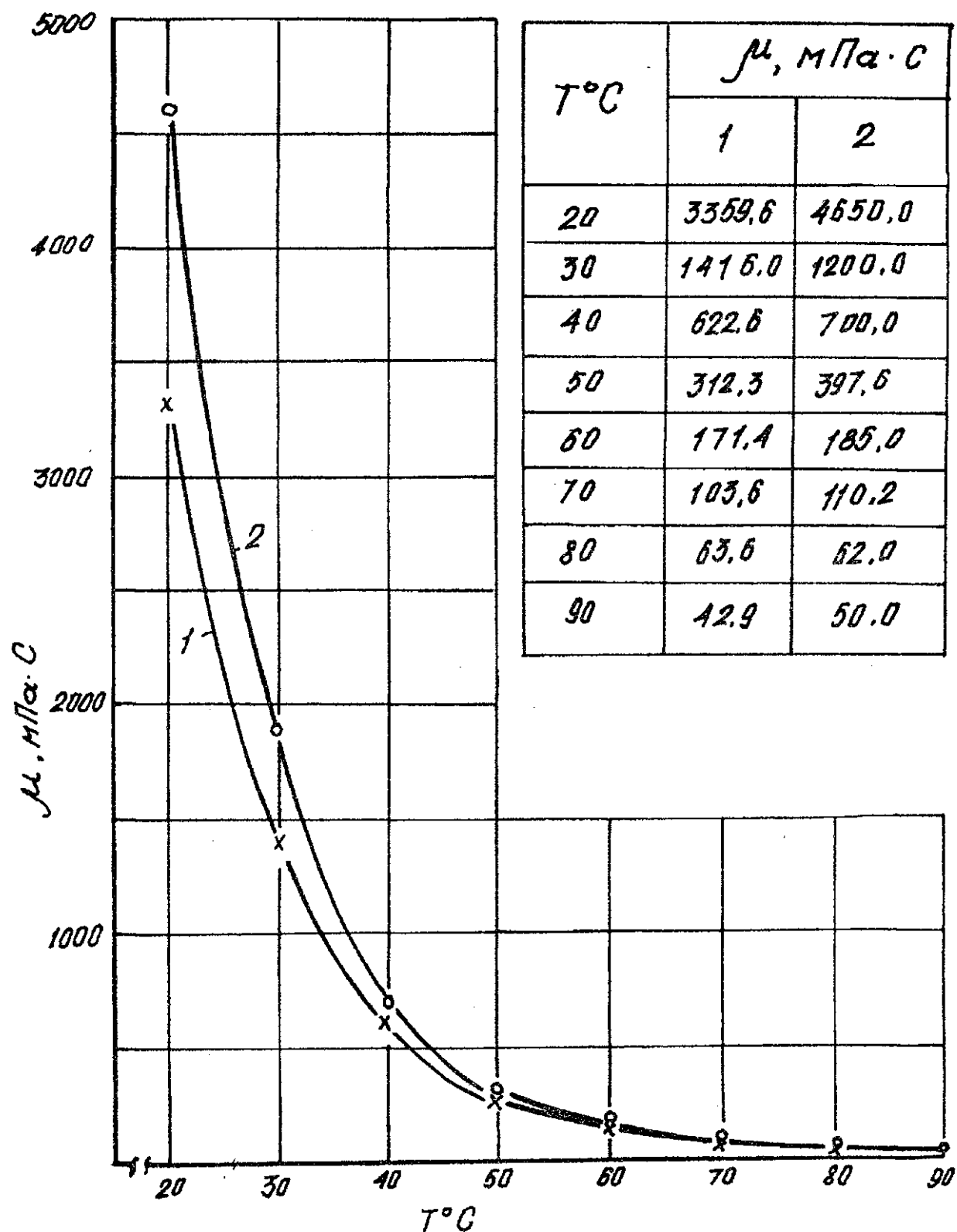
Беттік керілудің тәуелділігінің осындай ерекше сипатын 30-дан 60°C -қа дейінгі температура аралығындағы реагент-деэмульгатордың (диссолван 4411) белсенділігімен түсіндіруге болады.

Мұнайдың физика-химиялық қасиеттерінің маңызды көрсеткіші оның көбікке бейімділігі болып табылады.

Мұнайдан бос газдың бөліну процестері сұйықтықта газдың жоғары концентрацияланған эмульсиясының пайда болуымен (көбіктену) жүреді, бұл өндірістік жабдықтардың (сорғылар, газ сепараторлары-тұндырғыштар) өнімділігін төмендетеді және дайындалған мұнайдың сапасын нашарлатады.

Осыған байланысты температураға байланысты пермо-карбон кен орнындағы мұнайдың көбік түзуші қасиеттерінің өзгеруі зерттелді. Критикалық диаметрі ($D_{кр}$) 30 мм-ден аз болатын майлар көбіктенбейтіндер тобына жатады. $D_{кр} > 30$ мм шамасы бар мұнай көбіктенуге бейім топқа жатады. Мұнайдың көбіктенетін қасиеттері $D_{кр}$ мәні неғұрлым жоғары болса, соғұрлым күшті болады.

Мұнайдың су-мұнай эмульсияларының бұзылуына төзімділік көбінесе табиғи тұрақтандырғыштардың құрамы мен санына байланысты. Мұнай-су асфальтендері мен парафиндерінің фазалық бетіндегі жоғары концентрациясы дисперсті судың глобулаларында күшті бронды қабықтың пайда болуын көрсетеді.



Сур. 3.1. Ярегский (1) және Усин кен орнының пермо-карбон қабатының (2) мұнай тұтқырлығының температураға тәуелділігі.

Кесте 3.3 – Ярегский кен орнының және Усин кен орнының пермо-карбон кабатының мұнайларының физика-химиялық қасиеттері мен компоненттік құрамы.

Параметрлері	Усин кен орны	Ярегское кен орны
1	2	3
Қабат қысымы, МПа	12,33	0,70
Қабат температурасы, °С	21,7	6,0
Қанығу қысымы, МПа	7,66	0,45
Газ факторы, м ³ /т	22,4-30,6	1,0
Қабаттағы мұнайдың тығыздығы, кг/м ³	942,2	933,0
20°С кезінде газдалмаған мұнайдың тығыздығы, кг/м ³	969,8	952,0
Қабаттық жағдайдағы мұнайдың тұтқырлығы, мПа*с	644-940	15000
Вязкость дегазированной нефти при 20°С, Мпа*с	3000-4800	3360
Қату температурасы, °С	-20 төмен	-20 төмен
Парафиннің балқу температурасы, °С	50,0	50,0
Қышқыл саны, мг КОН/г	1,30	—
Компоненттік құрамы, % вес:		
газ-бензин	4,0	—
майлар, оның ішінде :	65,9	—
парафин	0,5	0,7
шайыр	18,3	39,0
асфальтен	11,8	3,5-5,0
күкірт, %	1,9	1,0-1,4

Осындай тұрақтандырғыштары бар суланған майлар үшін адсорбциялық қабаттың беріктігін төмендетудің негізгі факторы реагент-деэмульгаторды мұнайға ерте енгізу және жоғары жылу температурасы болып табылады. Деэмульгатордың әрекеті келесідей. Мұнай эмульсияларының табиғи

тұрақтандырғыштарына қарағанда беттік белсенділігі жоғары реагент-деэмульгатор молекулалары соңғыларын мұнай-су бөлу шекарасынан ығыстырады.

Кесте 3.4 – Ярегский кен орны үшін реагент шығынына мұнай-қабат суы шекарасындағы беттік керілістің тәуелділігі

Реагент шығыны	Беттік керілу, температура кезінде Н/м							
	20	30	40	50	60	70	80	90
5	0,014	0,013	0,013	0,009	0,011	0,012	0,012	0,012
10	0,010	0,010	0,010	0,010	0,013	0,014	0,012	0,011
20	0,014	0,013	0,011	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011
30	0,012	0,010	0,007	0,006	0,006	0,006	0,010	0,011
45	0,012	0,010	0,006	0,006	0,006	0,010	0,010	0,013

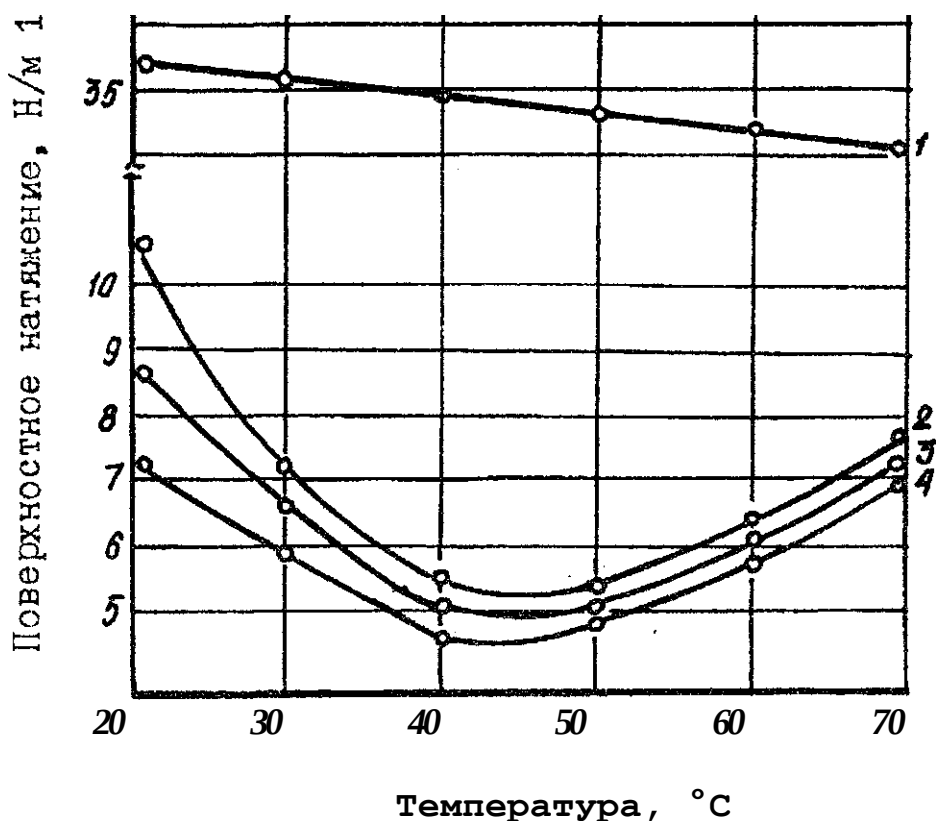
Ескерту: реагент - 2%-дық дисольван 4411-дің су ерітіндісі

Сонымен қатар, деэмульгатор реагентінің молекулалары осы тұрақтандырғыштардың күшті гель түзетін қабаттарын алдын-ала бұзады. Мұнай эмульсияларының табиғи тұрақтандырғыштарының коллоидты бөлшектеріне адсорбция жасай отырып, деэмульгатор молекулалары олардың ылғалдануын өзгертеді, бұл епо осы бөлшектердің бөліну шекарасынан мұнай немесе су фазасының көлеміне өтуін реттейді.

Температураның жоғарылауы бронетранспортерлердің қарқынды бұзылуына және судың кішкентай тамшыларының жауын-шашынына ықпал етеді.

Мұнай эмульсиясының Сулы ортасының минералдануы мен ион-тұз құрамы белгілі бір дәрежеде эмульсиялардың тұрақтылығына әсер ететіні белгілі, бұл оның табиғи тұрақтандырғыштарымен өзара әрекеттесу ерекшеліктерінде көрінеді.

Ярегский кен орнының резервуарлық сулары хлор-кальций типіне, хлоридтер тобына және натрий кіші тобына жатады. Карбонаттар аз мөлшерде болады, тұздардың мөлшері 50-ден 110 г/л-ге дейін.



Сур. 3.2. Мұнай шоғыры мен тығыздығы 1060 кг/м^3 қабаттық су шекарасындағы беттік керілістің температура мен дисолван 4411 шығынына тәуелділігі.

Реагент шығыны: 1-0; 2-50; 3-100; 4-150 г/т.

Сутегі көрсеткіші 7,0-7,2 аралығында. Резервуарлы сулар бейтарапқа аздап қышқыл.

Пермо-карбон шоғырының өндірілетін эмульсияларынан бөлінген қабат суларын талдау нәтижесі (1982-1984 жж.) қабат суымен салыстырғанда ұңғымалар бойынша судың минералдануының төмендеу үрдісін көрсетеді. Кейбір ұңғымалардағы судың тығыздығы 1000-нан 1003 кг/м^3 -ге дейін, тұздардың жалпы мөлшері 3000-нан 5000 мг/л -ге дейін. Сонымен қатар, басқа ұңғымалар бойынша судың тығыздығы 1050-1058 кг/м^3 , минералдану кезінде 83000 мг/л және рН 7,0-ден 7,4-ке дейін жетеді.

Талдаулар көрсеткендей, реактивті ұңғымалардағы қабатқа бу-жылу әсерінің учаскесінде қойнауқаттық сулар құрамы мен ми-нереализациясы бойынша конденсацияланған бу болып табылады. Судың сутегі көрсеткіші 7,8-ден 8,0-ге дейін, тығыздығы 1000 кг/м^3 , тұз мөлшері 3000 мг/л -ге дейін, рН мәнінің жоғарылауы Сілтілік металдар қабатындағы жоғары температурада (100°C -тан жоғары) суда еру нәтижесінде пайда болуы мүмкін екендігі анықталды. Осы учаскедегі қойнауқаттық сулардың рН өзгеруін айдалатын жылу тасымалдағыштың есебінен қойнауқаттық сулардың тұщыландыру нәтижесі ретінде қарастырған жөн.

Осылайша, жоғарыда айтылғандардан Усин кен орны (пермо-карбон шоғыры) игерілген сайын контурішілік су басуды қолдану және жылу тасымалдағышты қабатқа айдау есебінен қойнауқаттық сулардың минералдануының төмендеуі байқалады, бұл өз кезегінде мұнайларды сусыздандыру тиімділігіне теріс әсер етеді, өйткені су мен мұнай тығыздығының айырмасының азаюы тұндырғыш аппаратурада су глобулаларының тұндыру жылдамдығының төмендеуіне әкеледі.

