

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Отделение школы (НОЦ) нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЩЕЛОЧНОГО ЗАВОДНЕНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 622.276.43:54-145.16

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Г	Гамей Дарья Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Деева Вера Степановна	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
P1	Приобретение профессиональной эрудиции и широкого кругозора в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7) (ЕАС-4.2а) (АВЕТ-3А)
P2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.
P3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3i), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23
P4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3е)
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)
P6	внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые данные для экспериментально-исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий	Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,) (АВЕТ-3b)
<i>в области проектной деятельности</i>		
P11	Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых	Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30)

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	(АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 Нефтегазовое дело

Отделение школы (НОЦ) нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Г	Гамей Дарье Владимировне

Тема работы:

Выбор оптимальных условий щелочного заводнения нефтяных месторождений	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>История применения щелочного заводнения; снижение межфазного натяжения на границе раздела нефть – щелочной раствор; изменение смачиваемости в системе нефть-порода-вода; влияние солевого состава вод на активность взаимодействия нефти и щелочи; влияние глинистости пород на щелочное заводнение; механизм вытеснения нефти при щелочном заводнении; современный опыт применения щелочного заводнения в Пермском крае; результатов щелочного заводнения на Шагиртско-Гожанском месторождении; результаты применения щелочного заводнения на Опалихинском месторождении; методы щелочного заводнения различными реагентами ; определение оптимальной концентрации щелочного раствора и размера оторочки применительно к условиям реального пласта.</p>
--	---

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p> <p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Консультант</p> <p>Ассистент Черемискина Мария Сергеевна</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>«Социальная ответственность»</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Существующие представления о механизме действия щелочи на нефть</p>	
<p>Технология щелочного заводнения</p>	
<p>Область эффективного применения растворов щелочей и критерии выбора объектов для щелочного заводнения</p>	
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	
<p>Социальная ответственность</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Деева Вера Степановна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Г	Гамей Дарья Владимировна		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) нефтегазового дела
 Период выполнения (весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2019	Существующие представления о механизме действия щелочи на нефть	25
1.04.2019	Технологические особенности процесса щелочного заводнения при разработке месторождений	25
15.04.2019	Область эффективного применения растворов щелочей и критерии выбора объектов для щелочного заводнения	30
30.04.2019	Финансовый менеджмент	10
15.05.2019	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Деева Вера Степановна	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

Обозначения, определения и сокращения

ASP - метод щелочного-ПАВ-полимерного заводнения

ВПФ - вредный производственный фактор

ГСМ- горюче-смазочные материалы

КРС - капитальный ремонт скважин

МУН - методы увеличения нефтеотдачи

ОПЗ - обработка призабойной зоны

ОПФ - опасный производственный фактор

ПАВ - поверхностно-активные вещества

ППД - поддержание пластового давления

ЩК - щелочной коэффициент

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 90 страниц, в том числе 19 рисунков, 15 таблиц. Список литературы включает 18 источников. Работа содержит 1 приложение.

Ключевые слова: нефть, месторождение, пласт, щелочное заводнение, МУН, заводнение, нагнетательная скважина, нефтеотдача, межфазное натяжение, смачиваемость.

Цель работы – проанализировать исследования по щелочному заводнению и выявить оптимальные условия их применения на нефтяных месторождениях, с целью увеличения нефтеотдачи.

В процессе исследования были рассмотрены современные методы и технологии щелочного заводнения и наиболее благоприятные геолого-физические условия его применения. Проанализированы характерные особенности механизма щелочного заводнения и особенности метода.

В результате исследования выявлен положительный эффект операций по щелочному заводнению.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: операции по щелочному заводнению проводят с использованием щелочей, закачиваемых в скважину.

Область применения: данную технологию целесообразно применять на месторождениях с особо активными и активными нефтями, находящимися на любой стадии разработки и на месторождениях с малоактивными нефтями - на начальной стадии разработки. Наилучшие результаты можно получить при использовании метода с самого начала разработки месторождения.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ ЩЕЛОЧИ НА НЕФТЬ	13
1.1 История применения щелочного заводнения.....	13
1.2 Снижение межфазного натяжения на границе раздела щелочной раствор – нефть.....	15
1.3 Изменение смачиваемости в системе нефть-порода-вода	19
1.4 Влияние солевого состава вод на активность взаимодействия нефти и щелочи.....	20
1.5 Взаимодействие щелочи с породой продуктивных коллекторов.....	22
1.5.1 Влияние глинистости пород на щелочное заводнение	22
1.5.2 Механизм вытеснения нефти при щелочном заводнении	27
1.6 Современный опыт применения щелочного заводнения в Пермском крае	29
1.7 Оценка результатов щелочного заводнения на Шагиртско-Гожанском месторождении	30
1.8 Результаты применения щелочного заводнения на Опалихинском месторождении	30
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ЩЕЛОЧНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	31
2.1 Методы щелочного заводнения различными реагентами.....	31
2.2 Влияние щелочного заводнения на месторождения с тяжелыми нефтями	31
2.3 Определение оптимальной концентрации щелочного раствора и размера оторочки применительно к условиям реального пласта.....	36
3 ОБЛАСТЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРОВ ЩЕЛОЧЕЙ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЩЕЛОЧНОГО ЗАВОДНЕНИЯ	38
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	40
4.1 Анализ конкурентных технических решений	40

4.2	SWOT- анализ	42
4.3	Расчет экономической эффективности технологии щелочного заводнения.....	43
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	52
5.1	Анализ выявленных вредных и опасных факторов при проведении щелочного заводнения и обоснование мероприятий по их устранению	52
5.1.1	Отклонение показателей климата на открытом воздухе	53
5.1.2	Превышение уровней шума	54
5.1.3	Превышение уровня вибрации	55
5.1.4	Недостаточная освещённость рабочей зоны.....	55
5.1.5	Повышенная запыленность рабочей зоны.....	55
5.2	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	55
5.2.1	Электрический ток	55
5.2.2	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.....	56
5.2.3	Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением)...	58
5.3	Экологическая безопасность	59
5.3.1	Загрязнение гидросферы	59
5.3.2	Организационные мероприятия по предупреждению загрязнения объектов природной среды	60
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	61
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Эпоха легкоизвлекаемой нефти заканчивается, в настоящее время большинство крупнейших в мире эксплуатируемых месторождений выходит на поздние стадии разработки, а их остаточные запасы классифицируются как трудноизвлекаемые.

Одна из приоритетных задач в нефтедобыче - поиск новых запасов и увеличение нефтеотдачи при их разработке. Практически все ведущие мировые вертикально интегрированные компании инвестируют значительные средства в поиск инновационных решений, касающихся уже разведанных и запущенных в разработку запасов.

В настоящее время в мировой нефтедобыче базовым направлением увеличения эффективности использования начальных извлекаемых запасов за счет роста коэффициента извлечения нефти (КИН), который характеризует объем добываемой нефти из имеющейся сырьевой базы месторождения, является развитие и промышленное применение современных методов увеличения нефтеотдачи (МУН).

Использование химических реагентов при нефтедобыче позволяет добиться дополнительного извлечения нефти. Улучшение смачиваемости породы вытесняющейся водой при применении реагентов позволяет уменьшить количество нефти в граничных слоях.

Метод вытеснения растворами щелочей выгодно отличается простотой применения в промысловых условиях. Щелочи являются химически стойкими веществами, они дешевле ПАВ и меньше расходуются в процессе фильтрации на различные виды взаимодействия с пластами.

При взаимодействии щелочных растворов с нефтями, содержащими органические кислоты, в пласте образуются поверхностно - активные вещества, которые значительно снижают поверхностное натяжение нефти на границе раздела фаз (нефть - раствор щёлочи) и увеличивают смачиваемость породы водой.

Многие исследователи отмечают, что уменьшение межфазного натяжения на границе раздела нефть - щелочной раствор и гидрофилизация породы приводят к улучшению моющих свойств воды, а также интенсификации процесса противоточной капиллярной пропитки, что приводит к увеличению коэффициента нефтевытеснения.

Большую роль в повышении нефтеотдачи играет высокодисперсная эмульсия повышенной вязкости, возникающая при контактировании активной нефти и щелочного раствора. Она способствует выравниванию профиля фильтрационных потоков и увеличению коэффициентов охвата и нефтевытеснения из-за улучшения соотношения подвижностей, вытесняющего и вытесняемого агентов, селективного уменьшения проницаемости наиболее проницаемых пропластков нефтяного коллектора.

Перечисленные выше факторы позволяют увеличить коэффициент нефтеотдачи при щелочном заводнении на 3-15% по сравнению с обычным.

Широкое внедрение метода щелочного воздействия на нефтяное месторождение задерживается из-за трудностей точного прогнозирования протекания процесса в пласте, что связано с недостаточной изученностью механизма происходящих при этом сложных физических и химических явлений.

Настоящая работа посвящена анализу механизма взаимодействия нефти с щелочными растворами и изучению физико-химических закономерностей, лежащих в основе технологического действия щелочного заводнения.

1 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ ЩЕЛОЧИ НА НЕФТЬ

1.1 История применения щелочного заводнения

Под щелочным заводнением понимают закачивание в пласт растворы реагентов, имеющих щелочную реакцию. К таким наиболее применяемым реагентам, относят углекислый натрий - Na_2CO_3 , гидроксид натрия – NaOH , гидроксид аммония - NH_4OH , фосфорнокислый натрий - Na_3PO_4 .

Метод щелочного заводнения заключается в том, что в результате реакции взаимодействия кислотных компонентов нефти со щелочами образуются поверхностно-активные вещества, которые адсорбируясь на поверхности нефти со щелочным раствором и на поверхности породы, снижают поверхностное натяжение и изменяют смачиваемость коллектора. Использование щелочных растворов - один из наиболее эффективных методов гидрофилизации пористой среды, то есть уменьшения угла смачивания породы водой, что приводит к увеличению коэффициента вытеснения нефти водой.

Первые экспериментальные исследования щелочного заводнения в СССР проведены в 1929 г. А.Д. Архангельским. В начале 50-ых годов метод получил дальнейшее развитие в лабораторных промысловых исследованиях ученых Азербайджана. Эти исследования показали, что вытеснение нефтей, имеющих значительное содержание нафтеновых кислот (0,1-2,6), естественными слабощелочными пластовыми водами (в основном растворами бикарбоната натрия), позволяет повысить эффективность нефтевытеснения на 3 - 15% по сравнению с закачкой жесткой пластовой или морской воды. Однако из-за отсутствия необходимых запасов естественных щелочных вод этот метод своего дальнейшего развития в то время не получил.

Широкое применение искусственного заводнения и возрастающие объемы использования в нефтедобыче химических веществ послужили толчком для нового этапа развития метода щелочного заводнения, который начался в 60-ых годах. Этот этап характеризуется всесторонним изучением механизма щелочного заводнения, разработкой различных его модификаций, началом опытно-промышленных

испытаний и подготовкой к широкому внедрению метода щелочного заводнения в промышленных масштабах.

В разработку метода щелочного заводнения внесли свой вклад такие исследователи как Арушанов М.П., Бурдынь Т.А., Бученков Л.Н., Вашуркин А.И., Везиров Д.Ш., Гиматудинов Ш.К., Горбунов А.Т. и другие.

В 1980-ых годах в СССР велись опытно-промышленные испытания исследуемого метода на Трехозерном месторождении (дополнительная добыча нефти за счет применения способа составила 10т нефти на 1т реагента) в Западной Сибири, на Шагиртско-Гожанском и Падунском месторождениях в Пермской области, Андигжанском (дополнительная добыча нефти составила 25т нефти на 1т реагента), и Южный Аламышик в Узбекистане, Старогрозненском в Чеченской республике, Кюровдагском в Азербайджане, Ярегском в республике Коми, опробована технология внутрипластового осадкообразования при применении щелочи на Леляковском месторождении на Украине, в Пермской области, на месторождении Кенкияк в Казахстане.

На всех объектах внедрения щелочного заводнения в СССР было отмечено положительное влияние закачки щелочного раствора.

Возможность применения щелочи с целью увеличения нефтеотдачи продуктивных пластов за рубежом рассмотрена впервые в работах Ф. Сквайрса в 1917 г.

В 1925 г. Н. Аткинсоном описан способ повышения нефтеотдачи с использованием сильных оснований, таких как гидроксиды калия и натрия. В 1927 году Аткинсон получил первый патент (в США) на применения щелочных растворов с целью вытеснения нефти.

В 1925 г. Наттинг предложил применение солей щелочных металлов (углекислый и кремнекислый натрий) для улучшения заводнения. Он отверг возможность промыслового применения сильных оснований, таких, как едкий натр, из-за их быстрого взаимодействия с нефтью.

В 1925г. были проведены первые опытные работы по щелочному заводнению за рубежом на месторождении Бредфорд.

В последующие годы были осуществлены и представлены многие лабораторные и промысловые исследования. Одни из ученых, проводивших такие испытания - Бекстром и Ван-Тайл. В 1927 г. они предложили использование растворов соединений щелочных металлов, таких как гидроксиды калия и натрия для интенсификации добычи нефти.

В 1942 году Сабкоу получил патент на использование гидроксида натрия, в качестве эмульгатора, закачиваемого в пласт для вытеснения высоковязкой нефти.

Итак, щелочное заводнение показало себя как технико-экономически эффективный метод повышения нефтеотдачи во многих промысловых испытаниях. Поэтому в последующие годы работы были направлены на повышение эффективности щелочного заводнения. Для этого данный метод проводили совместно с другими, что привело к образованию щелочно-полимерного, ПАВ-щелочного и ПАВ-полимерно-щелочного заводнения [1].

1.2 Снижение межфазного натяжения на границе раздела щелочной раствор – нефть

Наиболее значимым процессом при щелочном заводнении является образование ПАВ (поверхностно-активных веществ) на границе нефти и воды за счет протекания химической реакции между щелочью и кислыми компонентами нефти.

Образовавшиеся поверхностно-активные вещества приводят к уменьшению межфазного натяжения на границе «щелочной раствор - нефть» до значений, менее 0,01 мН/м. Низкие значения межфазного натяжения является основным условием применимости метода щелочного заводнения. Существует классификация нефтей по их активности, проявляемой на границе раздела со щелочным раствором. Нефти можно разделить на три группы в зависимости от снижения межфазного натяжения. Классификация нефтей по их активности представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация нефтей по их активности на границе раздела со щелочными растворами

Тип нефтей	Межфазное натяжение, мН/м
Малоактивная	4
Активная	0,003-0,02

Низкие значения межфазного натяжения способствуют улучшению моющих свойств вод и внутрипластовому эмульгированию, что в свою очередь приводит к увеличению нефтеотдачи.

подавляющее большинство природных нефтей в разном количестве и составе имеют органические вещества, обладающие способностью взаимодействовать со щелочью. В первую очередь, к ним относят кислородные соединения нефти, которые могут быть разделены на три класса: нафтеновые кислоты, жирные кислоты и фенолы.

Основную роль - в уменьшении межфазного натяжения на границе раздела щелочной раствор - нефть имеют жирные кислоты. В результате реакции щелочей с жирными кислотами образуются их соли - «мыла», которые обладают значительной поверхностной активностью. Жирные кислоты имеют общую формулу $C_nH_{2n+1}COOH$ (одноосновные карбоновые кислоты с открытой цепью) и составляют вместе с фенолами не более 10% общего содержания кислых веществ, массовая доля их в нефти составляет сотые доли процента. Нафтеновые кислоты, в основном, представляют собой карбоновые кислоты циклического строения (общая формула $C_nH_{2n-1}COOH$). Содержание нафтенных кислот может достигать нескольких процентов. Наибольшее количество нафтенных кислот имеют нафтеновые нефти, а наименьшее - парафиновые.

В 1974г. зарубежными исследователями было изучено влияния физико-химических свойств нефти на активность взаимодействия нефти и щелочного раствора.

Авторами было исследовано большое количество проб нефти, отобранных на 78 месторождениях основных нефтяных районов мира. Оказалось, что подавляющая часть нефтей, имеющая кислотное число (масса едкого калия КОН (в мг), необходимая для нейтрализации 1 г органического вещества) $> 0,5$, активно взаимодействует со щелочью. Практически для

подавляющего количества этих нефтей кислотное число нефти и значение концентрации щелочи, при которой происходит резкое снижение межфазного натяжения не могут полностью характеризовать активность нефти на границе с раствором щелочи. Поэтому, для примера, рассмотрим в координатах концентрация щелочи - межфазное натяжение кривые для двух нефтей (рисунок 1).

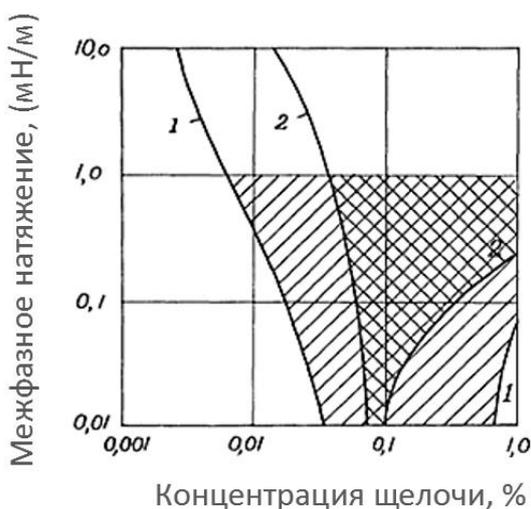


Рисунок 1 - Изменение межфазного натяжения на границе нефть-щелочной раствор в зависимости от концентраций щелочи для двух активных нефтей

И первую и вторую нефть можно отнести к типу активных, так как для них обоих существует такая область концентрации NaOH, где межфазное натяжение уменьшается до очень низких значений. Но для одной из них эта область находится в пределах 0,08-0,1% NaOH (кривая 2), а для другой 0,04-0,8 NaOH (кривая 1). Для того, чтобы можно было сравнивать такие нефти вводится такое понятие как щелочной коэффициент (ЩК). Если его рассматривать в численном выражении, то ЩК — это площадь в логарифмических координатах, которая ограничена двумя кривыми межфазного натяжения, находящимися в пределах значений концентрации щелочи 0,001-1% и межфазного натяжения 0,01-1мН/м. Число 6 — это максимальное значение для ЩК. ЩК для нефти 2 равен примерно 2, а для

нефти 1 - примерно 4. Поэтому, применение ЩК дает наиболее точно охарактеризовать активность взаимодействия нефти и щелочи.