3.2. Қаражанбас кен орнының, Ярегский кен орнының және Усин кен орнының пермо-карбон шоғырының мұнайларының электрлік қасиеттері

Жоғарыда айтылғандай, су-мұнай эмульсияларының бұзылу процесін күшейтудің және олардың кейінгі стратификациясын жеделдетудің маңызды құралдарының бірі-электр өрісін пайдалану. Электр өрісінің тиімділігі майлардың да, олардың негізінде пайда болған эмульсиялардың да электрлік қасиеттерімен анықталады. Жоғары электр кедергісі бар эмульсияларды өңдеу кезінде электр өрісінің әрекеті төмен деңгейге қарағанда тиімдірек болатыны анық, өйткені электр энергиясының шығындары кернеу қолданылатын электродтар арасындағы ортаның электр кедергісіне кері пропорционал және электр өрісінің берілген кернеуін ұстап тұру үшін жоғары электр өткізгіштігі бар электр көздерін пайдалану қажет. Қаражанбас кен орны мұнайының электрлік қасиеттерінің өзгеруін анықтау мақсатында температураға байланысты меншікті электр өткізгіштігін және диэлектрлік Өткізгіштігін өлшеу бойынша зерттеулер жүргізілді [3,92].

3.2.1. Меншікті электр өткізгіштігін анықтау

"γ" - мұнайдың меншікті электр өткізгіштігін анықтау үлгілерде жүргізілді. Үлгінің көлемі 40 см³ болды. Сынақ сұйықтығы өлшеу ұяшығына құйылды-күріш электродтары бар арнайы өлшеу ыдысы. 3.4. Өлшеу ұяшығының электродтары тот баспайтын болаттан жасалған. Электродтардың жұмыс беттерінде никель жабыны болды. Жұмыс беттерінің кедір-бұдырлығы 9-шы тазалық класына сәйкес келді.

Өлшеу ұяшығының дизайнында электрлік оқшаулау материалдары қолданылды: фторопласт-4, Нейлон.

Өлшеу үшін үш электрод тізбегі қолданылады. Жоғары вольтты электрод (1) тегіс түбі бар табақ түрінде жасалады. Осы электродтың бүйірлерінде бір-бірінен бірдей қашықтықта шеңбер бойымен орнатылған үш оқшаулау элементі (2), оларға бұрандалармен бекітілген қорғаныш сақиналы электрод (3) орналасқан. Соңғысының ішкі ойығына орталық өлшеу электродын (5) өткізетін тағы үш оқшаулағыш табақ (4) кіреді.

Жазық электродтар жүйесінде өлшеу және жоғары вольтты, сондай-ақ өлшеу және қауіпсіздік электродтары арасындағы алшақтық 2 мм құрайды;

қауіпсіздік электродының ені 6 мм және стандарт талаптарына сәйкес ол өлшеу және жоғары вольтты электродтардан 6 мм (ГОСТ 6581-66) жоғары шығады.

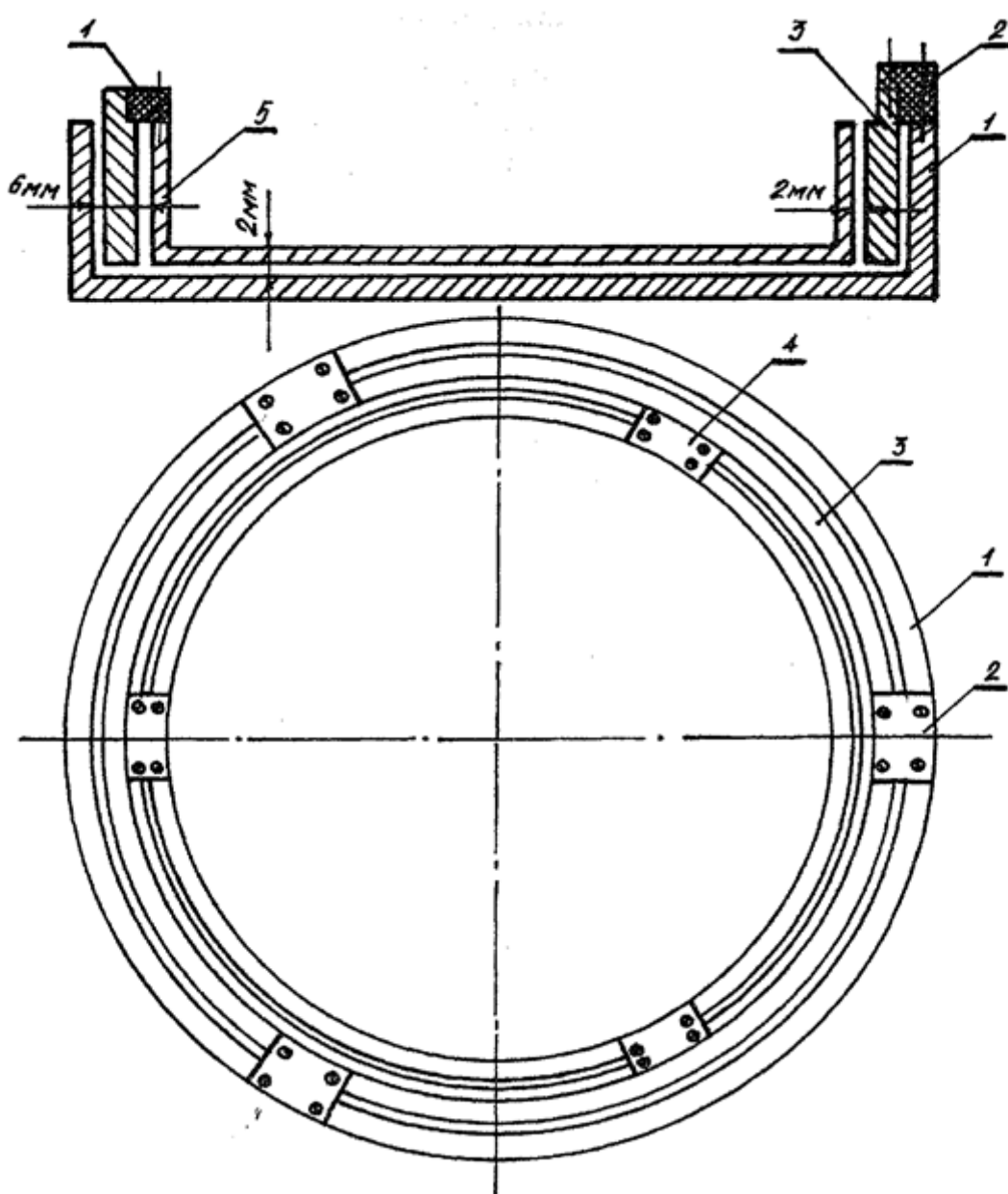
Ішкі жоғары вольтты электродтың ауданы 113 см² құрайды.

Өткізгіштікті өлшеу схемасы 3.5 суретте көрсетілген. Кернеу көзі ретінде УИП-1 тұрақтандырылған кернеуі бар әмбебап қуат көзі қолданылды. Тізбектегі Ток М906 микроамперметрмен өлшенді.

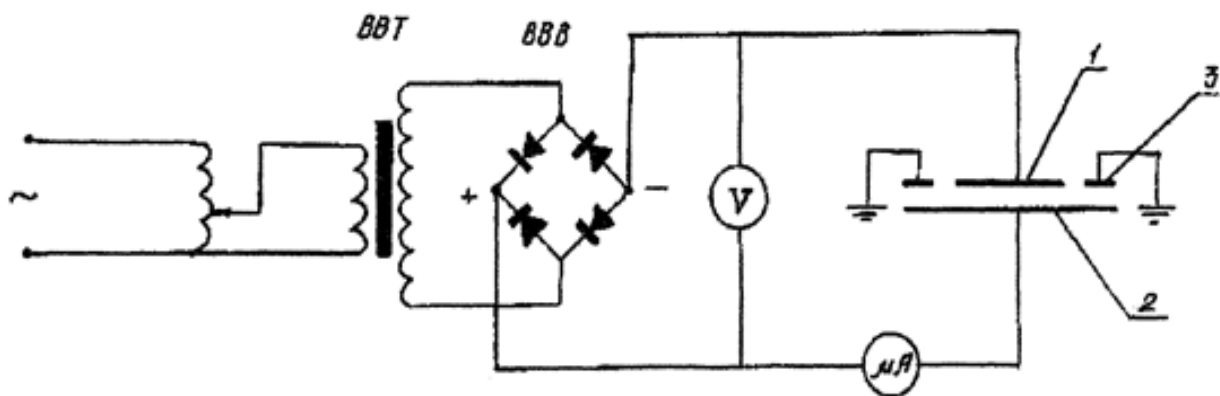
Сұйық диэлектриктердің электр өткізгіштігі:

$$\gamma = \frac{l}{R_p * S} \quad (3.1)$$

мұндағы γ -меншікті электр өткізгіштігі; l -электродтар арасындағы қашықтық; R_p -сұйық диэлектриктің көлемдік кедергісі; S - Ішкі жоғары вольтты электродтың ауданы.



Сур. 3.4. Жинақтағы өлшеу ұяшығы



Сур. 3.5. Мұнай өткізгіштігін өлшеуге арналған принципті электр схемасы
ВВТ - жоғары вольтты трансформатор; ВВВ – жоғары вольтты түзеткіш; 1,2 –
жоғары вольтты өлшеу электродтары; 3 – Қауіпсіздік сақинасы.

Диэлектриктің көлемдік кедергісі:

$$R_v = \frac{V}{I} \quad (3.2)$$

мұндағы V - өлшеу ұяшығының жоғары вольтты электродтарындағы кернеу, 300 В; I - сұйық диэлектрикпен толтырылған кезде ұяшық арқылы өтетін ток.

(3.1) Формулаға RV мәнін (3.2) алмастыра отырып, біз аламыз:

$$\gamma = \frac{I}{V * S} * I \quad (3.3)$$

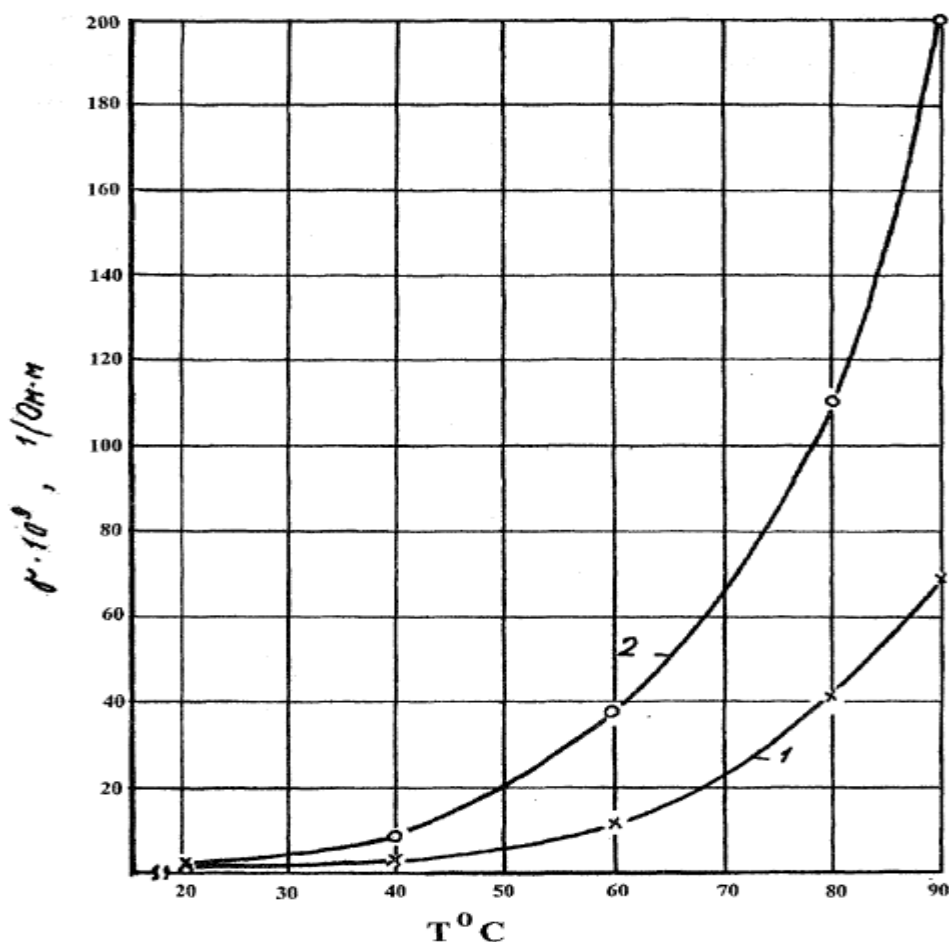
Біздің жағдайда I , V , S мәндері тұрақты, сондықтан формуланы (3.3) түрінде қайта жазуға болады:

$$\gamma = A * I \quad (3.4)$$

$$A = \frac{I}{V * S} = \frac{0.02}{300 * 0.0113} = 5.9 * 10^{-3} (\text{В}^{-1} \text{м}^{-1})$$

Мұнай үлгілерінің өткізгіштігін анықтау кезінде өлшеу жасушасы қажетті температураны сақтайтын термостатқа орнатылды.

Әр түрлі температурада өлшеу және есептеу деректері 3.6 суретте көрсетілген.



Сур. 3.6. Ярег кен орнының (1) және Усин кен орнының пермо-карбон шоғыры мұнайларының (2) электр өткізгіштігі

3.2.2. Ауыр мұнайдың диэлектрлік өткізгіштігін анықтау

Айнымалы электр өрістерінде диэлектрик көбінесе электр өткізгіштігімен емес, электр энергиясының бір бөлігін жылуға өткізумен байланысты диэлектрлік шығындармен сипатталады. Соңғысы екі процеске байланысты: өткізгіштік және баяу поляризация. Нақты диэлектрик, мысалы, мұнай эмульсиясы, белгілі бір дәрежеде өткізгіштікке ие болғандықтан, диэлектрлік шығындар тұрақты және ауыспалы кернеулерде де байқалады.

Релаксация поляризациясының баяу орнатылуы (поляризацияның келесі түрлері бөлінеді: электронды және иондық ығысудың поляризациясы, Атом, диполь-релаксация немесе бағдарлау, макроқұрылым, электролит) уақыт өте келе төмендейтін токты анықтайды. Бұл ток екеуінің қосындысы: белсенді және реактивті ($I' = ia' + Ir$). Нақты диэлектриктерде толық ток үш токтың

қосындысынан тұрады: сыйымды (ығысу тогы) I_c , I_a өткізгіштік тогы және релаксация i , яғни.

$$I = I_c + I_a + I'_a + I'_r \quad (3.5)$$

Нақты диэлектриктің диэлектрлік жоғалу бұрышының тангенсі:

$$tg\delta = \frac{I_a + I'_a}{I_c + I'_y} \quad (3.6)$$

Шығындарға әкелетін ток әдетте кешенді диэлектрлік өткізгіштікті енгізу арқылы ескеріледі:

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j * \varepsilon'' \quad (3.7)$$

мұндағы ε' және ε'' - кешенді диэлектрлік өткізгіштіктің нақты және қиял бөліктері, ε^* - шығын коэффициенті деп аталады.

$tg\delta$ диэлектрлік жоғалу бұрышының тангенсі ε' және ε'' арқылы келесідей өрнектеледі:

$$tg\delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} \quad (3.8)$$

Кешенді диэлектрлік өткізгіштіктің ε' және ε'' компоненттері жиілікке байланысты..

Дебайға сәйкес, олар келесі формулалармен өрнектеледі:

$$\varepsilon' = \varepsilon_{\infty} + \frac{\varepsilon_c - \varepsilon_{\infty}}{1 + (\omega\tau)^2} \quad (3.9)$$

$$\varepsilon'' = \frac{\delta}{\omega\varepsilon_0} + \frac{(\varepsilon_c - \varepsilon_{\infty})\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2} \quad (3.10)$$

мұндағы ε_c - статистикалық диэлектрлік өткізгіштік ($\omega=0$);

ε_{∞} - оптикалық жиіліктердегі диэлектрлік өткізгіштік;

δ - диэлектриктің өткізгіштігі; τ – релаксации уақыты; ω - айналмалы жиілік; ε_0 - электрлік тұрақты.

Диэлектрикте диэлектрлік параметрлер арқылы көлем бірлігінде жылу түрінде бөлінетін орташа қуат:

$$P = \omega\varepsilon' tg\delta E^2 \quad (3.11)$$

мұндағы E - айнымалы электр өрісінің кернеулігі.

Мұнай эмульсияларының диэлектрлік параметрлерін электр өрісінің жиілігіне, мұнайдағы судың мөлшеріне және судағы тұзға байланысты зерттеу мұнайдың диэлектрлік өткізгіштігінің (~2,5) және судың (80) үлкен айырмашылығы бар мұнайдағы судың мөлшерін анықтауда да, поляризация механизмін анықтауда да үлкен практикалық мәнге ие.

Сусыз және суланған майлардың диэлектрлік қасиеттері бойынша бірқатар авторлардың [92-95] жұмыстарын талдай отырып, эмульсияның диэлектрлік параметрлері кең жиілік диапазонында зерттелген деп қорытынды жасауға болады. Олар электр өрісінің жиілігіне, мұнай мен судағы су мен тұздардың мөлшеріне байланысты.

Зерттеу нәтижелері бойынша белгілі ақпаратты жалпылау негізінде келесі қорытынды жасауға болады.

Сусызданудың жұмыс температурасында (60-80°C) ярегский кен орнының усин кен орнының пермо-карбон шоғырының мұнайларының электр өткізгіштігі $10 \cdot 10^{-9}$ - $40 \cdot 10^{-9}$ 1/Ом*м және $38 \cdot 10^{-9}$ - $110 \cdot 10^{-9}$ 1/Ом*м, тиісінше.

Ярегский кен орнының және Усин кен орындарының пермо-карбон шоғыры мұнайлары жоғары тығыздықпен (920 кг/м³-ден астам) және резервуарлық жағдайда да, оны дайындау жағдайында да өте жоғары тұтқырлықпен сипатталады. Бұл майларды [1]-де ұсынылған жіктеу бойынша өте ауыр және өте тұтқыр деп жіктеуге болады.

Мұнай эмульсияларының тұрақтандырғыштарының құрамында асфальт-шайырлы компоненттер басым (71% дейін), олар жоғарыда айтылғандай, эмульсиялардың негізгі табиғи тұрақтандырғыш беттік белсенді заттары болып табылады.

Ярег кен орнының қабаттық сулары әлсіз минералданған, күкіртті. Хлорлы тұздардың мөлшері 5-тен 15 г/л-ге дейін өзгереді, сәйкесінше судың тығыздығы 1005-тен 1017 кг/м³-ге дейін өзгереді. Сутегі көрсеткіші (pH) 6,90-дан 7,25-ке дейін өзгереді, яғни су бейтарап.

Усин кен орнының пермо-карбон шоғырының қабаттық сулары әлсіз минералданған (83 г/л дейін) тығыздығы 1050-ден 1058 кг/м³-ге дейін өзгереді. Сутектік көрсеткіш (pH) 7,0-ден 7,4-ке дейін ауытқиды, бұл аздап қышқылдан бейтарап қабат суларына сәйкес келеді.

Ярегский кен орнының және Усин кен орнының пермо-карбон шоғырының мұнайларының қасиеттері мен резервуарлық суларының құрамын талдай отырып, олардың дегидратация процесін анықтайтын негізгі физика-химиялық көрсеткіштер бойынша мүлдем өзгеше емес немесе аздап ерекшеленетінін атап өтуге болады. Бұл факт осы мұнайдың біріне арналған дайындық технологиясын екінші кен орнының мұнайын дегидратациялау кезінде сәтті қолдануға болатындығы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді, ал дайындықтың сапалық көрсеткіштері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленбеуі керек.

4. Ауыр тұтқырлығы жоғары мұнайды электрлік сусыздандыруды эксперименттік зерттеу

Осы жұмыстың алғашқы тарауларында көрсетілгендей, В/Н эмульсияларының эмульсиясын күшейту үшін электр өрістері кеңінен қолданылады.

Электр өрісіндегі эмульсияның бұзылу механизмін анықтау үшін электр өрісіндегі мұнай эмульсиясындағы су тамшыларының әрекетін қарастыру қажет.

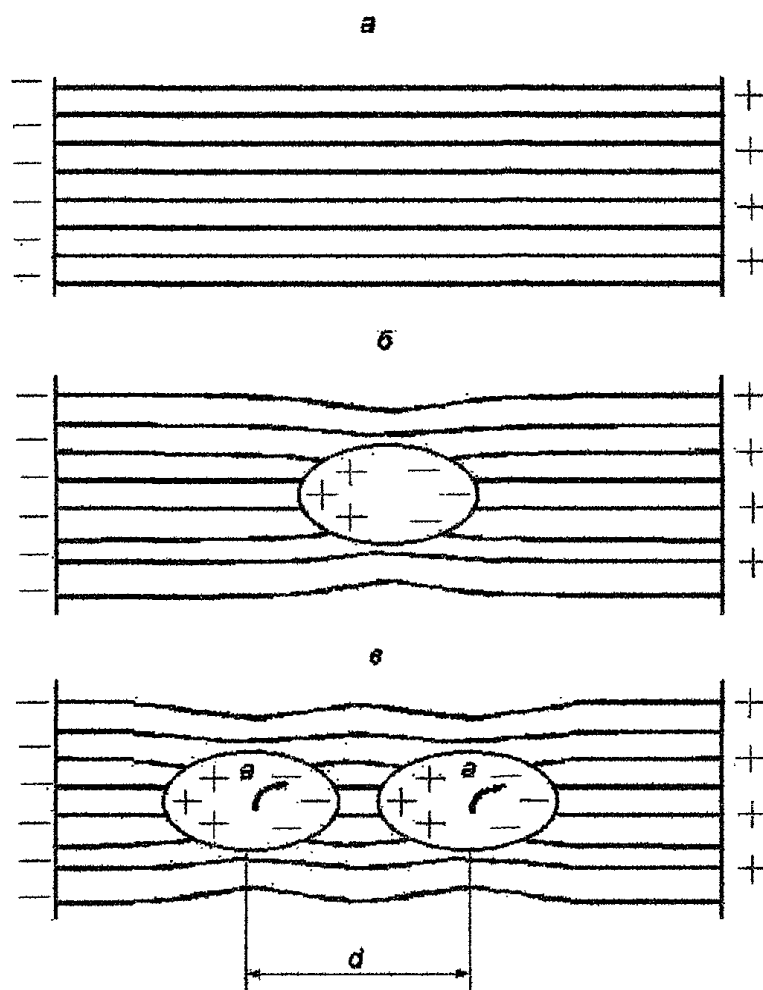
Сусыз мұнайда жоғары кернеулі екі жалпақ параллель электродтардың арасында біркелкі электр өрісі пайда болады, олардың күш сызықтары бір-біріне параллель болады, сурет. 4.1, а. кері мұнай эмульсиясының электродтары арасында орналастырылған кезде өрістің біртектілігі бұзылады, (сурет.4.1, б, в).

Диэлектрлік тұрақтысы мұнайға қарағанда шамамен 32 есе көп мұнайға шашыраған су глобулалары су тамшыларының тізбегін құра отырып, өрістің күш

сызықтары бойымен орналасады. Бұл жағдайда электр желілерінің бағыты күрт өзгереді, нәтижесінде электр өрісі біркелкі болмайды.

Сыртқы біртекті квази-тұрақты өріс жағдайында электр өрісінің индукциясы нәтижесінде ($\omega < 1/\tau$, мұндағы ω - сыртқы электр өрісінің жиілігі: τ - релаксация уақыты) эмульсия тамшылары полярланып, айналу эллипсоидтарына айналады.

Тамшылардың электр зарядтары оның жиектеріне күш сызықтары бойымен ауысады: оң - өріс бағытында: теріс - қарама-қарсы бағытта, (сурет.4.1, б). Өйткені,



Сур. 4.1. Электр өрісінде мұнайда диспергирленген су глобулалары

тамшының электр зарядтарына әсер ететін күштер, егер мұнайға батырылған тамшы сатып алған зарядты есептемегенде (бұл өте қысқа уақыт ішінде бос зарядтар ағып кететін мұнайдың үлкен электр өткізгіштігінде орын алады) тең және қарама-қарсы белгі бойынша тамшы орнында қалады, өріс сызығы бойымен созылады. Егер бір күш сызығындағы полярланған тамшының жанында екінші тамшы болса, онда олардың ұштарының әртүрлі полярлыққа жақын болуына байланысты тартылыс күштері пайда болады. Тамшылардың

өзара әрекеттесу күшінің шамасы мына формула бойынша анықталуы мүмкін [10]

$$F = \frac{kE^2r^6}{e^4} \quad (4.1)$$

мұндағы k - пропорционалдық коэффициенті; E - электр өрісінің кернеуі; r - тамшы радиусы; e - тамшылардың орталықтары арасындағы қашықтық.

Аз қашықтықта тартылыс күштері соншалықты үлкен болғандықтан, тамшыларды бөлетін бронды адсорбциялық қабықшалар қысылып, құлап, тамшылардың үлкенге қосылуы орын алады.

Есептеулер [10] жоғары дисперсті 5% эмульсияда су тамшылары бір-бірінен орта есеппен екі диаметр қашықтықта болатындығын және электр өрісінің әсерінен бірігу процесі бірден жүретінін көрсетеді. Мұнайдағы судың 1%- ында дисперсті тамшылар арасындағы орташа қашықтық шамамен төрт диаметрге тең, ал дипольді тарту күші 5% эмульсияға қарағанда 16 есе аз. Егер судың мөлшері 0,1% болса, онда өзара әрекеттесу күші мұнайдағы судың мөлшері 5% - ға қарағанда 256 есе аз. Бұл дәстүрлі аппараттардағы жоғары кондицияларға дейін мұнайды сусыздандырудың қиындықтарын түсіндіреді. Айнымалы токтың электр өрісінде өңделген мұнайдағы судың соңғы мөлшері іздерден 0,1% - ға дейін ауытқиды [190].

Формулаға негізделген эмульсиядағы су тамшыларының өзара әрекеттесуі (4.1) электр өрісінің беріктігін арттыру арқылы күшейтілуі мүмкін, өйткені өзара әрекеттесу күштері өріс кернеуінің квадратына тура пропорционал. Алайда, өріс кернеуінің шамадан тыс артуы тамшылардың дисперсиясына, яғни кері коалесценция процесіне әкелуі мүмкін. Сонымен, жұмыста [86] эмульсия параметрлерінің сипаттамаларына байланысты критикалық кернеуді бағалаудың келесі формуласы берілген:

$$E_{kp} = A \sqrt{\frac{\alpha_0}{\varepsilon * r_0}} \quad (4.2)$$

мұндағы A - берілген эмульсия үшін тұрақты; α_0 - беттік керілу коэффициенті; ε - эмульсияның диэлектрлік өткізгіштігі; r_0 - тамшы радиусы.

Формуладан (4.2) көріп отырғанымыздай, электр өрісінің критикалық кернеуі көптеген факторларға байланысты: r_0 су тамшысының радиусына, α_0 беттік керілу коэффициентіне, ε эмульсияның диэлектрлік өткізгіштігіне байланысты.

Осы жұмыста E_{kp} өрісінің критикалық кернеулігінің $\varepsilon_{cp} = 2,5$ және $\alpha_0 = 1,6 \cdot 10^{-3}$ Н/м кезінде эмульсия тамшысының радиусына тәуелділік графигі келтіріледі.

Суреттен сыртқы өрістің критикалық кернеуі дисперсті фазаның тамшыларының мөлшеріне байланысты болады деп қорытынды жасауға болады.

Сыртқы, кернеуде гетерогенді, электр өрісіндегі жеке су тамшысының әрекеті үлкен қызығушылық тудырады.

Сонымен, жұмыста [87] біркелкі емес электр өрісіне орналастырылған диэлектрикке әсер ететін күштің көлемдік тығыздығына арналған формула шығады:

$$f = \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{2} \text{grad} E^2 \quad (4.3)$$

Одан диэлектрикке әсер ететін күштің бағыты өрістің бағытына байланысты емес екенін көруге болады, өйткені ол әрқашан электр өрісінің максималды өсуіне бағытталған. Бұл диэлектриктің электр өрісінің ең жоғары кернеу аймағына түсетінін білдіреді. Бұл формула абсолютті қатты диэлектриктер үшін де, сығылатын диэлектриктер үшін де жарамды, егер олардың поляризациясы массаның тығыздығына сызықтық тәуелді болса немесе басқаша айтқанда, ағындардың ығысуына байланысты диполь моменттері болмаса немесе олардың үлесі маңызды емес деп санауға болады. Сұйықтықта бұл жағдайлар көп жағдайда орындалады.

Формула (4.3) ыңғайлы көрініске әкелуі мүмкін, атап айтқанда:

$$F = \frac{2}{3} W * \varepsilon_{cp} \left(\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_{cp}}{\varepsilon_0 - 2 * \varepsilon_{cp}} \right) * \text{grad} E^2 \quad (4.4)$$

мұндағы W - электр өрісіне орналастырылған су тамшысының көлемі; ε_0 және ε_{cp} - сәйкесінше су мен мұнайдың диэлектрлік өткізгіштігі.