Была выявлена следующая зависимость: все нефти, имеющие кислотное число, превышающее 0,5, обладают ЩК, который повышается с увеличением кислотного числа (рисунок 2).

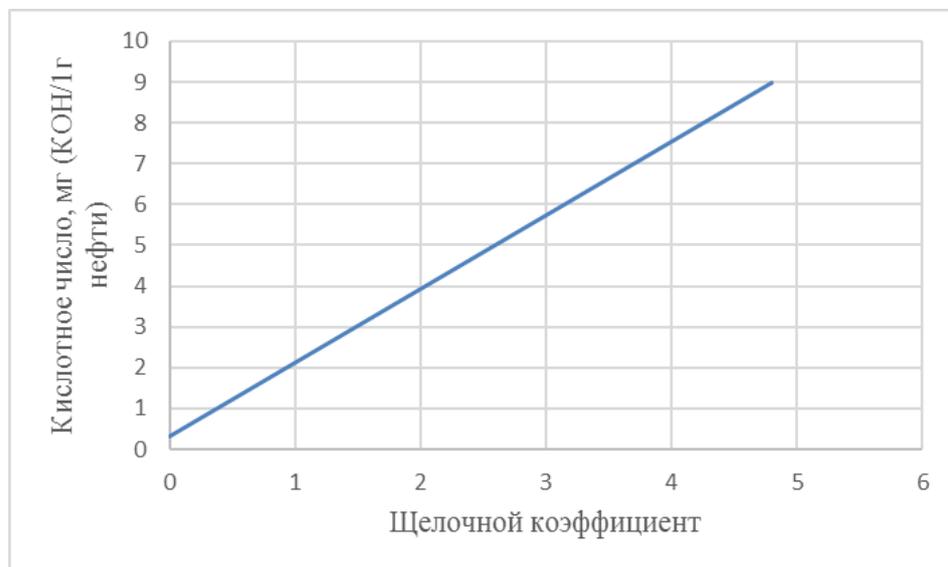


Рисунок 2 – Корреляционная зависимость между кислотным числом и щелочным коэффициентом

Зависимость между плотностью нефти и активностью взаимодействия является менее явной, но было выявлено, что нефти с повышенной плотностью характеризуются более высокой активностью.

Также нет явной зависимости между ЩК и вязкостью, но наблюдается тенденция увеличения ЩК, с ростом вязкости.

Например же было замечено возрастание поверхностной энергичности отдельных фракций нефти на границе со щелочным веществом с наращиванием температуру кипения фракции, а значит, и ее вязкости, плотности, молекулярного веса. В следствие этого томные нефти, с увеличенной вязкостью, владеют большей энергичностью взаимодействия со щелочными смесями

Была определена зависимость увеличения поверхностной активности некоторых фракций нефти на границе со щелочным раствором при возрастании температуру кипения фракции, а также соответственно с увеличением ее

молекулярного веса, плотности и вязкости. В следствие этого нефти с повышенной вязкостью имеют большую активность взаимодействия со щелочью [2].

1.3 Изменение смачиваемости в системе нефть-порода-вода

Смачиваемость породы коллектора определяет характер распределения в нем остаточной нефти. В преимущественно гидрофильных коллекторах остаточная нефть удерживается в сужениях крупных пор, где гидродинамические градиенты давления ниже капиллярных сил. В гидрофобных коллекторах нефть распределена по поверхности в виде пленки. Природа смачиваемости связана с наличием в нефти, насыщающей пласт, полярных компонентов. Эти компоненты адсорбируются на поверхности породы и гидрофобизуют ее. В связи с этим большинство пластов имеет промежуточную смачиваемость и нефть частично остается в виде капель на поверхности породы. Для облегчения отрыва этих капель от поверхности породы необходимо улучшить ее смачиваемость вытесняющей жидкостью.

Известно, что щелочные воды лучше смачивают поверхность кварца чем обычная вода. Исследованиями Вагнера и Лича было показано, что при добавлении в закачиваемую воду щелочи характер смачиваемости поверхности пород реальных коллекторов менялся с гидрофобного на гидрофильный.

Влияние концентрации щелочи в растворе и его минерализации на изменение смачиваемости исследовали на Бавлинском месторождении. Полученные результаты замера угла смачивания на границе раздела нефть бобриковского горизонта — водная фаза — поверхность стекла представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние концентрации щелочи в растворе и его минерализации на изменение краевого угла смачивания

Состав раствора	Концентрация NaOH в растворе, %			
	0	0,06	0,1	0,5
NaOH	46,4	6,4	10	14,2
NaOH, 1% NaCL	-	14,2	11,4	18,8
NaOH, 1% NaCL, 1% CaCL2	-	113	77,2	53

Как видно из таблицы, краевой угол смачиваемости водной фазой зависит от концентрации щелочи в растворе и наличия в нем солей жесткости. Предполагается, что уменьшение краевого угла смачиваемости происходит вследствие разрушения гидрофобизирующей адсорбционной пленки, образующейся при контакте нефти с породой [3].

1.4 Влияние солевого состава вод на активность взаимодействия нефти и щелочи

На процесс взаимодействия нефти с раствором щелочи существенное влияние оказывает наличие в растворе солей, в особенности ионов кальция и магния. Двухвалентные катионы кальция и магния, содержащиеся в пластовых водах, ухудшают моющие свойства щелочного раствора. Это происходит вследствие двух основных причин:

- катионы достаточно активно реагируют с анионами гидроксида щелочного раствора с образованием нерастворимых гидроксидов $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

- катионы реагируют с органическими кислотами нефти с образованием осадков кальциевых и магниевых мыл $(RCOO)_2Ca$ и $(RCOO)_2Mg$, поверхностная активность которых очень мала.

Все это снижает эффективную концентрацию щелочного раствора и приводит к повышению межфазного натяжения.

Наиболее сильно влияет ион Ca^{2+} . На рисунке 3 показано изменение величины межфазного натяжения на границе раздела нефть - раствор соли в зависимости от концентрации солей кальция и магния в щелочной воде (pH=10).

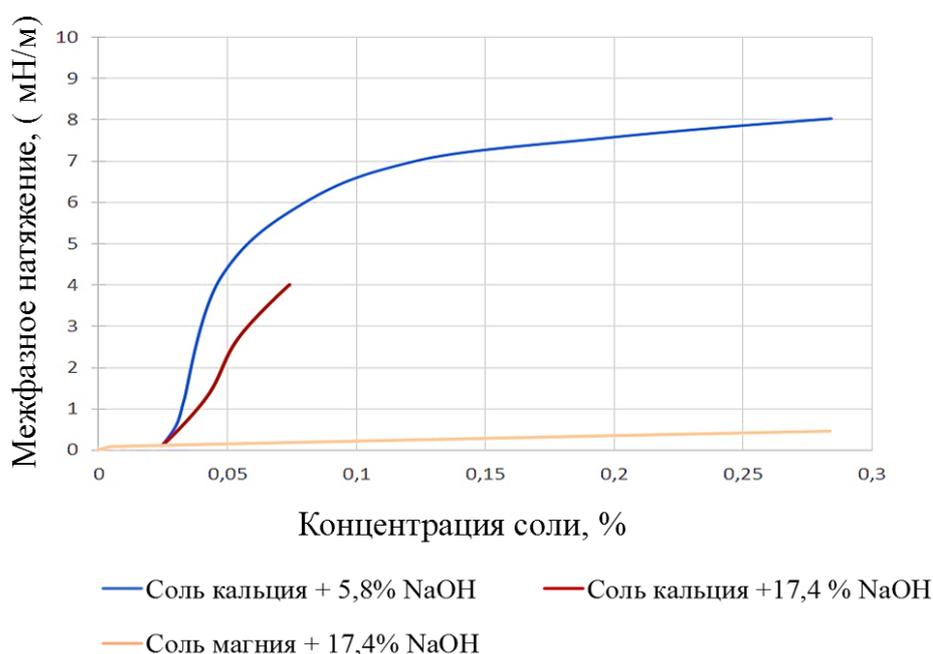


Рисунок 3 – Влияние содержания кальция и магния на межфазное натяжение на границе нефть-раствор соли в щелочной воде

Как видно, добавление к соленой воде $CaCl_2$ в незначительной концентрации (сотые доли процента) существенно повышает межфазное натяжение на границе раздела нефти и раствора соли в щелочной воде. Добавление $NaCl$ к раствору несколько ослабляет возрастание межфазного натяжения с ростом концентрации соли кальция.