4.1. Электродегидратор моделінің конструкциясы

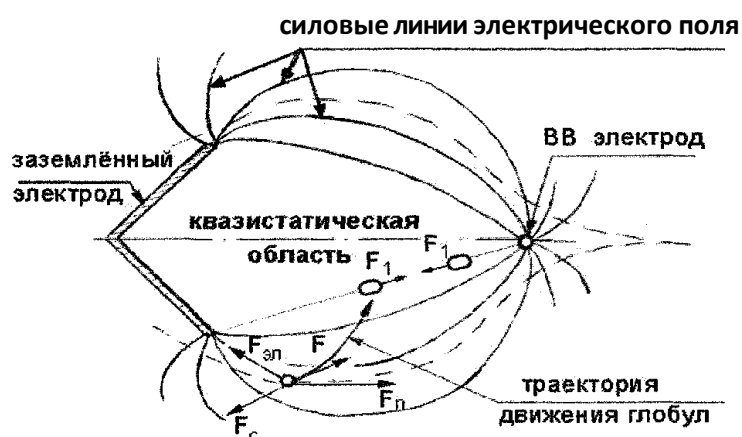
Аса ауыр мұнай эмульсияларының мұнай мен суға тиімді және сапалы бөлінуінің негізгі кедергісі дисперстік фаза мен дисперсиялық орта тығыздығының өте төмен айырмасы болып табылады. Сонымен, Ярега мұнайы үшін ол тек 59 кг/м³, ал пермо-карбон кен орны үшін - 85 кг/м³. Бұл қарастырылып отырған кен орындарының қойнауқаттық суларының әлсіз минералдануымен және мұнайдың жоғары тығыздығымен байланысты. Айта кету керек, кен орнын игеру кезінде Тұщы салқындатқышты резервуарға әсер етудің бу-жылу әдісін қолдана отырып айдау кезінде бұл көрсеткіш төмендейді. Қарапайым есептеулер көрсеткендей, тұндырғыш құрылғылардың дәстүрлі нұсқасында мұндай эмульсияларды мұнай мен суға бөлу уақыты ондаған сағатты құрайды.

Біз электродегидратордың қуысында квазистатикалық аймақтарды құру арқылы аса ауыр майлардың дегидратация процесін күшейтуге болатындығын анықтадық, онда олар белгілі бір жағдайларда су тамшыларымен енген кезде, тұндыру уақыты іс жүзінде шектелмейді және қондырғының жұмысына әсер етпейді.

Электродегидратор конструкцияларының негізі мұнайды сусыздандыруға арналған құрылғы болып табылады, [83].

Электродегидратор моделінің ұсынылған дизайны электр өрісіндегі эмульсияларды бұзу процесінде су глобуласына әсер ететін күштерді қолдануды қарастырады (сурет.4.2).

Модельдің негізгі бөлігі-модель корпусының ұзындығы бойынша белгілі бір тәртіппен штангалармен жұпталған бұрыштық электродтар (сурет.4.3). 10 x 35 мм бұрыштық электродтар модель корпусының түбінен 25 мм қашықтықта орнатылады, бұл эмульсиядан шығарылған суды біркелкі алу үшін майды сусыздандыру моделінің ұзақ уақыт жұмыс істеуі кезінде су жастықшасын жасауға мүмкіндік береді.

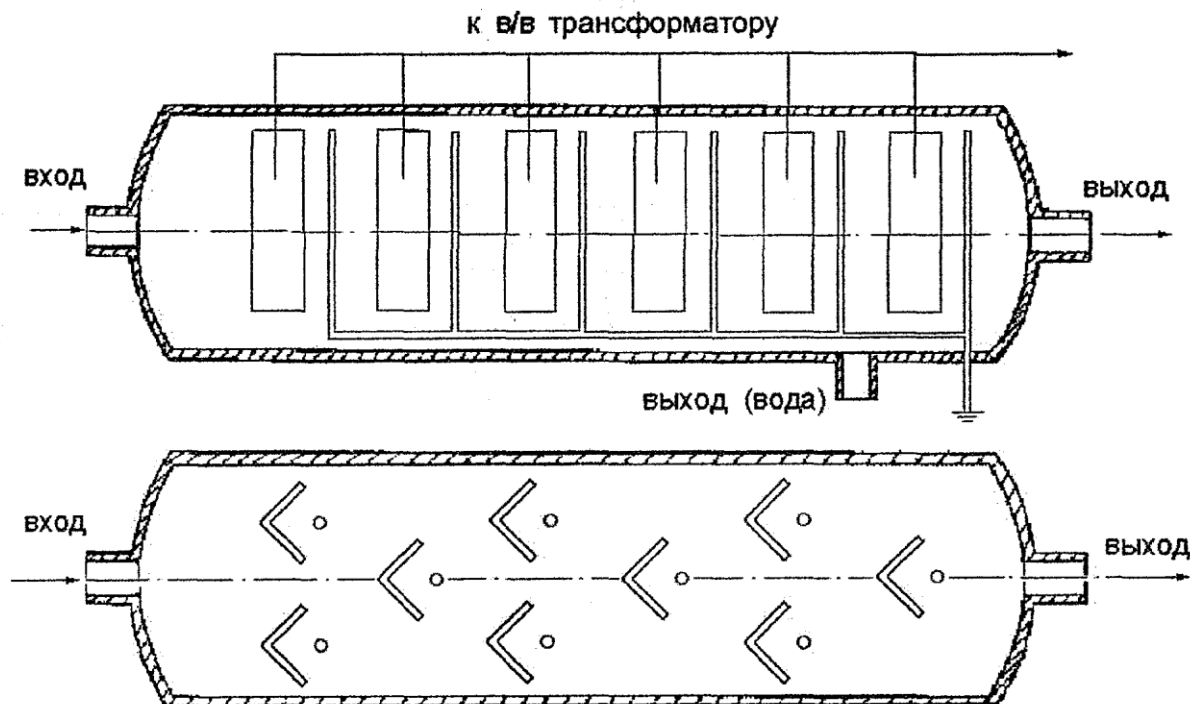


Сур. 4.2. Біртекті емес кернеудегі электр өрісінің әсерінен глобуланың квазистатикалық аймаққа қозғалысы

$F_{эл} \sim$ электр өрісінің градиентіне байланысты күш; $F_п$, $F_с$ - ағынның күші және ортаның қарсыласу күші; F – қорытқы күш; F_1 - электр өрісіндегі глобулалардың өзара әрекеттесу күштері.

Модель корпусы қабырға қалыңдығы 80 мм болатын 4 мм құбырдан жасалған. корпусың алдыңғы жағында ағынды корпусың көлденең қимасы бойынша туралау үшін дистрибьютор орнатылған. Модельдің корпусы екі жағынан фланецтермен болттармен жабылды. Дегидраторды технологиялық схемаға қосу және одан суды бұру үшін корпуста штуцер бар. Электродтарға Жоғары кернеу жоғары вольтты кірістер арқылы беріледі. Модель келесідей жұмыс істейді. Сұйықтық бұрыштық электродтың артында электродегидратордың көлденең қимасынан өткен кезде квазистатикалық аймақ пайда болады, оған эмульсия ағынының белгілі бір жылдамдығында сұйықтық тамшылары енгізіледі. Электродтарға Жоғары кернеу қолданылған кезде олардың арасында біркелкі емес жоғары кернеулі электр өрісі пайда болады, ал өрістің ең жоғары кернеуі өзек электродының ортасын бұрыш жиегімен байланыстыратын түзуде байқалады (сурет.4.2). Попадшую салаға тамшысын су күндерге электрлік күштер ерекшелігімен шартталған электр өрісі. Бұл аймақта коалесценция пайда болады, содан кейін ауырлық күшінің әсерінен шөгінділер мен үлкейтілген тамшылар пайда болады. Қысым немесе сұйықтық ағынының

күштері квазистатикалық аймақтан тамшылардың кетуіне аз әсер етеді, яғни судың үлкейтілген бөлшектерін тұндыру үшін қолайлы жағдайлар жасалады.



Сурет 4.3. Электродегидратордың схемасы

4.1.1. Бұрыштық электродтары бар электр гидраторының зертханалық моделінің қуатын есептеу

- Бастапқы деректер:
- электродтардағы потенциалдар айырмасы U , кВ - 3
- электрод жұптарының саны n , - 14
- ярег мұнайының меншікті электр өткізгіштігі γ , $1/\text{Ом} \cdot \text{м} \cdot 10^{-11}$ - 105
- электродтар арасындағы қашықтық Z , мм - 10
- электродтардың биіктігі H , мм - 35
- өзек электродының диаметрі d , мм - 2

Дегидратор моделі тұтылатын қуатты анықтау үшін, біздің жағдайда, электрод жұптарының жалпы кедергісін білу жеткілікті. Бұдың кедергісін есептеу үшін: өзек-бұрыштық электрод, 4.4 суретте біз қарапайым көлемді аламыз (схемадағы аймақ көлеңкеленген) және осы көлемге қарсылықты жазамыз

$$dR = \rho * \frac{dl}{2l*H} \quad (4.5)$$

мұндағы: $\rho = \frac{1}{\gamma}$ меншікті электр кедергісі;

l - ағымдағы ұзындық мәні;

dl - бұл мәннің өсуі.

K толық мәнін табу үшін ұзындығы бойынша теңдікті (4.5) интеграциялау қажет. Интеграциядан кейін біз аламыз:

$$R = \frac{1}{\gamma * 2H} \int_{\frac{d}{2}}^Z \frac{dl}{l} = \frac{\ln Z - \ln \frac{d}{2}}{2\gamma * H} \quad (4.6)$$

Бастапқы деректерді (4.6) теңдеуге ауыстырған кезде электродтардың бір жұбының кедергісі $0,313 * 10^9$ Ом болатындығын аламыз. Электродтардың бір жұбының қуаты мына формула бойынша анықталады:

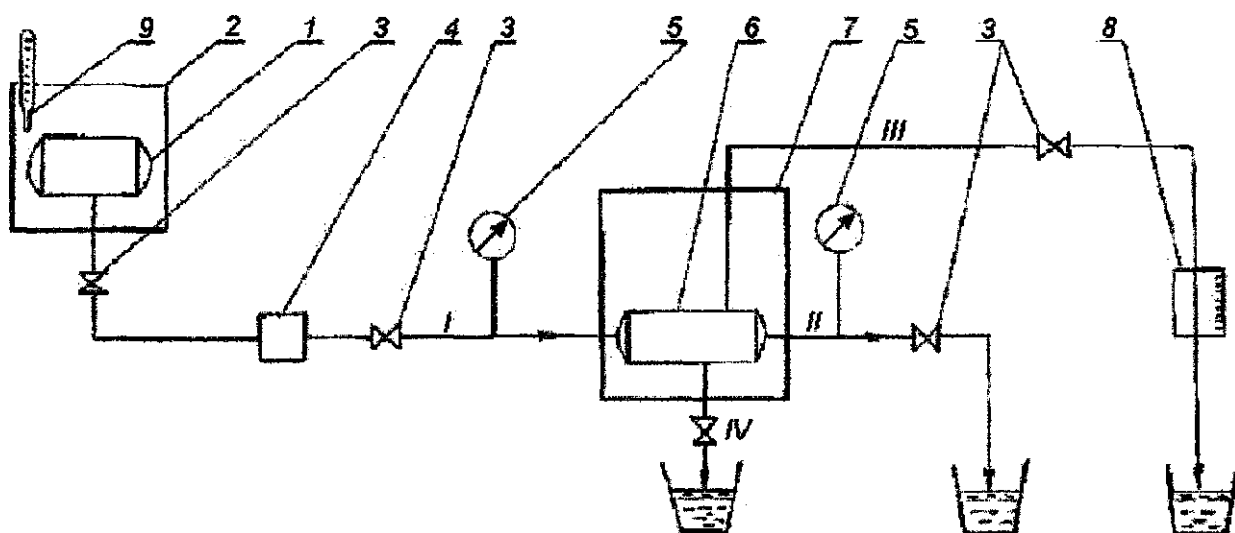
$$P = \frac{U^2}{R}$$

Бұрыштық электродтары бар электродегидратор моделінің жалпы қуаты:

$$P_m = P * n = \frac{U^2}{R} * n = 0.029 * 14 = 0.106 \text{ (Вт)}$$

4.2. Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнайды сусыздандыруға арналған эксперименттік қондырғы

Зертханалық қондырғының схемасы 4.5-суретте көрсетілген. Шикі мұнайға арналған сыйымдылық 1 термостатқа 2 орналастырылған. Өңделген эмульсияны алдын-ала жылыту үшін жүйеде сұйықтық ағынын біртіндеп реттеуге мүмкіндік беретін конустық ер-тоқымдары бар 3 клапандары орнатылған. Тісті сорғысында n тұрақты ток кернеуі 0-ден 30 В-қа дейін реттелетін электр қозғалтқышы бар. Электр қозғалтқышының айналу жиілігі оған берілген кернеумен өзгереді. Манометрлер 5 жүйенің қысымын бақылау үшін қолданылады және дегидратордың кірісі мен шығысына орнатылады. 6 Электродегидратор 7 термостатына орналастырылған, онда Қажетті өңдеу температурасы орнатылады. Өлшеу цилиндрі 8 дегидратор арқылы сұйықтықтың шығынын (бұл жағдайда өңделген мұнай) анықтауға қызмет етеді. Эмульсияны өңдеу температурасы термометрлермен бақыланады 9. Термостат 7 сорғыш шкафта орнатылған (диаграммада көрсетілмеген).



Сур. 4.5. Электродегидраторды сынауға арналған зертханалық қондырғы
1-шікі мұнайға арналған сыйымдылық; 2 - термостат ВЕ; 3 - кран; 4 - тісті сорғы; 5 - манометр; 7 - пеш; 8 - өлшеуіш цилиндр; 8 - термометр; I - шикі мұнай желісі; II және III өңделген мұнай шығысы; IV-су шығысы.

Сусыздандыру келесі схема бойынша жүргізілді.

Дайындалған эмульсия шикі мұнайға арналған сыйымдылыққа 1 салынып, I желісі бойынша дегидраторға тісті сорғымен айдалды. Сорғы қозғалтқышымен және шұралармен 3 қажетті қысым орнатылды, ол манометрлермен 5 басқарылады. Пайдаланылған сұйықтық I немесе II желі бойынша жіберілді, сынақтарға байланысты дегидратордан IV шығару желісі қабаттасып, секундомер мен өлшеу цилиндрінің көмегімен сұйықтық шығыны анықталды.

Эмульсияны шикі мұнай сыйымдылығында 1 жылыту және дегидраторды жылыту алдын-ала жасалды. Жоғары кернеу берілгеннен кейін эмульсия өңделді. Сусыздандырылған мұнай I немесе II желіден алынды, ал шығарылған су IV сызықтан шығарылды.

Дегидратор моделінің 1,5 көлемінде сұйықтықтың өтуімен анықталған белгілі бір уақыттан кейін талдау үшін өңделген мұнайдың сынамалары алынды.

4.3. Ярегский кен орнының ауыр жоғары тұтқырлы мұнайын сусыздандыру процесін эксперименттік зерттеу

4.3.1. Эмульсия дайындау

Жасанды дайындалған эмульсиялармен эксперименттік сынақтар жүргізу кезінде олардың физикалық-технологиялық қасиеттерінің мұнайды дайындау технологиясы әзірленетін нақты кен орнында нақты кәсіпшілік жағдайларда түзілетін эмульсиялардың қасиеттеріне сәйкестігіне ерекше назар аудару қажет, яғни дисперстік, тығыздық, тұтқырлық, электрлік қасиеттер сияқты қасиеттер сәйкес болуы тиіс.