Благоприятное влияние на снижение межфазного натяжения оказывает присутствие в воде хлористого натрия ($NaCl$), наличие которого способствует уменьшению необходимой концентрации щелочи в растворе. Зависимость

снижения межфазного натяжения при возрастании концентрации хлористого натрия в растворе приведена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Изменение межфазного натяжения на границе раздела нефть - щелочной раствор в зависимости от концентрации щелочи и хлористого натрия

Существуют различные способы, направленные на устранение вредного влияния жесткости воды при щелочном воздействии на пласт.

Например, перед нагнетанием раствора щелочи в пласт рекомендуется закачивать водную буферную оторочку с массовым содержанием не менее 0,5-2% одновалентных солей, не содержащую двухвалентных солей.

При приготовлении раствора щелочи жесткость воды может снижаться при помощи цеолитового умягчителя. Ионы кальция могут удаляться хелатными агентами, например, диаминтетраацетатной кислотой [2].

1.5 Взаимодействие щелочи с породой продуктивных коллекторов

1.5.1 Влияние глинистости пород на щелочное заводнение

При взаимодействии щелочных растворов с породой пласта происходят сложные физико-химические процессы, которые сопровождаются потерями щелочи. Большой интерес представляет явление набухания глины в продуктивном пласте при взаимодействии с водой и раствором щелочи.

Явление набухания глин непосредственно влияет на проницаемость пласта, нефтеотдачу и приемистость нагнетательных скважин.

Набухание глин объясняется проникновением молекул воды или раствора щелочи в межслойные пространства глин за счет ионного обмена. Адсорбция воды способствует ослаблению связи в глине между соседними слоями, за счет чего обеспечивается расклинивание слоев и увеличение объема глин.

Механизм набухания глин изучался рядом авторов. Наиболее представительны опыты, выполненные В.В. Кисаевым (рисунок 5). Набухание глин изучалось в широком диапазоне концентраций щелочного раствора NaOH — от 0,01 до 45 %. В качестве образцов глин использовались бентонит и размельченная глина продуктивных отложений Старогрозненского месторождения.

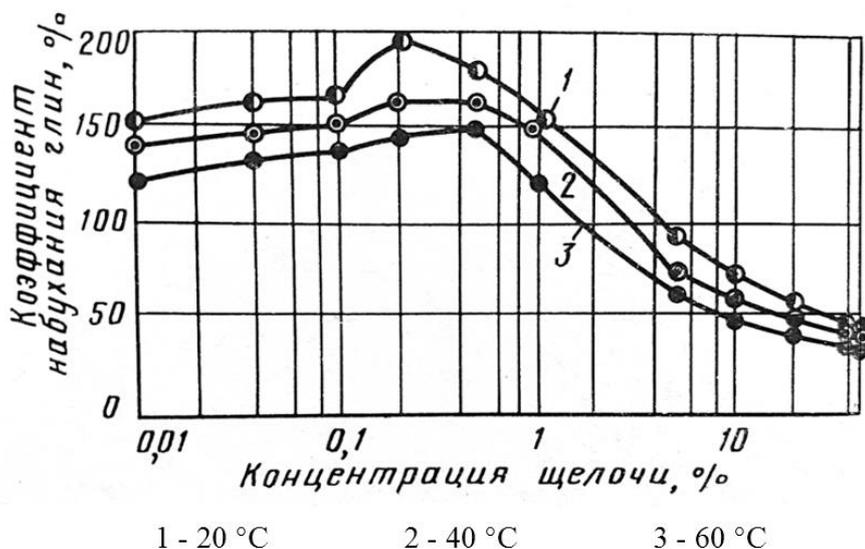


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента набухания глин в растворах щелочи во времени

Из рисунков видно, что при небольшом содержании щелочи (менее 0,5—1 %) конечная величина коэффициента набухания в 1,1-1,3 раза выше, чем в пресной воде. С ростом концентрации щелочи в растворе коэффициент набухания уменьшается. Так, при концентрации щелочи, равной 40-45 %, его величина в 1,5—3 раза меньше, чем для пресной воды.

В.В. Кисаевым также было исследовано влияние набухаемости глин на проницаемость породы с глинистым цементом из продуктивных отложений. (рисунок 6). Содержание глины в породе составляло 15— 20 %. Результаты этих опытов показали, что закачка низкоконцентрированных растворов щелочи (0,2—5 %) ведет к значительному снижению проницаемости (до 2 раз) по сравнению с проницаемостью при фильтрации воды. Однако с увеличением концентрации щелочи проницаемость модели пласта увеличивается, причем уже при концентрациях щелочи, равных 6—10%, проницаемость выше, чем при фильтрации воды.

Эксперименты также проводились с нефтью первого горизонта продуктивной толщи ПТ месторождения Кюровдаг, являющегося объектом внедрения метода щелочного заводнения. Использовали тяжелую нефть плотностью 928 кг/м³ и вязкостью 99,7 мПа*с в поверхностных условиях.



Рисунок 6 – Зависимость проницаемости кернов пласта 14

Старогрозненского месторождения от концентрации щелочи

Нефть вытеснялась 0,25 %-ным раствором NaOH из линейной модели пласта длиной 140 см и диаметром 3,7 см. На первом этапе были проведены опыты по вытеснению нефти водой и раствором NaOH из пористых сред (кварцевый песок), не содержащих глинистых фракций. Результаты опытов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициенты вытеснения нефти растворами щелочей в зависимости от глинистости пород

Содержание глин, %	Пористость, %	Проницаемость, мкм	Количество закачанной воды, объемы пор	Коэффициент вытеснения, %	
				за безводный период	конечный
Вытеснение раствором NaOH					
25	35,4	1,12	4,2	34,8	50,7
20	36,4	1,02	4	32,3	53,5
15	35,1	1,09	3,88	32,3	55,5
10	35	1,17	3,86	31,2	58
5	36,5	1,07	3,78	30,5	61,5
0	35,6	1,15	3,64	30,2	63,4
Вытеснение водой без добавки NaOH					
0	36,2	1,2	4,1	30,4	52,2

С добавлением глин коэффициент вытеснения нефти при щелочном заводнении пористой среды соответственно снижался. Так, если при вытеснении нефти из кварцевого песка 0,25%-ным раствором NaOH коэффициент вытеснения составлял 63,4%, то с содержанием в пористой среде 25% глин — 50,7%, т.е. снизился на 12,7%.

Однако, если сравнить с результатами вытеснения нефти пресной водой без добавки едкого натра, то преимущество щелочного заводнения остается очевидным. Как видно из таблицы, даже при достаточно высоком содержании глин (25%) нефтеотдача отличалась всего на 1,5%. При 20%-ном содержании глин вытеснение нефти раствором щелочи было больше (53,5%), чем при вытеснении из кварцевого песка пресной водой.

Также были проведены исследования по влиянию глинистости на расход рабочего агента. С увеличением глинистости пористой среды (рисунок 7) расход раствора щелочи для получения одинакового объема нефти резко возрастает. Например, для вытеснения 50 % нефти из пористой среды с глинистостью 25 % необходимо было нагнетать раствор щелочи в 7 раз больше, чем при глинистости 5 %, т.е. от 0,6 до 4,2 поровых объемов.

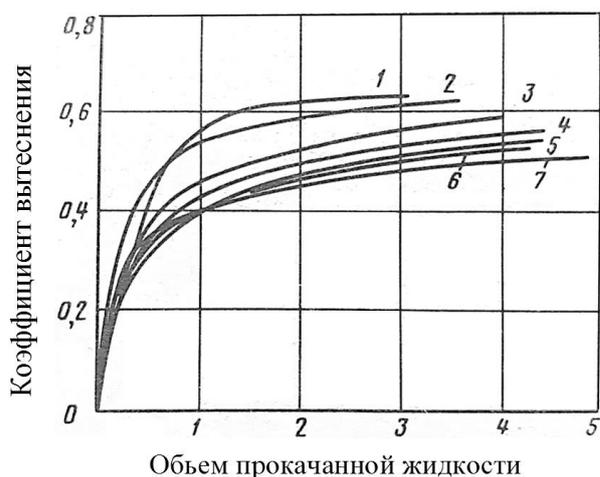


Рисунок 7 – Зависимость нефтевытеснения раствором NaOH из пористой среды с содержанием кварцевого песка без примеси (1) и с примесью глины (2, 3, 4, 5, 7) соответственно 5, 10, 15, 20 и 25%, а так же пресной водой из пористой среды без примеси глины (6) от кратности промывки.

При прокачивании одного порового объема раствора NaOH через среду из кварцевого песка без примеси глины вытеснялось свыше 56% нефти, содержащейся в модели. При тех же условиях вытеснения и том же объеме прокачанного раствора щелочи из пористой среды, содержащей 5 и 25% глины, было получено 54 и 40 % нефти соответственно.

Итак, малое содержание глины в породе не столь существенно влияет на нефтеотдачу, как на расход рабочего агента. Значительное влияние на нефтевытеснение оказывало содержание в породе 15—25% глины. С возрастанием содержания в породе глины количество реагирующей с ней щелочи увеличивается, что снижает необходимую концентрацию раствора.