Бұл қасиеттер көбінесе эмульсияны қалыптастыру жағдайларына немесе дайындау әдісіне, эмульсияны құрайтын компоненттердің физика-химиялық құрамына және олардың сандық қатынасына байланысты.

Дисперсті фаза ретінде Ярег кен орнының қойнауқаттық суы пайдаланылды. Дисперсті орта сол кен орнының сусыз мұнайы болды. Мұнай сумен 0,4 литр көлемінде белгілі бір арақатынаста араластырылды, содан кейін есепті уақыт ішінде 300 айн/мин кезінде қалақты араластырғышта қарқынды араластырылды. Содан кейін дайындалған эмульсия сынақ жағдайларына байланысты қажетті температураға дейін салқындатылды немесе қыздырылды.

Механикалық эмульсия жағдайында эмульсияның сапасы бір жағынан фазаның бүкіл көлем бойынша біркелкі таралуымен және екінші жағынан ішкі фазаның дисперсиясымен анықталады [93].

Авторлар [99] дисперсті фазаның барлық аралас көлемдегі біркелкі (жүз пайыздық) таралуына n_0 араластырғыштың айналу санын анықтау арқылы қол жеткізілетінін көрсетеді (фазалардың біркелкі таралуына қол жеткізілетін ең аз айналу саны). Шағылысатын бөлімдері жоқ тамырлар үшін n_0 анықтау үшін келесі тәуелділік алынды [188].

$$n_0 = k * \frac{\Delta\gamma^{0.13} * \eta_c^{0.01} * \eta_\phi^{0.03} * \delta^{0.47}}{\gamma_c^{0.64} * d^{1.5}}$$

мұнда $\Delta\gamma = \gamma_\phi - \gamma_c$

γ_c – дисперсті ортаның тығыздығы;

γ_ϕ – дисперсті фазаның тығыздығы;

η_c – динамикалық дисперсті ортаның тұтқырлығы;

η_ϕ – динамикалық дисперсті фазаның тұтқырлығы;

d – араластырғыштың пышақтарының диаметры;

δ – фазалық шекарадағы беттік керілу;

$k = 7,05$.

Бұл тәуелділік келесі өлшеу диапазондары үшін жарамды:

$Re_0 = 3,38 \cdot 10^2 \div 2 \cdot 10^5$; $Ga = 1,74 \cdot 10^5 \div 1,24 \cdot 10^{11}$; $Re_0 / We = 24,5 \div 1,18 \cdot 10^7$; $\Delta\gamma/\gamma_c = 0,02 \div 0,594$; $\eta_\phi/\eta_c = 0,005 \div 246$; $D / d = 1,72 \div 4,00$.

Дисперсті фазаның тамшыларының мөлшері араластырылатын сұйықтықтардың физика-химиялық қасиеттеріне, араластырғыштың негізгі геометриялық өлшемдеріне, пышақтардың айналу жиілігіне, сондай-ақ араластыру уақытына байланысты. Араластыру уақыты теңдеумен анықталады:

$$\tau = \frac{f_m * H_0^{0.5} * D}{(n * d_m^2)^{\frac{1}{6}}} * g^{\frac{1}{6}} \quad (4.7)$$

где f_m – араластыру уақытының коэффициенті; g – еркін түсу үдеуі; n – араластырғыштың айналу саны; H_0 – ыдысты толтыру биіктігі.

(4.7) бойынша анықталған араластыру уақыты 210 секундты құрады.

Дисперсиялық орта мен дисперсиялық фазаның тығыздығы, дисперсиялық ортаның тұтқырлығы, фазалық шекарадағы беттік керілу кестелер мен графиктерге сәйкес анықталды, 2-тарау.

Есептеулер көрсеткендей, Ярегский кен орнының дайындалған эмульсиялары үшін дисперсті фазаның орташа диаметрі 14,0 мкм құрады, бұл мұнай дайындау қондырғысына дейін өндіру және тасымалдау кезінде пайда болған эмульсиялардағы дисперсті судың глобулаларының орташа диаметріне сәйкес келеді.

4.3.2. Электр өрісінің кернеулігінің судың қалдық құрамына әсерін анықтау

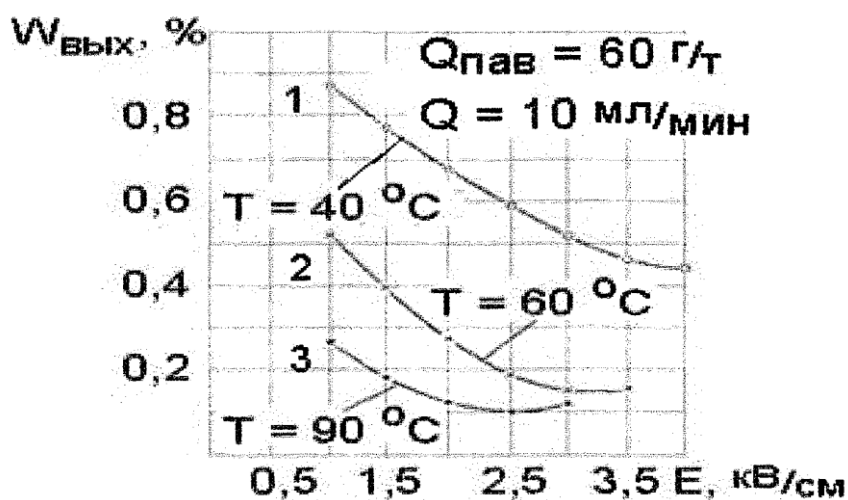
Өңделген эмульсиядағы судың қалдық құрамының электр өрісінің күшіне тәуелділігі анықталды. Электр өрісінің кернеуі 1-4,2 кВ/см аралығында өзгерді.

Дегидратор арқылы тұтыну 10 мл/мин. өңдеу кезінде 40 г/т мөлшерінде дезэмульгатор (дисолван 4411) қолданылды.

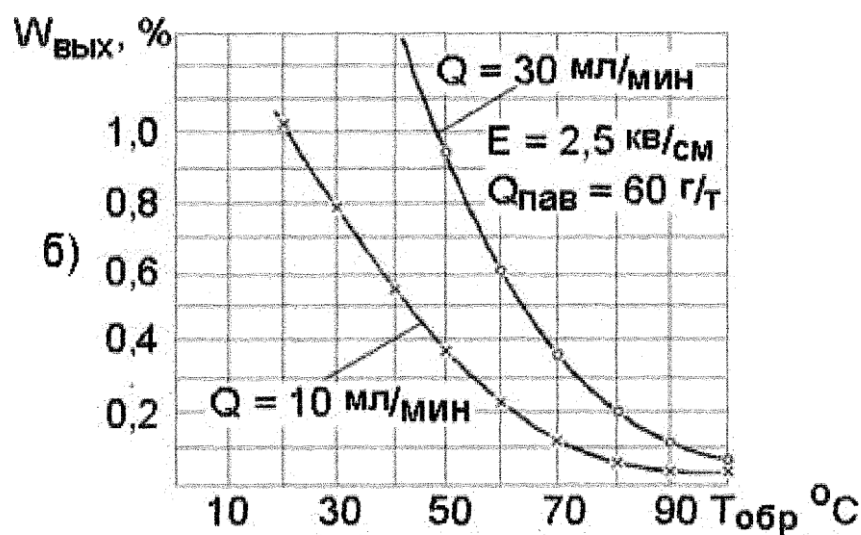
Өңдеу үш түрлі температурада жүргізілді: 40, 60 және 90°C.

Бастапқы және өңделген мұнайдағы судың мөлшері ГОСТ 2477-65 бойынша анықталды. Нәтижелер П2.1 кестесінде және 4.6 суретте көрсетілген.

Суреттен судың қалдық құрамының электр өрісінің кернеуіне тәуелділігі экстремалды, сонымен қатар әртүрлі температура үшін экстремум кернеудің әртүрлі мәндерінде болады деп қорытынды жасауға болады. Сонымен, өңдеу температурасының жоғарылауымен критикалық кернеу төмендейді. Мұны дисперсиялық ортаның тұтқырлығының әсерімен түсіндіруге болады; ортаның тұтқырлығы жоғары болған кезде глобуланы эллипсоидқа критикалық күйге келтіру үшін көп энергия қажет, онда бір тамшы екі немесе одан да көп мөлшерде бөлінеді.



Сур. 4.6. Өңделген мұнайдағы судың қалдық құрамының электродтар арасындағы электр өрісінің кернеуіне тәуелділігі.



Сур. 4.7. Өңделген мұнайдағы судың қалдық құрамының өңдеу температурасына тәуелділігі

4.3.3. Өңдеу температурасының әсерін анықтау

Қалдық судың өңдеу температурасына тәуелділігі анықталды. Электродтар арасындағы электр өрісінің кернеуі $2,5 \text{ кВ/см}$; беттік белсенді заттардың мөлшері (деэмульгатор дисолван 4411) 60 г/т . тәуелділік дегидратор арқылы сұйықтықтың әртүрлі шығындары үшін анықталды: 10 мл/мин , 30 мл/мин . суреттен.4.7. өңдеу температурасы $70\text{--}80^\circ\text{C}$ дейін көтерілгенде, өңдеу тиімділігі күрт артады (өңделген эмульсиядағы судың қалдық мөлшері төмендейді). Температураның одан әрі жоғарылауы қалдық судың сандық құрамында ерекше өзгеріс тудырмайды. Бұл жағдайды қыздыру кезінде мұнай тұтқырлығының өзгеру сипатымен түсіндіруге болады, онда тұтқырлық күрт төмендейді, 70°C температураға дейін.

4.3.4. Өңдеу кезінде сұйықтықтың оптималды шығынын анықтау

Өңделген эмульсиядағы судың қалдық құрамының дегидратор арқылы сұйықтық шығынына тәуелділігін анықтау $2,5 \text{ кВ/см}$ кернеу кезінде, 80°C температурада, 80 г/т беттік-белсенді заттар мөлшерінде (дисолван 4411), өңделген мұнайдағы судың қалдық құрамының сұйықтық шығынына тәуелділігі қисығын байқай отырып жүргізілді (сурет.4.8) жоғарыда таңдалған тұрақты параметрлермен ең тиімді өңдеу 20 мл/мин -ден аз сұйықтық шығындарымен жүзеге асырылады деп қорытынды жасауға болады. Ағынның жоғарылауы өңдеуден кейін қалған су мөлшерінің көбеюіне әкеледі. Әлбетте, сұйықтықтың көп шығыны кезінде электродтардың квазистатикалық аймағына түскен барлық су тамшылары электр өрісі арқылы ұсталмайды. Бұл тамшылардың бір бөлігі өңдеу аймағынан шығарылады, мұнай ағынын алып кетеді, содан кейін аппараттан шығарылады.

4.3.4. Беттік-белсенді заттардың меншікті шығынының әсерін бағалау

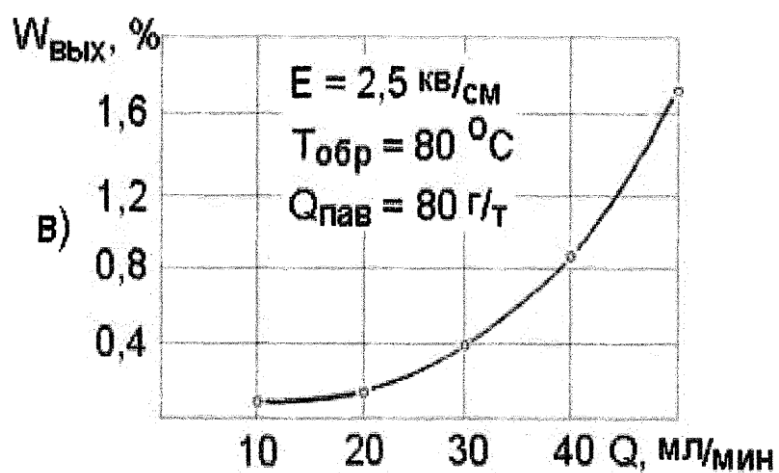
Беттік-белсенді заттар (беттік-белсенді заттар) тамшыларының броньды қабықтарын алдын-ала бұзудың оны электр өрісінде өндеуге әсері 4.9 .суретте көрсетілген.

1 және 2-тарауларда көрсетілгендей, беттік белсенді деэмульгатор заттар бронь қабатының беріктігін төмендетуге үлкен әсер етеді: деэмульгатор неғұрлым тиімді болса, соғұрлым ол қабаттың механикалық беріктігін төмендетеді. Өз кезегінде қабықтың механикалық беріктігі көптеген факторларға байланысты, олардың негізгілері мұнайдың компоненттік құрамы және "қартаю" процесі болып табылады. Мұнай эмульсияларының қартаюы үлкен практикалық маңызы бар, өйткені жаңа пайда болған эмульсиялар "қартайғанға" қарағанда әлдеқайда жеңіл және тез бұзылады. Сондықтан кәсіпшілік жағдайларда "қартаю" процесін тоқтату үшін, егер олардың пайда болуының алдын алу мүмкін болмаса, жаңадан пайда болған эмульсияларды деэмульсаторлармен мүмкіндігінше ертерек араластыру қажет.

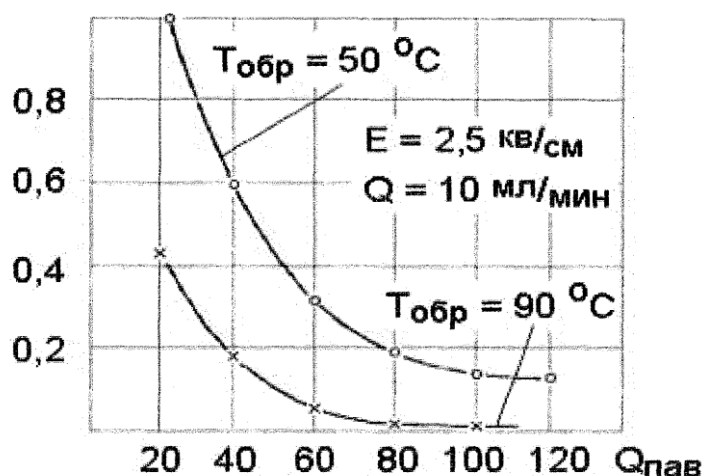
Мұнай эмульсияларының "қартаю" процесі бастапқы кезеңде өте қарқынды жүреді және әдетте бір күннен кейін тоқтайды. Берік қорғаныс қабаттарын алу үшін эмульсия сынақтан 16-18 сағат бұрын дайындалады деп саналады [10].

Біздің жағдайда беттік-белсенді зат - дисолван 4411 - дайындалған эмульсияға 16 сағаттық тұнбадан кейін белгілі бір мөлшерде енгізілді, яғни жаңа дайындалған эмульсия мұнай құрамындағы беттік-белсенді заттардың брондалған қабықтарын судың глобулаларында қатайту үшін "қартаюға" қойылды. Содан кейін деэмульгаторды қосқаннан кейін эмульсия деэмульгатор молекулаларын глобулалардың бетіне толық жеткізу және табиғи эмульгаторды ПАВ - дисолван 4411 молекулаларымен толығымен ығыстыру мақсатында араластырғыштың көмегімен 10 минут бойы қарқынды араластырылды.

Деэмульгатормен алдын ала өңделген эмульсия электр дегидраторына өндеуге жіберілді. Эмульсия 2,5 кВ/см, сұйықтық шығыны 10 мл/мин және 50 және 90°C температурада өңделді. 4.9. суреттегі қисықтар ББЗ шығынының 50°C өндеу температурасы үшін 100 г/т астам және 90°C өндеу температурасы үшін 80 г/т астам артуы, тиісінше, өңделетін мұнайдағы судың қалдық құрамының одан әрі төмендеуіне әкелмейтінін көрсетеді.



Сур. 4.8. Өңделген мұнайдағы судың қалдық құрамының сұйықтық шығынына тәуелділігі



Сур. 4.9. Мұнайдағы судың қалдық құрамының ББЗ мөлшеріне тәуелділігі (дисолван 4411)

5. Электродегидраторды өндірістік сынау

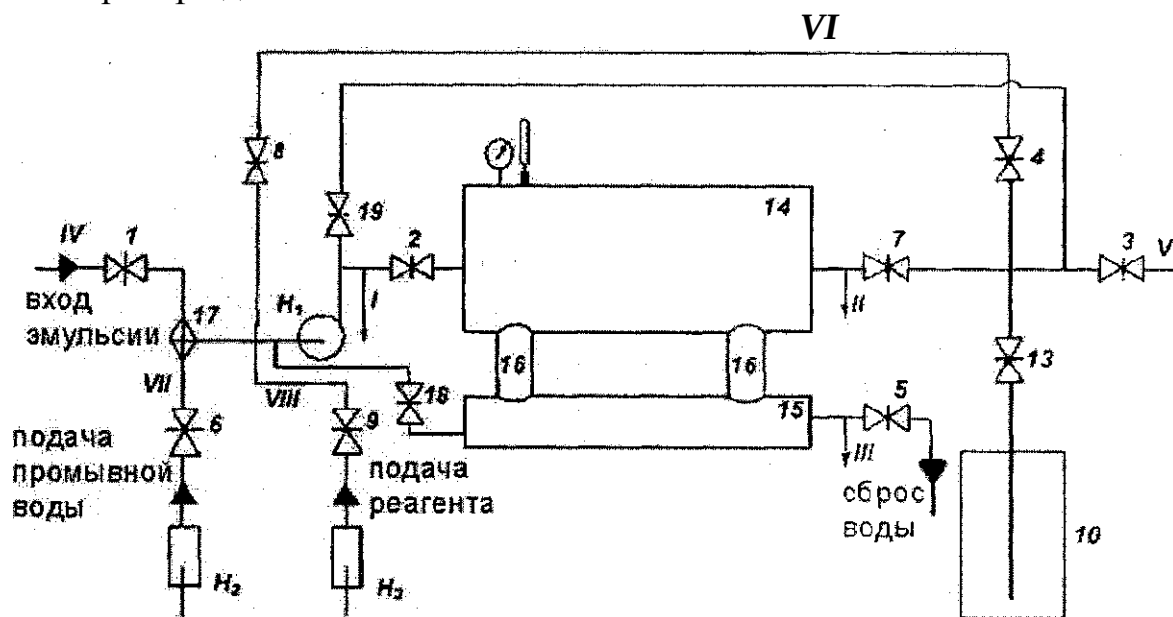
5.1. Сынақтар жүргізу

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша өнімділігі 15 м³/сағ. [97, 98] электродегидратор құрастырылды. Электродегидратор ЗАО "Битран" мұнай базасында технологиялық схемаға (сурғ 5.1) орнатылды.

5.1 суретте электродегидраторды сынауға арналған қондырғының принципті технологиялық сызбасы ұсынылған. Электродегидраторды байланыстыру схемасы резервуар паркінде 2,5% - ға дейін сусыздандырылған мұнайды электр өрісі арқылы қосымша өндеуді қарастырады. Бұл схемада: 1-9, 13, 18, 19 - ысырмалар, 10 - өлшеуіш сыйымдылық, Н2-Н3 - мөлшерлеу сорғылары, 14 - макеттің жұмыс сыйымдылығы, 15 - су жинау сыйымдылығы, 16 - ағынды құбырлар, 17 - араластырғыш, Н1 - шикізат сорғысы, Н4 - мұнай

айдау сорғысы; I, II, III - талдаулар үшін сынамаларды іріктеу орындары, IV-шикі мұнайды беру желісі, V - дайын мұнай желісі, VI - байпасты желі (кері қайтару), VII - жуу суын беру, VIII-реагентті беру.

Қондырғы келесідей жұмыс істейді. IV желісі бойынша мұнай шикі мұнай резервуарынан ортадан тепкіш сораптың кірісіне түседі, алдын ала араластырғыштағы жуу суымен араласады 17. Сорғының кірісіне реагент мөлшерлеу сорғысымен H3 қажетті мөлшерде беріледі. Ортадан тепкіш сораптағы сумен және реагентпен қосымша араластыра отырып, мұнай ысырма 2 арқылы электродегидратордың жұмыс қуысына 14 жіберіледі. Мұнда электр өрісінің әсерінен эмульсия бұзылып, жұмыс қуысының түбіне үлкен су тамшылары түседі.



Сур.5.1. Электродегидраторды сынаудың технологиялық сызбасы

Сусыздандырылған мұнай аппараттан алынады және V желісі бойынша дайын мұнай резервуарына жіберіледі.

VI желі дегидратордың шығуында сапасыз мұнай алынған жағдайда қайта өңдеуді орындауға арналған. Бұл желіге мұнай 3,4, 8 ысырмалардың көмегімен жіберіледі.

Тұндырылған су су жинау ыдысынан 15 немесе ысырманы 5 мезгіл-мезгіл ашу арқылы алынады, немесе ұзақ уақыт жұмыс істеген жағдайда ысырманың 5 ашылу дәрежесі эмульсиядан шығарылған судың мөлшеріне байланысты реттеледі.

10 сыйымдылығы дегидратордың белгіленген жұмыс режимін орнату кезінде электродегидратор арқылы сұйықтықтың шығынын анықтауға қызмет етеді.

ЗКМ6 ОТ сорғысының кірісі эстакадалық магистральға (Ду-300) диаметрі 60 мм құбырмен жалғанады.

Технологиялық схема мұнай эмульсиясын жеке ЗКМ6 ОТ сорғымен электродегидратор арқылы айдауды және сорғы - дозатормен ББЗ қоса жуу суын беруді (тұзсыздандыру режимінде жұмыс істеген кезде) көздейді. Беттік-белсенді заттардың ерітіндісін дайындау көлемі 200 литрге дейінгі жеке контейнерде жүзеге асырылады, электродегидратордың кірісі мен шығысындағы жұмыс қысымын бақылау үшін манометрлер орнатылған.

Электродегидратордың жұмысын басқарудың негізгі схемасы 5.2 суретте көрсетілген.



Қысқа тұйықталудан қорғау үшін, корпусқа жоғары кернеу тесіп өткен жағдайда, максималды токқа реттелуі мүмкін "ТТ" жылу релесі қолданылады.

5.2. Сынақ нәтижелері

Сынақ нәтижелері кестеде келтірілген.

Жоғары кернеулі электр өрісін қолдана отырып, мұнай дайындау технологиясын сынау нәтижелерін талдаудан, тіпті төмен кернеулі (0,24 кВ/см) дегидратор электродтарына қолданғанда, 50°C температурада су мөлшері 1% - дан аз тауарлық мұнай алуға болады деп қорытынды жасауға болады.

Кернеу 1,9 кВ/см-ге дейін жоғарылаған кезде тазарту дәрежесі едәуір артады, ал қалдық су көлемнің 0,3% құрайды.

2,4 - 2,5 кВ/см кернеуде температураның 70 - 75% - ға дейін көтерілуі судың 0,1% - ға дейін болуына әкеледі.

Судың құрамы 0,1% - ға дейінгі іздерден 65-70°C температурада және электр өрісінің кернеуі 2,5 кВ/см-ге дейін болуы мүмкін. Судың мөлшері 0,5% - ға дейінгі тауарлық мұнайды, яғни жоғары сапалы топтағы мұнайды 60°C температурада және 2,5 кВ/см кернеуде алуға болатындығы анықталды. Бұл ретте хлорид мөлшері 40 мг/л-ден аз.

Кесте – Сынақ нәтижелері

№ п/п	Өнімділік, м ³ /сағ	Кернеулік, кВ/см	Өңдеу температурасы, °С	Кірістегі судың мөлшері, %	Шығу кезіндегі су мөлшері, %
1	2	3	4	5	6
1	12	0,24	50	1,2	0,74
2	10	0,46	52	1,5	0,69
3	13	0,8	51	1,3	0,65
4	10	1,68	53	1,5	0,61
5	10	1,22	53	1,5	0,62
6	10	0,24	63	1,0	0,67
7	11	1,00	62	1,2	0,59
8	10	0,5	60	1,4	0,62
9	12	1,5	63	1,2	0,58
10	10	1,9	63	1,1	0,30
11	10	0,25	69	1,0	0,63
12	10	0,52	68	1,4	0,6
13	9	1,2	71	1,4	0,53
14	11	0,76	70	1,2	0,58
15	12	1,67	72	1,3	0,20
16	10	0,25	75	2,0	0,61
17	10	0,52	78	1,4	0,54
18	12	1,03	70	1,0	0,4
19	10	1,48	79	1,5	0,38
20	10	2,5	65	1,4	0,1
21	13	2,4	68	1,5	0,2
22	10	2,3	70	1,0	0,1
23	12	2,0	65	1,2	0,25
24	12	2,5	70	1,5	0,1

Ескерту: барлық жағдайларда кірістегі қысым 0,14 - шығу кезінде 0,12 МПа құрайды.

Қорытындылар мен ұсыныстар

1. Зерттеу мәселесі бойынша ғылыми-техникалық әдебиеттерді талдау ауыр жоғары тұтқыр мұнайларды сусыздандыруда қолданылатын технологиялық шешімдердің негізгі кемшіліктерін анықтауға мүмкіндік берді.

2. Электродегидратордың көмегімен ауыр мұнайды сусыздандырудың технологиялық режимін зерттеу үшін автор ұқсас технологиялық процестерді зерттеуде қолдануға ұсынылатын қажетті жабдықтармен және электр өлшегіш жабдықтармен жабдықталған қондырғы жасады.

3. Теориялық және эксперименттік зерттеулер көрсеткендей, ауыр мұнайларды сусыздандыру процесінде электр өрісінің біркелкі еместігін терең дегидратацияны қамтамасыз ететін негізгі технологиялық фактор ретінде қолдануға болады.

4. Теориялық және эксперименттік зерттеулер жоғары сапалы мұнай алу үшін дегидратация процесінің оптималды параметрлерін анықтауға мүмкіндік берді.

5. Автордың қатысуымен ЗАО "Битран" мұнай базасында сынақтан өткен жартылай өнеркәсіптік электродегидратордың дизайны жасалды.

6. Автор ұсынған ауыр мұнайларды сусыздандыруға арналған электродегидратор дизайнының техникалық шешімі оның жұмыс қабілеттілігі мен тиімділігін көрсетті.

7. Жартылай өнеркәсіптік сынақтар электродегидратордың жұмыс параметрлерін анықтауға мүмкіндік берді: өнімділігі сағатына 3,5 электродегидратор көлемін құрады. Сонымен қатар, өңдеу температурасы 65°C , электр өрісінің кернеуі 2,5 кВ/см, реагент шығыны 80 г/Т болды.

8. Өндіріске әзірленген конструкцияның бір электродегидраторын енгізу Ярегск кен орны бойынша 54003,93 мың тг жылдық экономикалық нәтиже алуға мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Позднышев Г.Н., Мансуров Р.И., Сидурин Ю.В. Ауыр мұнайларды дайындау ерекшеліктері. - М.: ВНИИОЭНГ, 1983. - 4 б.
2. Байков Н.М., Позднышев Г.Н. Мұнай, газ және суды жинау және кәсіпшілік дайындау. - М.: Недра, 1981.- 261 б.
3. Тронов В. В. Мұнайды кәсіпшілік дайындау. - М.: Жер Қойнауы, 1977.-271 б.
4. Тронов В. П. Шетелде мұнайды кәсіптік дайындау. - М.: Жер Қойнауы, 1983. - 224 б.
5. Каспарянц К. С., Кузин В. И. Мұнай мен газды кәсіптік дайындау объектілеріне арналған процестер мен аппараттар. - М.: Жер Қойнауы, 1977. - 254 б.
6. Лутошкин Г.С. Мұнай, газ және суды жинау және дайындау. - М.: Жер Қойнауы, 1979.-319 б.
7. Левченко Д. Н., Бергштейн Н.В., Худякова А.Д. Николаева Н. М. Мұнай мен судың эмульсиялары және оларды жою әдістері. - М.: Химия, 1967.-200 б.
8. Шерман Ф. Эмульсиялар. - Л.: Химия, 1972. - 448 б.
9. Лобаков А.М. Кен орнында мұнай жинау және өңдеу. - М.: Жер Қойнауы, 1968.-284 б.
10. Ши Г. В. Мұнай эмульсиялары және олармен күресу әдістері. - М.: Мемтехиздат, 1946. - 146 б.
11. Мұнайды химиялық деэмульгациялау негіздері / В.П. Тонкошуров, Н.Н. Серб-сербина, А. М. Смирнов; Ребиндер И. А. жалпы редакциясымен - М.: Гостоптехиздат, 1946. - 156 б.
12. Жылыту құбырларындағы эмульсиялардың қартаюы туралы / В.П. Тронов, А.И. Арутюнов, Р. И. Грейфер және т. б. // Мұнай кәсіпшілігі.-1971, №9.-Б.27-31.
13. Каган Я.М., Латыпов В. Х., Колесникова. Л. В. Эмульсиялардың тұтқырлығына "қартаюдың" әсері / / Еңбектер, 26 / Гипротюменнефтегаз. - Тюмень, 1971. - Б. 221-226.
14. Панченков Г.М., Серикова Л. А., Папко В. В. Мұнай эмульсияларының тұрақтылығына су фазасының тұз құрамы мен рН әсерін зерттеу // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1976, № 6. - Б.49-51.
15. Мұнай өндіру кезінде эмульсиялардың бұзылуы. - М.: Жер Қойнауы, 1974. - 272 б.
16. Құбырдағы екі сұйықтықтың ағымында эмульсиялардың пайда болуы. / Гужов А.И., Гришин А. П., Медведев В. Ф., Медведева Л. П. // Мұнай шаруашылығы. -1973, № 8. - Б. 58-61.