Кроме того, рост содержания глинистости обуславливает и повышенную остаточную водонасыщенность пористой среды, что в свою очередь также разбавляет раствор щелочи. Снижение эффективной концентрации в растворе приводит к уменьшению нефтеотдачи пласта. Поэтому оптимальную концентрацию реагента в растворе при заводнении следует выбирать на основе экспериментов и в соответствии с составом пород.

1.5.2 Механизм вытеснения нефти при щелочном заводнении

Рассмотрим механизм вытеснения нефти, содержащей кислотные компоненты, раствором щелочи. При фильтрации раствора щелочи в пористой среде, содержащей остаточную нефть, щелочь будет вступать во взаимодействие с кислотными компонентами, в результате которого образуются и растворяются в водной и нефтяной фазах щелочные соли. Этот процесс сопровождается резким снижением межфазного натяжения на границе водной и нефтяной фаз и эмульгированием части нефти. По мере продвижения раствора по пласту содержание в нем щелочи будет снижаться и активность взаимодействия с нефтью затухать. Межфазное натяжение начнет возрастать до единиц мН/м и будет определяться концентрацией в водной фазе образующихся щелочных солей. Следующие порции раствора щелочи будут взаимодействовать с нефтью только после того, как пройдут зону пласта с деактивированной нефтью, межфазное натяжение с которой достаточно велико и составляет около 2—3 мН/м.

Таким образом, оторочка раствора щелочи будет разделена на зону контакта активной нефти с раствором, не содержащим свободной щелочи, зону активного взаимодействия щелочи с нефтью и зону контакта свежего раствора щелочи с деактивированной нефтью.

При достаточно большом количестве остаточной нефти в первой и второй зонах будет формироваться оторочка эмульсии. Стойкие мелкодисперсные эмульсии будут фильтроваться по пласту, вовлекая в фильтрацию остаточную нефть. Повышенная вязкость эмульсии по сравнению с водой создает предпосылки для увеличения охвата пласта воздействием. В эмульсиях с низкой прочностью адсорбционных пленок капли нефти будут сливаться друг с другом и частично с остаточной нефтью на поверхности породы, увеличиваясь в размере и повышая нефтенасыщенность на фронте вытеснения. Это приведет к увеличению фазовой проницаемости для нефти, а значит, и дополнительному ее извлечению.

Таким образом, эффективное применение метода возможно только при снижении межфазного натяжения до экстремально низких значений и образовании оторочки мелкодисперсной устойчивой эмульсии, которая позволит увеличить охват пласта воздействием.

Низкое межфазное натяжение достигается при определенной концентрации щелочи в растворе, поэтому необходимо учитывать потери щелочи на взаимодействие с пластовой и закачиваемой водами и породой.

Щелочь в пласте расходуется на следующее:

$$C(t) = C_0 - \Delta C_1 - \Delta C_2 - \Delta C_3 - \Delta C_4, \quad (1),$$

где $C(t)$ (C_0 - соответственно текущая концентрация раствора щелочи в элементе пласта и начальная закачиваемая концентрация щелочи в растворе; ΔC_1 - расход щелочи на взаимодействие с кислотными компонентами нефти, т.е. расход щелочи на получение ПАВ в пластовых условиях, ΔC_2 - расход щелочи на взаимодействие с солями жесткости в пластовой воде (в том числе и связанной); ΔC_3 - расход щелочи на ионный обмен с породой пласта; ΔC_4 - расход щелочи на растворение силикатов в песчанике пласта.

На основе рассмотренных выше механизмов взаимодействия щелочи с нефтью, пластовой водой и породой пласта условно выделяются шесть зон фильтрации флюидов (рисунок 8).

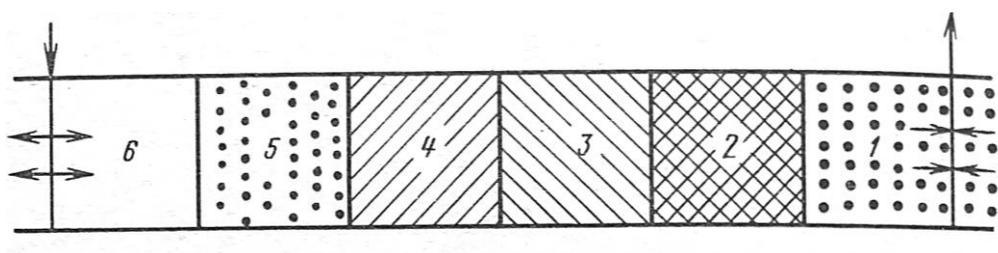


Рисунок 8 – Зоны вытеснения из пласта растворами щелочи

1 зона. В первой зоне в окрестности добывающих скважин происходит фильтрация только активной нефти с начальным содержанием кислотных компонентов.

2 зона. Во второй зоне фильтруются активная нефть с начальным содержанием кислотных компонентов и смесь закачиваемой и пластовой вод. Пластовая вода частично обеднена солями жесткости.

3 зона. В третьей зоне фильтруются нефть, пластовая и закачиваемая воды и раствор щелочи. Активная нефть взаимодействует со щелочью с образованием ПАВ в самом пласте. При сверхнизких значениях фазного натяжения на границах фаз «нефть - раствор щелочи» образуется эмульсия. В зависимости от температуры и содержания солей жесткости в этой зоне могут образоваться эмульсии типа «нефть в воде» или «вода в нефти». При взаимодействии щелочей с солями жесткости в пласте выпадают в осадок гидроокиси кальция, магния и железа. В этой же зоне происходит интенсивное растворение силикатов из песчаника пласта и ионный обмен, сопровождающийся сильным набуханием пластовой глины. Улучшение смачиваемости породы пласта раствором щелочи и затем водой также обуславливает увеличение нефтеотдачи пласта.

4 зона. В этой зоне фильтруются неактивная нефть, опресненная вода и раствор щелочи. Продолжаются растворение силикатов породы пласта, ионный обмен с возможным набуханием глинистого цемента, а также улучшение смачиваемости породы пласта.

5 зона. Здесь фильтруются неактивная нефть и пресная вода.

6 зона. Происходит фильтрация закачиваемой пресной воды, как проталкивающего агента оторочки раствора щелочи. В принципе после закачки оторочки пресной воды количеством 0,2 - 0,4 от объема пор пласта можно перейти на закачку соленых сточных вод [3].

1.6 Современный опыт применения щелочного заводнения в Пермском крае

Для нефтяных месторождений Пермского края вопросы повышения нефтеотдачи пластов стали весьма актуальными. Объективными особенностями этого района, как и большинства старых нефтедобывающих регионов страны, являются существенное ухудшение и усложнение горно-геологических условий добычи нефти вовлечением в разработку залежей с высоковязкими нефтями и низкопроницаемыми коллекторами, преимущественной выработкой активных запасов нефти. Разработка таких залежей методами обычного заводнения

малоэффективна, так как связана с низкими темпами отбора нефти и коэффициентами нефтеизвлечения.

Наибольший эффект от применения щелочного раствора в Пермском крае получен на месторождениях Шагиртско-Гожанское и Опалихинское.

1.7 Оценка результатов щелочного заводнения на Шагиртско-Гожанском месторождении

Страницы данного раздела удалены в связи содержанием на них сведений, относящихся к коммерческой тайне.

1.8 Результаты применения щелочного заводнения на Опалихинском месторождении

Страницы данного раздела удалены в связи содержанием на них сведений, относящихся к коммерческой тайне.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ЩЕЛОЧНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

2.1 Методы щелочного заводнения различными реагентами

Страницы данного раздела удалены в связи содержанием на них сведений, относящихся к коммерческой тайне.

2.2 Влияние щелочного заводнения на месторождения с тяжелыми нефтями

Наиболее распространенным методом добычи тяжелых нефтей является термическое воздействие на пласт (закачка пара, горячей воды и других теплоносителей в различных сочетаниях), которое позволяет обеспечить существенное увеличение коэффициента нефтеизвлечения. Эффективность добычи углеводородов с использованием термических технологий заключается в резком уменьшении вязкости тяжелых нефтей и повышении температуры в контактной зоне. Такое снижение вязкости способствует повышению нефтеизвлечения ввиду увеличения подвижности нефти.

Наряду с термическими способами воздействия в практике нефтедобычи уже многие годы применяют технологии, основанные на использовании различных химических добавок к воде, которые позволяют изменить смачивающие характеристики пласта и тем самым повысить эффективность процесса заводнения.

В качестве таких вытесняющих агентов широкое распространение получили водные растворы щелочей, используемые в качестве агентов нагнетания в технологии щелочного заводнения. Разбавленный водный раствор щелочи, как известно, изменяет смачивающие характеристики пористой среды нефтеносного коллектора и, как следствие, создает благоприятные условия для выщелачивания и эмульгирования асфальтеновых компонентов высоковязких нефтей.

Значительный интерес к применению щелочных растворов в процессах заводнения истощенных месторождений нефти проявляется в последние годы в связи с акцентированием внимания исследователей на содержании в нефти

органических и гетероорганических соединений, таких как ряд карбоновых кислот, имеющих низкую и среднюю молекулярную массы, высокомолекулярные смолы и асфальтены, а также различные органические соединения.