17. Логинов В. И. Деэмульгатор көмегімен су-мұнай эмульсиясының бұзылу процесінің негізгі заңдылықтары // Мұнай шаруашылығы. - 1972, №12. - Б. 39-42.
18. Петров А.А., Смирнов Ю.С. Мұнайды кәсіпшілік дайындаудың негізгі процесі ретінде химиялық деэмульгациялау // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1977, № 1. - Б. 29-31.
19. Каспарянц К. С., Петров А. А. Мұнайды сусыздандыру мен тұзсыздандырудың әртүрлі әдістерінің тиімділігін бағалау // Мұнай шаруашылығы. - 1976, № 3. - Б.43-48.
20. Медведев В.Ф., Медведева Л.П. Мұнайдың құбырыштылық деэмульсациясы кезіндегі эмульсиялардың дисперстік дәрежесі // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1975, № 9. - Б.36-38.
21. Бенковский В.Г. Мұнай эмульсияларын бұзудағы араластырудың рөлі // мұнай ісі. - 1946, № 12. - Б.42-45.
22. "Шаимнефть" МГӨБ термохимиялық қондырғысының жұмысын зерттеу / Баймухаметов Д.С., Латыпов В.Х. және т. б.// Еңбектер, 34 / Гипротюменнефтегаз. - Тюмень, 1972. - Б. 38-50.
23. Баляев Б.Г., Байков Н. М. Өзен мұнайын сусыздандыру бойынша кәсіптік сынақтар // Мұнай шаруашылығы. - 1972, № 3. - Б. 34-35.
24. Пинковский Я.Н. Мұнайды өңдеуге дайындау техникасы мен экономикасы // Отын мен майлардың химиясы мен технологиясы. - 1974, №6. - 36 б.
25. Казаков Ю. В. Гидравликалық сүзгі көмегімен мұнайды сусыздандыру // Татар мұнайы. - 1958, № 8. - 18 б.
26. Каминский В. А., Степаненко А. Н. Су-мұнай эмульсияларын сусыздандыру кезінде жуу процесін эксперименттік зерттеу // Мұнай кәсіпшілігі. - 1973, № 9. - Б.35-36.
27. Мансуров Э.И. Мұнайды сусыздандыру кезіндегі импульсті әсердің тиімділігі // Мұнай кәсіпшілігі. - 1970, № 10. - 18 б.
28. Айсов Т. Г. "Укрвостокнефть'7" бірлестігінің Ахтыр ҰПУ-да мұнай дайындау // Мұнай шаруашылығы. - 1968, № 7. - 15 б.
29. Максимов В. П. Батыс Сургут кен орнындағы сынақтар туралы // Мұнай кәсіпшілігі. - 1971, № 8.
30. Сорокин Ю. М., Сайфутдинова Х. Х. Мұнайды сусыздандыруға арналған тұнба аппаратурасы // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1973, № 8.
31. Кабанов И. Г., Рудкевич В. Н. Деэмульсациялық сепараторлар-жылытқыштар көмегімен мұнайды сусыздандыру // Мұнай шаруашылығы. - 1969, № 4. – 22 б.
32. Интяшин А.Д. Осин кен орнындағы СП-1000 блоктық сепаратор-жылытқыштарда мұнай дайындау тәжірибесі // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1971, № 8. – 17 б.
33. Ахметишин А. Г. "Туймазанефть" МГӨБ мұнай және газ жинаудың бір құбырлы жүйесін енгізу // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1971, № 3. – 24 б.

34. Мұнайды демумльсациялау үшін коммерциялық жинау жүйелерін пайдалану. / Вахитов Г.Г., Грейфер В. И., Тронов В. П. және т. б./ / Мұнай шаруашылығы. - 1969, № 1. - Б. 49-59.
35. Тронов В.П., Макарова В.К. "Кәсіпшілік тауар паркі - бас құрылыстар" интервалында құбырлар арқылы тасымалдау процесінде эмульсиялардың бұзылуы // еңбектер, 29 / ТатНИПИнефть. -Қазан, 1971. - Б. 239-246.
36. Тронов В.П., Радин Б. М. Ұңғымалардың өнімдерін жинау мен дайындаудың біріктірілген технологиялық жүйесі // Мұнай кәсіпшілігі құрылысы. - 1973, № 4. - Б.9-13.
37. Губанов Б.Ф., Грейфер В. И. Мұнай қозғалысы процесінде деэмульсация және мұнай дайындау технологиясын жетілдіру мәселелері // Мұнай шаруашылығы. - 1967, № 9. - Б. 42-46.
38. Тронов В. П., Розенцвейг А. К. Мұнай өндірісінде гидродинамикалық әсерлерді қолдану // Еңбектер, 33 / ТатНИПИнефть. - Қазан, 1975. - Б. 3-10.
39. Мұнай-газ құбырларындағы мұнай мен газдың деэмульсациясы. - Қазан: Таткнигоиздат, 1970. - 152 б.
40. Асадов И. М. Мұнай өндірудің компрессорлық әдісі және оны жақсарту жолдары. - Баку: Азнефтеиздат, 1955. - 217 б.
41. Мұнай өндіруді арттыру мақсатында ББЗ су ерітіндісін қабатқа айдау бойынша тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстар / Г.А. Бабалян, И. И. Кравченко, И. И. Валеев және т. б. // Еңбектер, 24 / УФНИЯ - Уфа, 1968. - Б. 238-266.
42. Латыпов В.Х., Каган Я. М. Суландырылған мұнайды кәсіпшілік жинау кезінде ББЗ қолдану // Мұнай кәсіпшілігі ісі - 1964, №8.- Б. 28-30.
43. Мұнайды демумльсациялау процесін Өзен кен орнында оны жинау операцияларымен біріктіру / В.П. Тронов, Н.С. Корабликов, Н.С. Смольников және т. б. // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1971, №12. - Б. 28-32.
44. Каган Я.М., Латыпов В. Х. Үшөзен кен орнындағы мұнайдың құбырыштілік деэмульсация процестерін эксперименттік зерттеу // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1969, № 10.- Б.25-27.
45. Каган Я. М., Латыпов В. Х., Гатауллин Ш. Г. Мұнай-газ қоспасы ағынындағы құбырыштілік деэмульсацияның кейбір ерекшеліктері // Мұнай және Түмен газы. - Тюмень, 1969 - Б. 47-51.
46. Мавлютова М. З., Сидурин Ю. В. Кен орындарында мұнай дайындау технологиясын одан әрі жетілдіру жолдары // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1969, № 6. - Б. 25-28.
47. Мұнай эмульсияларын бұзу мәселелері. - Қазан: Таткнигоиздат, 1967. - 176 б.
48. Медведев В.Ф. Мұнайды құбырыштілік деэмульсациялау кезінде мұнай жинау желілерін оңтайландыру. -М.: ВНИИОЭНГ, 1978. - 32 б.
49. Акзигитов А.Ш., Мухаметшин Р. К. Мұнайды құбырыштілік деэмульсациялау кезінде оңтайлы технологиялық параметрлерді таңдау // Мұнай шаруашылығы. - 1976, № 6. - Б.71-72.

50. Латыпов В. Х., Каган Я.М., Минин Н.И. Дисолван - 4411-нің құбырлардағы суланған эмульсия майларының қозғалысы кезіндегі гидравликалық шығындарға әсерін зерттеу // Еңбектер, 3 / Гипротюменнефтегаз. - Тюмень, 1968.- Б.145-151.
51. Парафинді майларды өндіру және коммерциялық жинау. / Л. Ф. Волков, Я. М. Каган, В. Х. Латыпов және т. б. - М.: Недра, 1970. - 135 б.
52. Ручкина Р. М., Мансуров Р. И., Позднышев Г. Н. Мұнай дайындаудың технологиялық схемасындағы су-мұнай эмульсияларының бұзылу дәрежесін анықтау// Мұнай кәсіпшілігі.- 1975, № 8. Б. 24-26.
53. Губанов Б.Ф., Грейфер В. И. Мұнай қозғалысы процесінде деэмульсация және мұнай дайындау технологиясын жетілдіру мәселелері // Мұнай шаруашылығы. - 1967, № 9. - Б. 42-46.
54. Ауыр және тұтқыр мұнайдың құбырішілік деэмульсиясы / Я.М. Каган, С. М. Олифер, В. Х. Латыпов және т. б. // Мұнай шаруашылығы. - 1970, № 7. - Б. 42-46.
55. Berkman S., Egloff G., "Emulsions and foams", Reinhold Corp. N.Y.1941.
56. Dameron, Oil and gas J Sep.23 (1926).
57. Львов В. М. Мұнайларды сусыздандыру құрылғылары мен қондырғыларының дизайн ерекшеліктері және олардың тиімділігін арттыру әдістері. - М.: ВНИИОЭНГ, 1974. - 57 б.
58. Ахмадеев М.Х., Динулов Ф.С., Минин Н. В. Айналымы алаңы бар электродегидратор // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1974, №6.- Б. 39-42.
59. Айналымы электр өрісі бар электродегидраторды сынау нәтижелері. / М. Х. Ахмадеев, Г. А. Бабалян, Ф. Динулов, Н.М. Асқаров // Мұнай кәсібіне ісі. - 1975, №12. - Б.50-54.
60. Панченков Г.М., Папко В.В., Баранов В.Я. Су негізіндегі эмульсияларға жоғары жиілікті импульстардың әсері туралы // Мұнай шаруашылығы. - 1967, №12. - Б.42-45.
61. Оқшауланған электродты қолдана отырып, мұнайды сусыздандыру кезіндегі өріс кернеуінің әсері / А. Н.Степаненко, В. В. Папко, Б. П. Левицкий, Л. А. Сериков // Мұнай кәсіпшілігі. - 1981, №8.- Б. 40-42.
62. Степаненко А. Н., Виноградов В. М., Папко В. В. Жоғары сулы мұнай эмульсияларын электрмен қалпына келтірудің әртүрлі әдістерінің тиімділігі туралы // Мұнай кәсіпшілігі. — 1983, №10. - Б. 18-19.
63. Баширова Р. М., Данильченко Т.А. Электр өрісінің әсерінен мұнай эмульсиясында коагуляциялық тізбектердің пайда болу уақытын зерттеу // ЖОО жаң. Мұнай және газ. - 1975, №9. - Б. 45-48.
64. Тропов В.П., Ручий В.Х. Электр өрісін қолдану кезінде мұнайдағы эмульсиялардың әрекеті / ТатНИИ. - 1968, вып. 9. - Б.396401.
65. Пинковский Я. И. Гетерогенді электр өрісіндегі дисперсті су тамшыларының әрекеті / / Отын мен майлардың химиясы мен технологиясы. - 1976, №8. - Б.16-20.

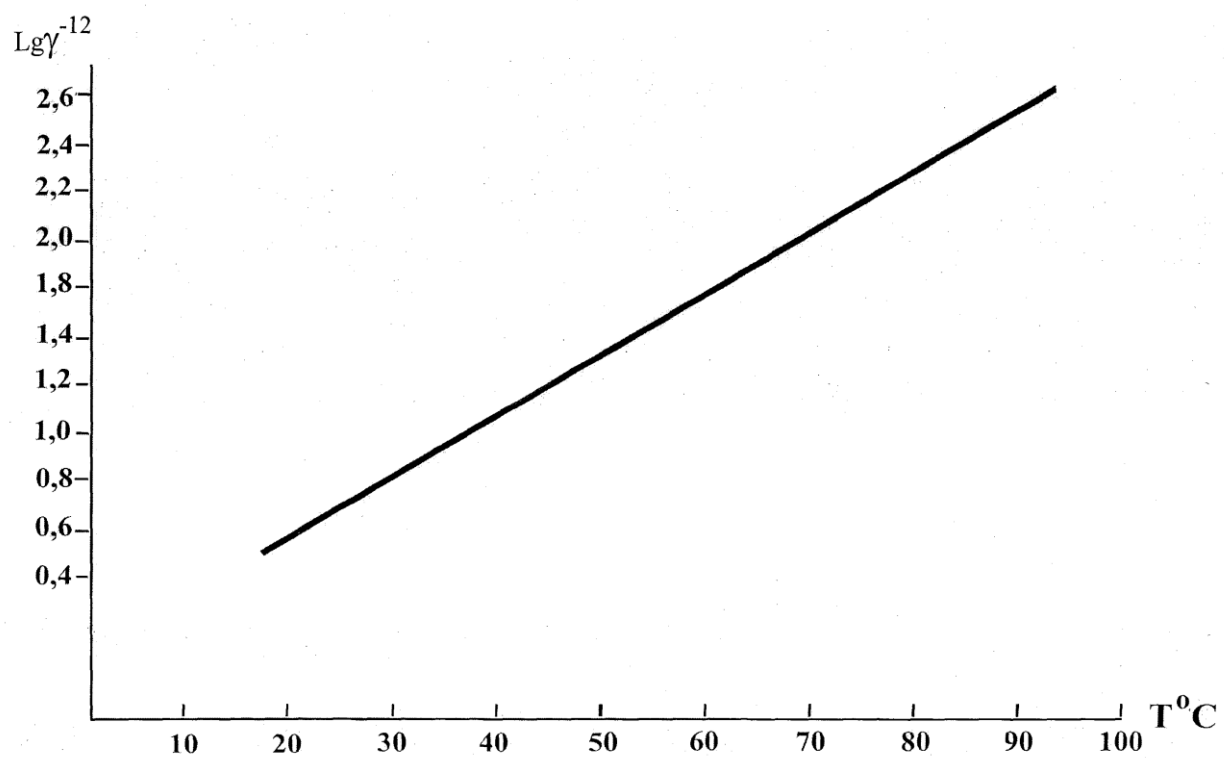
66. Оңтүстік Атлант мұнайларын сусыздандыру және тұзсыздандыру үшін электродегидраторларды қолдану туралы. / Р. И. Мансуров, Ю. В. Сидурин, В. П. Выговской және т. б. // Еңбектері, 21 / ВНИИСПТнефть. - Уфа, 1978.-Б.52-57.
67. Мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру қондырғыларында деэмульгаторды енгізу орнын негіздеу бойынша кәсіптік эксперименттер / С.Ф. Моисейков, А.И. Артюнов, А.А. Демьянов және т. б. // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1977, №3. - Б.41-43.
68. Хабибулина Р.К. Қаражанбас кен орнындағы мұнайды сусыздандыру және терең тұзсыздандыру әдісі. - М.: ЦНИИТЕНефте-хим, НРТС Нефтепереработка и нефтехимия, 1980, №8. - Б.5-6.
69. Маңғышлақ мұнайының тұтқырлығы жоғары эмульсиясын дайындау ерекшеліктері. / Н.В. Смольников, Б.Т. Муллаев, У. Ш. Щункаров, Т. И. Пягина // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1976, №10. - Б.13-14.
70. Р. А. Ахметшин "Туймазанефть."//Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1982, №7. - Б. 31-32.
71. "Oil and gas J.". - 1974, v.72, №25. -Р.105-109.
72. "J. Of Canadian Petroleum Technology". - 1977, v. 16, №2. - Р. 22-27.
73. Латыпов В. Х., Целиковский О.И. Орыс кен орнының тұтқырлығы жоғары мұнайды сусыздандыру ерекшеліктері // Мұнай кәсіпшілігі. - 1981, №8. - Б.42-44.
74. Кәсіптік құбырлардағы тұтқырлығы жоғары су-мұнай эмульсияларының бұзылуы / Н. С. Маринин, М. Ю. Тарасов, Ю. Н. Савватеев // Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1982, №9. - Б. 39-40.
75. Хабибулина Р.К., Прищеико Н.П. Қаражанбас кен орнындағы мұнай эмульсияларын бұзу әдістері // Нефтепромысловое дело. - 1976, №10. - Б.15-16.
76. Мансуров Р.И., Сидурин Ю.В., Выговская В.П. Ауыр мұнайды сусыздандырудағы электродегидраторлардың жұмысы туралы // Мұнай кәсіпшілігі. - 1982, №9. - Б. 31-32
77. Гузов Е.И. Ярег кен орнында мұнай өндіру технологиясы // Мұнай кәсіпшілігі. -1976, №12. - Б.17-18.
78. Д. Н. Левченко, А.Д. Худяков, В. И. Хохлов Мұнай өнеркәсібінде беттік белсенді заттарды қолдану. - М.: ВНИИОЭНГ. Шолу ақпараты. Мұнай кәсіпшілігі ісі. - 1966. - Б.15-16.
79. Вахитов Г. Г., Сафиулин П. К., Кочешков А. А. Битумозды кен орындарын игеру // Ғылым мен техниканың нәтижелері. Мұнай және газ кен орындарын игеру. Т. 10. - М.: ВИНТИ, 1978. - Б.171-151.
80. Высоцкий В. И., Гусева А. Н. Шет елдердің мұнай және газ кен орындары: анықтамалық. - М.: Жер Қойнауы, 1977. – 327 б.
81. Электростатикалық принцип бойынша мұнайды сусыздандыруға және тұзсыздандыруға арналған құрылғыны жасау: ҒЗЖ туралы есеп / Жетекшісі М.В. Иванов. - №ГР 79052600. - Ухта, 1979. – 35 б.