Результаты многочисленных работ, посвященных методам щелочного воздействия, свидетельствуют о том, что во многих случаях недостаточно учитываются процессы, имеющие место при взаимодействии щелочных растворов на основе карбоната натрия (Na_2CO_3) с активными компонентами, содержащимися в высокосмолистых тяжелых нефтях.

Шахвердиевым Ф.Х. предположено, что, наряду с эффектами снижения межфазного натяжения, эмульгирования нефти, изменения смачиваемости породы и т. д., существенное влияние на повышение нефтеотдачи при щелочном заводнении оказывает взаимодействие между щелочным раствором и активными кислотными компонентами нефти.

Экспериментальные исследования основывались на том предположении, что в ходе взаимодействия водного раствора щелочи с активными компонентами, присутствующими в тяжелых нефтях (нафтеновые, карбоновые, органические кислоты и др.), происходит реакция выделения газа (CO_2) и образования в пористой среде газожидкостной системы.

В качестве модели нефти использовали образцы нефти месторождения Азербайджана Бинагады-север из скв. 279 и скв. 2177 Кирмакинской свиты со следующими характеристиками: плотность 932-940 кг/м^3 , вязкость 99,8-99,9 $\text{мПа}\cdot\text{с}$; содержание органических кислот 0,5-1 мг КОН/г.

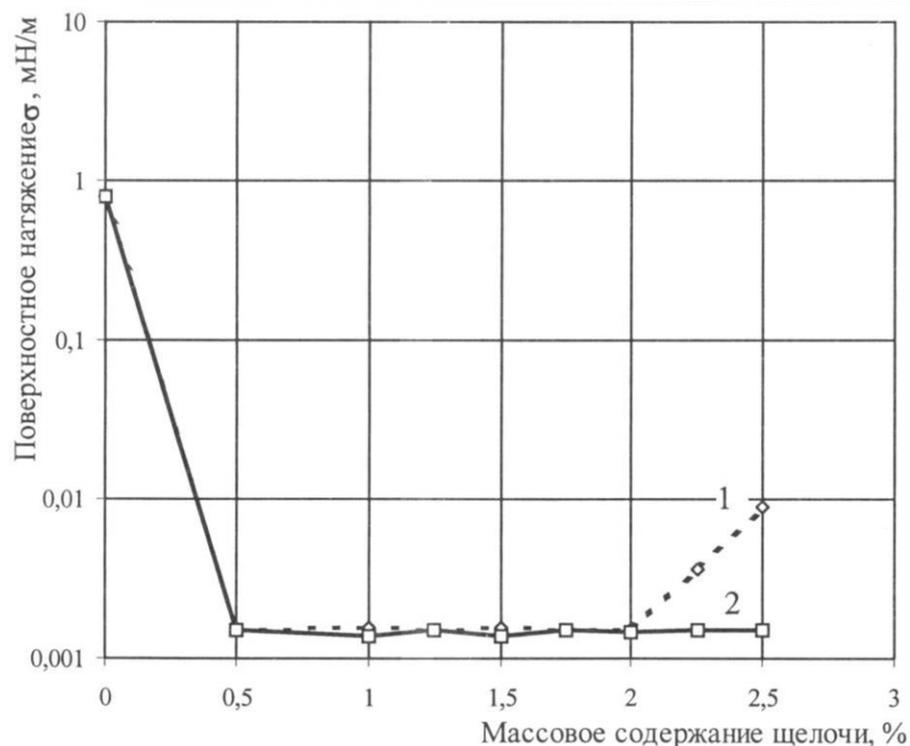


Рисунок 18 - Зависимость поверхностного натяжения на границе раздела фаз нефть - раствор щелочи от концентрации NaOH (1) и Na₂CO₃(2)

Предварительно были проведены исследования по определению межфазного натяжения растворов щелочей на границе с образцами нефти. На рисунке 18 представлены изотермы поверхностного натяжения растворов каустической и кальцинированной соды. Из рассматриваемых зависимостей поверхностного натяжения от типа и концентрации щелочи видно, что оба исследуемых реагента приводят к значительному снижению поверхностного натяжения (с 0,8 до 0,0014 мН/м). Наибольшее снижение поверхностного натяжения происходит при массовом содержании щелочи от 0,5 до 2,0%. Далее наблюдается различие в эффекте изменения межфазного натяжения: в случае использования раствора каустической соды (NaOH), начиная с массового содержания, равного 2,0%, происходит практически десятикратное увеличение межфазного натяжения (до 0,01 мН/м), тогда как при исследовании раствора Na₂CO₃ и при высоких значениях концентрации показатели поверхностного натяжения остаются стабильно низкими.

Полученные результаты говорят о том, что в случае, когда применение повышенных концентраций (с массовым содержанием 2 - 4%) щелочных

растворов оправдано с точки зрения изменения смачиваемости гидрофобизированных поверхностей пористой среды, использование в качестве щелочного агента раствора кальцинированной соды является наиболее эффективным.

Стабильно низкие показатели межфазного натяжения в случае использования кальцинированной соды могут быть также объяснены с позиций химической реакции, протекающей между раствором щелочи и нефтеносными составляющими высокосмолистых нефтей. Дополнительный вклад в этот процесс вносит выделение в процессе реакции углекислого газа (CO_2).

Визуальное наблюдение за процессом смешения образцов нефти и водного раствора кальцинированной соды в открытой емкости также показало, что во всем объеме смеси имеет место газовыделение, которое ведет к значительному газонасыщению, что подтверждает предположение о возможности формирования газожидкостной среды в условиях обширного контакта нефти и раствора щелочи в пористой среде.

Таким образом, протекающий процесс создает условия для генерации так называемой псевдокипящей газожидкостной системы в качестве вытесняющей оторочки, которая, в свою очередь, может способствовать повышению эффективности вытеснения асфальтеновых и высокосмолистых нефтей.

Для подтверждения выдвинутых предположений Шахвердиевым были проведены лабораторные исследования.

Эксперименты проводились в следующей последовательности: колонка высокого давления заполнялась смесью кварцевого песка (90%) и глины монтмориллонитовой группы (10%) путем вертикальной вибрационной трамбовки, при постоянном термостатировании ($T = 323\text{K}$) производилось вакуумирование установки и насыщение пористой среды водой, в ходе чего определялся объем пор системы, равный $0,3 \text{ м}^3$. Бомба PVT заполнялась нефтью месторождения Бинагады-север (Азербайджан) ($\rho = 932\text{-}940 \text{ кг/м}^3$, $\eta = 99,8\text{-}99,9 \text{ мПа}\cdot\text{с}$; содержание органических кислот $0,5\text{-}1 \text{ мг КОН/г}$) и производилась прокачка ее через систему. При практическом отсутствии в

выходящей продукции воды значение остаточной водонасыщенности было определено в пределах 20%, нефтенасыщенность модели принималась равной 80%. В дальнейшем производилось вытеснение нефти водой при постоянном перепаде давления 0,15 МПа при давлении на входе колонки с пористой средой 8 МПа, на выходе 7,85 МПа.

Эксперименты на вытеснение проводились в три этапа. На первом этапе в качестве фоновых исследований проводилось вытеснение нефти пресной водой, на втором этапе при аналогичных условиях нефть вытеснялась 2%-ным водным раствором каустической соды (NaOH), а в третьей серии - в качестве вытесняющей жидкости использовался 2%-ный водный раствор кальцинированной соды (Na₂CO₃). Во всех случаях вытеснение велось путем непрерывной закачки растворов в количестве четырех поровых объемов.

Результаты исследований, приведенные на рисунке 19, представляют собой зависимость нефтенасыщенности от объема извлеченной из пористой среды жидкости. Как видно из рисунка 19, при вытеснении нефти пресной водой, водным раствором NaOH и водным раствором Na₂CO₃ характер изменения нефтенасыщенности различен. Так, при вытеснении нефти водным раствором кальцинированной соды наблюдается значительно более резкое снижение нефтенасыщенности, что свидетельствует о лучшем отмыве нефтенасыщенного пропластка.

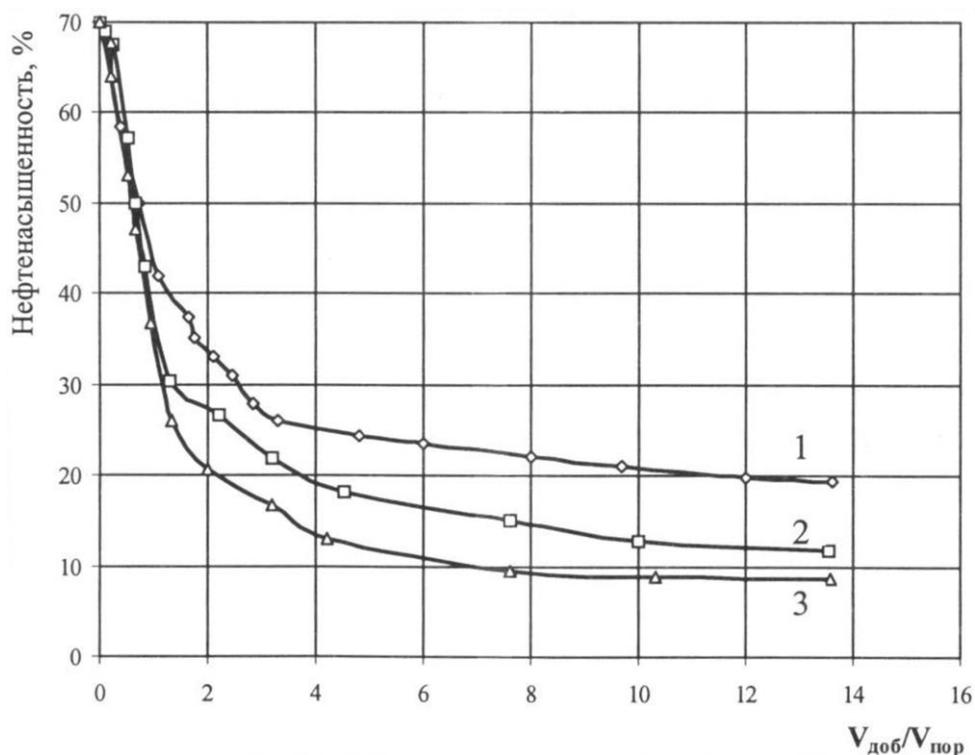


Рисунок 19 - Зависимость нефтенасыщенности от объема извлеченной жидкости при вытеснении (1 - пресной водой; 2 - 2%-ным водным раствором NaOH; 3 - 2%-ным водным раствором кальцинированной соды) [7].

2.3 Определение оптимальной концентрации щелочного раствора и размера оторочки применительно к условиям реального пласта

Оптимальные концентрации и размер оторочки щелочного раствора можно определять двумя путями. В случае, если достаточно кернового материала для проведения серии опытов с различными концентрациями и объемами оторочки щелочного раствора, то оптимальные значения этих параметров определяются на основании экспериментальных данных. Для этого вначале проводятся эксперименты по вытеснению нефти при непрерывном нагнетании раствора щелочи заданной концентрации. При проведении этой серии экспериментов минимальная концентрация выбирается на основании замеров межфазного натяжения и должна соответствовать минимальному уровню, при котором наблюдается резкое снижение межфазного натяжения. Концентрация последовательно повышается до уровня, превышающего начальный в 10—20 раз (например, от 0,05 до 1 %), после чего выбирается оптимальная концентрация раствора щелочи, т.е. такая, после превышения,

которой существенного прироста объема вытесненной нефти не происходит. Во второй серии экспериментов проводится вытеснение нефти раствором щелочи выбранной концентрации, закачиваемым в виде оторочек различного объема (от 0 до 100 % от объема пор образца). После этого строится зависимость количества вытесненной нефти на единицу объема оторочки (отношение коэффициента вытеснения нефти к объему оторочки) от объема оторочки и по максимуму этой зависимости определяется оптимальный объем оторочки.

На первых этапах проектирования метода, а также с целью сокращения объема экспериментальных исследований установить оптимальную концентрацию и размер оторочки можно иным путем. Для этого необходимо найти потери щелочи в породе (в расчете на единицу порового пространства) и оптимальную концентрацию на основании замеров межфазного натяжения. Рассчитывается оптимальный объем оторочки (исходя из условия достижения максимальной добычи нефти на единицу закачанного реагента) без учета адсорбции. После этого вычисляется необходимая концентрация оторочки по формуле

$$C = C_{\text{опт}} + V_{\text{пор}} * K_{\text{пот}} / V_{\text{от}} \quad (2),$$

где C — необходимое содержание щелочи, г/см³; $C_{\text{опт}}$ — оптимальная концентрация щелочи по замерам поверхностного натяжения; $V_{\text{пор}}$ — объем пор пласта; $V_{\text{от}}$ — объем оторочки; $K_{\text{пот}}$ — коэффициент потерь, г/см³[3].

3 ОБЛАСТЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРОВ ЩЕЛОЧЕЙ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЩЕЛОЧНОГО ЗАВОДНЕНИЯ

Страницы данного раздела удалены в связи содержанием на них сведений, относящихся к коммерческой тайне.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Г	Гамей Дарье Владимировне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль: «Эксплуатация и облуживание объектов добычи нефти»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>Стоимость ресурсов производимого расчета</i>	<i>Цены представлены в соответствии с рынком производителей химических реагентов в РФ.</i>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Проведение анализа конкурентных технических решений путем составление оценочный карты для сравнения ИР. Выполнение SWOT анализа научного исследования</i>
2. <i>Оценка экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет экономической эффективности технологии щелочного заводнения</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. *Оценка конкурентоспособности ИР*
2. *Матрица SWOT*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Г	Гамей Дарья Владимировна		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Оценка технологической эффективности применения щелочного заводнения на опытных участках проводится путем сравнения фактических показателей разработки опытного и контрольного участков, а также путем сравнения фактических показателей разработки участков при щелочном заводнении с расчетными показателями разработки участков по базовому варианту. Экономический эффект определяется по дополнительной добыче нефти и росту текущей нефтеотдачи. Кроме того, рассматриваются также такие количественные показатели, как динамика обводненности продукции скважин, темпы добычи нефти, изменение приемистости нагнетательных скважин и дебитов добывающих скважин на опытных и контрольных участках.

В данном разделе целью выступает проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческого потенциала и перспективности проведения щелочного заводнения;
- произвести оценку экономической эффективности проекта.

4.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Для того, чтобы применить данный анализ по отношению к операции проведения щелочного заводнения, составим оценочную таблицу, которая поможет провести анализ конкурентных технических решений.

Таблица 6 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	4	4	1,2	1,2	1,2
3. Надежность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
4. Безопасность	0,3	5	4	5	1,5	1,2	1,5
5. Простота эксплуатации	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	5	0,2	0,2	0,2
3. Цена	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
Итого	1	38	36	37	4,5	4,05	4,45

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 6, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Из таблицы 5.1 видно, что данный метод является конкурентоспособным по таким показателям, как повышение производительности труда, надежности, безопасности и простоты эксплуатации.

4.2 SWOT- анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ (таблица 7) применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 7 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта (С)	Слабые стороны научно-исследовательского проекта (Сл)
1. Достоверность полученных данных 2. Применение современных программно-технических комплексов 3. Актуальность научного исследования 4. Практическая применимость	1. Применимость данного метода только в определенных условиях 2. Длительность достижения необходимого промышленного эффекта 3. Высокая стоимость процессов, необходимых для создания оторочек щелочного раствора достаточного размером 4. Невозможность корректно оценить эффективность проведения данной методики
Возможности (В)	Угрозы (У)
1. Актуальность исследования приведет к появлению заинтересованных сторон 2. Использование результатов подобных исследований различными предприятиям 3. Возможность окупаемости предлагаемых технических решений 4. Большой потенциал применения метода математического моделирования процесса	1. Ограниченный рынок сбыта 2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования 3. Существование на рынке более эффективных и дешевых МУН

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	0	-	0	0
	B4	+	+	+	-

При анализе интерактивной таблицы 8, можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4, B2 C1C2C3C4, B4C1C2C3.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	0	-	0	0
	B2	-	-	-	-
	B3	0	-	-	+
	B4	0	-	0	-

При анализе интерактивной таблицы 9, можно выявить следующую корреляцию слабых сторон и возможности: В3Сл3.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	0	-	-	-
	У2	0	-	+	-
	У3	0	-	0	+

При анализе интерактивной таблицы 10, можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У2С3, У3С4.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	0	+
	У2	-	+	+	0
	У3	+	+	0	0

При анализе интерактивной таблицы 11, можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл4, У2Сл2Сл3, У3Сл1Сл2.

Вывод: заявленное исследование имеет высокую актуальность исследования, что приведет к появлению заинтересованных сторон, однако высока доля влияния таких факторов, как высокая стоимость процессов, необходимых для реализации метода и невозможность корректно оценить эффективность проведения данной методики. При данных факторах могут возникнуть трудности в осуществлении исследования.

4.3 Расчет экономической эффективности технологии щелочного заводнения

В данном пункте отображается экономическая рентабельность проведения щелочного заводнения и обоснование ее экономической эффективности на примере нефтяного месторождения в период с 2014 – 2016г.

Для того, чтобы это сделать, приведем исходные данные для щелочного заводнения в таблице 12.

Таблица 12 – Исходные данные для расчета эффективности щелочного заводнения

№	Показатели	Единицы измерения	Значения
1	Продолжительность действия технологического эффекта	лет	3
2	Стоимость одного мероприятия по щелочному заводнению, $Z_{щз}$	руб.	351 587
3	Прирост дебита после проведения заводнения, Δq	т/сут	1,5
4	Коэффициент эксплуатации скважин, $K_э$	скв. – мес.	0,95
5	Время отработки скважин после щелочного заводнения, T	сут.	240
6	Среднегодовой темп уменьшения эффективности от щелочного заводнения, η	%	13
7	Ежегодные потери из-за роста обводнённости, $\Delta Q_{обв}$	т/год	240
8	Ставка налога на прибыль	%	20
9	Количество скважин, N	шт.	10
10	Условно-переменные затраты в себестоимости одной тонны нефти, $Z_{пер}$	руб/т	325
11	Цена реализуемой нефти, Π	руб/т	1462
12	Ставка дисконтирования, E	%	14

1) Дополнительная добыча нефти за год после проведения щелочного заводнения определяется по формуле:

$$\Delta Q_{(q)} = \Delta q \cdot T \cdot K_э \cdot N, \quad (3)$$

где q_n – расчетный прирост дебита нефти одной скважины, т/сут;

N – количество скважин, скв.;

$K_э$ – коэффициент эксплуатации скважины, д.ед.;

T – число суток работы скважины в году после проведения щелочного заводнения, сут.