82. Чистяков С.И., Саяхов Ф.Я., Бондаренко П.М. 1000-3600 МГц жиілік диапазонындағы сусыз және суландырылған мұнайдың электрлік қасиеттерін эксперименттік зерттеу. // Мұнай шаруашылығы. - 1969, №11.- 27 б.
83. Панченков Г. М., Цабек Л.К. Сыртқы электр өрісіндегі эмульсиялардың әрекеті. - М.: Химия, 1969. – 190 б.
84. Электростатикалық принцип бойынша майды құрғатуға және тұзсыздандыруға арналған құрылғыны жасау: ҒЗЖ туралы есеп / Ухта индустр. ин-т. жетекшісі М. В. Иванов. - №ГР 80034100. - Ухта, 1980. -48 б.
85. Электрлік принцип бойынша майды құрғатуға және тұзсыздандыруға арналған құрылғыны жасау: ҒЗЖ туралы есеп / Ухта индустр. ин-т. жетекшісі М. В. Иванов. - №ГР1036587. - Ухта, 1981. -45 б.
86. Электростатикалық принцип бойынша майды құрғатуға және тұзсыздандыруға арналған құрылғыны жасау: ҒЗЖ туралы есеп / Ухта индустр. ин-т. жетекшісі М. В. Иванов. - №ГР 01822036078 . - Ухта, 1981.-86 б.
87. Кен орындарында мұнай дайындаудың ұтымды технологиялық процестері мен аппараттарын негіздеу және енгізу үшін елдің әртүрлі кен орындарындағы мұнайдың өзіндік ерекшеліктерін зерттеу . Жетекшісі Г. Н. Позднышев. - №8-3-72 есеп, 1 кезең. - Уфа, 1975.

Ярег кен орны мұнайының меншікті электр өткізгіштігін анықтау нәтижелері

Кесте Қ. 1 – Ярегский кен орнындағы мұнайдың меншікті электр өткізгіштігінің температураға тәуелділігі

U (В)	T °C														
	20°			40°			60°			80°			90°		
	$J \cdot 10^{-6}$ (А)	$\gamma \cdot 10^{-11}$ (Ом ⁻¹ · см ⁻¹)	lgy- 12	$J \cdot 10^{-6}$ (А)	$\gamma \cdot 10^{-11}$ (Ом ⁻¹ · см ⁻¹)	lgy- 12	$J \cdot 10^{-6}$ (А)	$\gamma \cdot 10^{-11}$ (Ом ⁻¹ · см ⁻¹)	lgy- 12	$J \cdot 10^{-6}$ (А)	$\gamma \cdot 10^{-11}$ (Ом ⁻¹ · см ⁻¹)	lgy- 12	$J \cdot 10^{-6}$ (А)	$\gamma \cdot 10^{-11}$ (Ом ⁻¹ · см ⁻¹)	lgy- 12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
50	0	0	0	0.5	1.8	1.26	2.0	7.1	1.85	5.0	17.7	2.25	14	49.5	2.69
100	0.4	0.7	0.85	1.1	1.9	1.28	4.0	7.1	1.85	14.0	24.8	2.39	32	56.6	2.75
150	0.6	0.7	0.85	2.0	2.4	1.38	6.5	7.7	1.89	22.0	26.0	2.41	45	53.1	2.37
200	0.8	0.7	0.85	2.4	2.1	1.32	9.0	8.0	1.90	30.0	26.5	2.42	60	53.1	2.73
250	0.9	0.6	0.78	3.0	2.1	1.32	11.0	7.8	1.89	36.0	25.5	2.41	75	53.1	2.73
300	1.0	0.6	0.78	3.6	2.1	1.32	13.5	8.0	1.90	44.0	25.0	2.40	90	53.1	2.73
350	1.2	0.7	0.85	4.0	2.0	1.30	15.0	7.6	1.88	52.0	26.3	2.42	104	52.6	2.72
400	1.6	0.7	0.85	4.8	2.1	1.32	17.0	7.5	1.88	58.0	25.7	2.41	117	51.7	2.71
450	1.9	0.7	0.85	5.2	2.1	1.32	19.0	7.5	1.88	66.0	26.0	2.41	135	53.1	2.73
500	2.4	0.8	0.90	5.9	2.1	1.32	22.0	7.8	1.89	75.0	26.5	2.42	150	53.1	2.73
550	2.6	0.8	0.90	6.5	2.1	1.32	24.0	7.7	1.89	83.0	26.7	2.43	167	53.7	2.73
600	2.8	0.8	0.90	7.1	2.1	1.32	26.0	7.7	1.89	92.0	27.1	2.43	185	54.5	2.74



Сур. Қ. 1 Ярегский кен орны мұнайының меншікті электр өткізгіштігінің температураға есептік тәуелділігі

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері

Кесте Қ. 2.1 – Судың қалдық құрамының электр өрісінің кернеуіне тәуелділігі

$Q_{\text{пав}} = 40 \text{ г/т; } Q = 10 \text{ мл/мин.}$

№	Е кВ/с м	W _{шығ} %														
		40°C					60°C					90 °C				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1,0	1,2	0,62	0,60	1,0	1,00	0,62	0,44	0,58	0,42	0,60	0,32	0,34	0,20	0,18	0,20
2	1,5	1,2	0,60	0,84	0,4	0,62	0,40	0,42	0,20	0,58	0,40	0,16	0,28	0,20	0,22	0,10
3	2,0	1,0	1,00	0,40	0,6	0,40	0,22	0,38	0,20	0,60	0,12	0,12	0,10	0,10	0,30	0,28
4	2,5	0,6	0,60	0,80	0,4	0,60	0,20	0,10	0,12	0,40	0,20	0,09	0,06	0,06	0,12	0,14
5	3,0	0,6	0,40	0,60	0,4	0,60	0,20	0,10	0,12	0,24	0,10	0,16	0,10	0,10	0,20	0,10
6	3,5	0,4	0,60	0,40	0,4	0,60	0,22	0,12	0,10	0,26	0,12	—	—	—	—	—
7	4,0	0,2	0,40	0,20	0,6	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	4,2	0,4	0,40	0,60	0,6	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Кесте Қ. 2.2 – Өңделген мұнайдағы судың қалдық құрамының өңдеу температурасына тәуелділігі

$E=2,5 \text{ кВ/см; } Q_{\text{пав}}=60 \text{ г/т.}$

№№	Т _{өңд}	W _{шығ} %									
		Q=30 мл/мин.					Q=10 мл/мин.				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	20	—	—	—	—	—	0,9	1,0	0,9	1,2	1,4
2	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	40	1,6	1,4	1,6	1,8	1,9	0,8	0,4	0,5	0,3	0,5
4	50	0,8	0,8	0,9	1,2	0,6	—	—	—	—	—
5	60	0,7	0,8	0,6	0,5	0,6	0,3	0,24	0,15	0,4	0,27
6	70	—	—	—	—	—	0,09	0,12	0,15	0,09	0,09
7	80	0,3	0,15	0,4	0,27	0,24	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03
8	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	100	0,09	0,09	0,06	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,06	0,03

Кесте Қ. 2.3 – Судың қалдық құрамының сұйықтың шығынына тәуелділігі.

$E=2,5$ кВ/см; $T_{\text{өнд}}=80^{\circ}\text{C}$; $Q_{\text{пав}}=80$ г/г.

№№ п/п	Q мл/мин	W _{шығ.} %				
		1	2	3	4	5
1	10	0,12	0,15	0,09	0,06	0,12
2	20	0,15	0,18	0,12	0,15	0,12
3	30	0,40	0,50	0,30	0,30	0,50
4	40	0,80	0,60	0,90	0,70	1,00
5	50	1,80	1,60	2,00	1,80	1,60

Кесте Қ. 2.4 – Мұнайдағы судың қалдық құрамының ББЗ мөлшеріне тәуелділігі (дисолван 4411)

$E=2,5$ кВ/см; $Q=10$ мл/мин.

№	ПАВ мөл- і г/г	W _{шығ.} %												
		50°C								90°C				
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
1	20	0,90	1,00	0,90	1,20	1,40	0,80	0,90	1,00	0,40	0,50	0,30	0,30	0,50
2	30	0,80	0,90	0,60	0,70	1,00	0,50	--	--					
3	40	0,40	0,80	0,60	0,50	0,50	0,40	0,80	--	0,12	0,15	0,09	0,06	0,10
4	50	0,40	0,30	0,50	0,20	0,80	0,40	0,60	0,20					
5	60	0,27	0,30	0,24	0,40	0,15	0,30	--	--	0,06	0,03	0,03	0,03	0,06
6	70	0,24	0,27	0,21	0,40	0,50	0,15	0,18	--					
7	80	0,21	0,21	0,24	0,30	0,15	--	--	--	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
8	90	--	--	--	--	--	--	--	--					
9	100	0,18	0,15	0,12	0,18	0,21	0,24	0,18	0,15	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
10	120	0,15	0,15	0,18	0,15	0,12	0,18	0,21	0,15					

Сынақ нәтижелері

Кесте – Электр өрісін қолдана отырып, мұнай дайындау технологиясын сынау нәтижелері

№ п/п	Өнімділік, м ³ /сағ	Кернеулігі, кВ/см	Өнлеу температур асы, °С	Кіреберіст егі судың мөлшері, %	Шығу кезіндегі су мөлшері, %	Ескертпе
1	2	3	4	5	6	7
1	15	0,24	50	1,2	0,74	Барлық жағдайда кіріс қысымы $P_{кір}=1,4$ кгс/см ² шығыс қысымы $P_{шығ}=1,2$ кгс/см ²
2	12	0,46	52	1,5	0,69	
3	13	0,8	51	1,3	0,65	
4	10	1,68	53	1,5	0,61	
5	10	1,22	53	1,5	0,62	
6	10	0,24	63	1,0	0,67	
7	11	1,00	62	1,2	0,59	
8	10	0,5	60	1,4	0,62	
9	12	1,5	63	1,2	0,58	
10	10	1,9	63	1,1	0,30	
11	10	0,25	69	1,0	0,63	
12	10	0,52	68	1,4	0,6	
13	9	1,2	71	1,4	0,53	
14	11	0,76	70	1,2	0,58	
15	12	1,67	72	1,3	0,20	
16	15	1,25	75	2,0	0,61	
17	10	0,52	78	1,4	0,54	
18	12	1,03	70	1,0	0,4	
19	10	1,48	79	1,5	0,38	
20	10	2,5	65	1,4	0,1	
21	13	2,4	68	1,5	0,2	
22	10	2,3	70	1,0	0,1	
23	12	2,0	65	1,2	0,25	
24	12	2,5	70	1,5	0,1	

Кесте – Экономикалық әсерді есептеу кестесі

Экономикалық әсерді есептеу
(мұнай сапасының артуы кезінде оның бағасының айырмасы бойынша)

Көрсеткіштер	Өлш. бір.	I нұсқа	II нұсқа
1. Өткізілген мұнай ішінде:	т	393940	393940
40 г/т дейін тұз, 0,5% дейін су (I A)	т	148122	253622
100 г/т дейін тұз, 0,5% дейін су (I)	т	165060	140318
300 г/т дейін тұз, 1% дейін су (II)	т	80758	-
2. Қосымша күрделі салымдар	мың. тг		2 554,2
3. Қосымша пайдалану шығындары ішінде:	мың. тг		931,57
амортизациялық, $2\,554,2 \cdot 0,133 = 339,71$	мың. тг		339,71
энергетикалық, $0,37\text{кВтч/т} \cdot 105\,500 \cdot 0,708 \cdot 5,94 = 164,18$	мың. тг		164,18
4-разрядты оператордың жалақысы	мың. тг		427,68
4. Жылдық экономикалық тиімділік $253622 \cdot 2,05 + 140318 \cdot 2,0 - (148122 \cdot 2,05 + 165060 \cdot 2,0 + 80758 \cdot 1,95) - 931,57 - 0,15 \cdot 2554,2 = 54003,93$	мың. тг		54003,93

Ескертпе: I нұсқа - мұнайды электродегидратсыз өңдеу

II нұсқа - мұнайды электродегидратормен өңдеу