На 2014 год дополнительная добыча нефти составит:

$$\Delta Q_{2014} = 1,5 * 240 * 0,95 * 10 = 3420 \text{ т}$$

С учетом потерь из-за обводненности:

$$\Delta Q'_{2014} = \Delta Q_{2014} - \Delta Q_{\text{обв}}, \quad (4)$$

где $\Delta Q_{\text{обв}}$ – потери добычи, вследствие обводненности, т/год.

$$\Delta Q'_{2014} = 3420 - 240 = 3180 \text{ т}$$

Дебит нефти на следующий год составит:

$$q_{\text{нт}} = q_{\text{нт}-1} - \frac{q_{\text{нт}-1} * \eta}{100\%} \quad (5)$$

где $q_{\text{нт}-1}$ – добыча за прошлый год, т/сут;

η - среднегодовой темп уменьшения эффективности от щелочного заводнения

Таким образом, дебит нефти на 2015 год определится как:

$$q_{2015} = 1,5 - \frac{1,5 * 15\%}{100\%} = 1,275 \text{ т/сут}$$

Дополнительная добыча нефти за 2015 год с учетом обводненности:

$$\Delta Q'_{2015} = 1,275 * 365 * 0,95 * 10 - 240 = 4181,0625 \text{ т}$$

Дополнительная добыча нефти за 2016 год с учетом обводненности составит:

$$q_{2016} = 1,275 - \frac{1,275 * 15\%}{100\%} = 1,08375 \text{ т/сут}$$

$$\Delta Q'_{2016} = 1,08375 * 365 * 0,95 * 10 - 240 = 3517,9031 \text{ т}$$

2) Прирост выручки от реализации дополнительно добытой нефти в году t определяется по формуле:

$$\Delta B_t = \Delta Q_t \cdot C_{\text{н}}, \quad (6)$$

где ΔQ – объём дополнительной добычи нефти в t-м году, тонн;

C – цена реализуемой 1 тонны нефти, руб.

$$\Delta B_{2014} = 3180 * 1462 = 4649160 \text{ руб.}$$

$$\Delta B_{2015} = 4181,0625 * 1462 = 6112713,37 \text{руб}$$

$$\Delta B_{2016} = 3517,903 * 1462 = 5143174,37 \text{руб}$$

3) Текущие затраты на проведение мероприятия в году t определяется

$$\Delta Z_{\text{тек}} = \Delta Z_{\text{ЩЗ}} + Z_{\text{допт}}, \quad (7)$$

где $Z_{\text{ЩЗ}}$ – стоимость проведения щелочного заводнения, руб.;

$Z_{\text{допт}}$ – затраты на дополнительную добычу нефти в году t, руб.

$$Z_{\text{допт}} = \Delta Q_t \cdot Z_{\text{пер}} \quad (8)$$

где $Z_{\text{пер}}$ – условно-переменные затраты на добычу нефти, руб./т.

Таким образом дополнительные затраты составят:

$$\Delta Z_{\text{доп}2014} = 3180 * 325 = 1033500 \text{руб.}$$

$$\Delta Z_{\text{доп}2015} = 0$$

$$\Delta Z_{\text{доп}2016} = 0$$

Текущие затраты составят:

$$\Delta Z_{\text{тек}2014} = 351587 * 10 + 1033500 = 4549370 \text{руб.}$$

$$\Delta Z_{\text{тек}2015} = 4181,0625 * 325 = 1358845,31 \text{руб.}$$

$$\Delta Z_{\text{тек}2016} = 3517,9 * 325 = 1143318,52 \text{руб.}$$

4) Прирост прибыли от проводимого мероприятия в году t определяется по формуле:

$$\Delta \Pi_t = \Delta B_t - \Delta Z_t, \quad (9)$$

где ΔB_t – прирост выручки от реализации в t-м году, руб.;

$\Delta Z_{\text{тек}t}$ – текущие затраты в t-м году, руб.

Таким образом, прирост выручки за последующие 2014, 2015, 2016 года составят:

$$\Delta \Pi_{2014} = 4649160 - 4549370 = 99790 \text{руб.}$$

$$\Delta \Pi_{2015} = 6112713,38 - 1358845,31 = 4753868,06 \text{руб.}$$

$$\Delta \Pi_{2016} = 5143174,37 - 1143318,52 = 3999855,85 \text{руб.}$$

5) Налог на дополнительную прибыль в году t определяется по формуле

$$\Delta H_{\text{пр}t} = \Delta \Pi_t \cdot N_{\text{пр}} / 100, \quad (10)$$

где $N_{\text{пр}}$ – величина налога на прибыль, руб. Согласно нормативному документу - глава 25 НК РФ «Налог на прибыль организаций» величина налога составит 20% от прибыли.

Налоги на дополнительную прибыль на все года будут определяться как:

$$\Delta N_{\text{пр } 2014} = 99790 * 20\% / 100\% = 19958 \text{ руб}$$

$$\Delta N_{\text{пр } 2015} = 4753868,06 * 20\% / 100\% = 950773,61 \text{ руб.}$$

$$\Delta N_{\text{пр } 2016} = 3999855,85 * 20\% / 100\% = 799971,17 \text{ руб.}$$

б) Прирост потока денежной наличности в году t определяется по формуле:

$$\Delta \text{ПДН}_t = \Delta \text{П}_t - N_{\text{пр}t} \quad (11)$$

Соответственно, прирост потока денежной наличности на 2014, 2015 и 2016 годы будет рассчитываться как:

$$\Delta \text{ПДН}_{2014} = 99790 - 19958 = 79832 \text{ руб.}$$

$$\Delta \text{ПДН}_{2015} = 4753868,06 - 950773,61 = 4753868,06 \text{ руб.}$$

$$\Delta \text{ПДН}_{2016} = 3999855,85 - 799971,17 = 4753868,85 \text{ руб.}$$

7) Дисконтированный прирост потока денежной наличности в году t определяется по формуле:

$$\Delta \text{ДПДН}_t = \Delta \text{ПДН}_t \cdot \alpha_t \quad (12)$$

где α_t – коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1+E)^{t_i - t_{i-1}}} = (1+E)^{t_i - t_{i-1}} \quad (13)$$

где E – ставка дисконтирования;

t – соответствующий год.

Находим коэффициент дисконтирования по всем годам:

$$\alpha_{2014} = (1+0,14)^{-(2014-2014)} = (1,14)^0 = 1$$

$$\alpha_{2015} = (1+0,14)^{-(2015-2014)} = (1,14)^{-1} = 0,88$$

$$\alpha_{2016} = (1+0,14)^{-(2016-2014)} = (1,14)^{-2} = 0,77$$

8) Тогда дисконтирование прироста потока денежной наличности за все последующие годы определится как:

$$\Delta\text{ДПДН}_{2014} = 79832 * 1 = 79832 \text{ руб.}$$

$$\Delta\text{ДПДН}_{2014} = 4753868,06 * 0,88 = 2815898,52 \text{ руб.}$$

$$\Delta\text{ДПДН}_{2014} = 3999855,85 * 0,77 = 2462207,36 \text{ руб.}$$

9) Чистый дисконтированный доход от проведения мероприятия по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum \text{ДПДН}_t, \quad (14)$$

Таким образом, чистый дисконтированный доход от проведения щелочного заводнения за 2014, 2015 и 2016 годы будет равен:

$$\text{ЧДД} = 79832 + 2815898,52 + 2462207,36 = 5357937,88 \text{ руб.}$$

10) Индекс доходности от проведения мероприятия определяется по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{З_{\text{ЩЗ}}} \quad (15)$$

В данном случае индекс доходности от проведения щелочного заводнения будет равен:

$$\text{ИД} = \frac{5357937,88}{351587} = 15,24 \%$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 15.

Таблица 13 - Результаты расчёта экономической эффективности от применения щелочного заводнения

Показатель	Год		
	2014	2015	2016
Количество скважин	10	-	-
Дополнительная добыча нефти, т	3180	4181	3518
Выручка от реализации дополнительной добытой нефти, тыс. руб.	4649,160	6112,713	5143,174
Затраты на дополнительную добычу нефти, тыс. руб.	4549,37	-	-
Затраты на щелочное заводнение, млн. руб.	0,351 587	-	-

Суммарные текущие затраты, тыс. руб.	4549370	1358,845	1143,318
Прирост прибыли от щелочного заводнения, тыс.руб.	99,790	4753,868	3999,855
Налог на дополнительную прибыль, тыс. руб.	19,958	950,773	799,971
Прирост потока денежной наличности, тыс. руб.	79,832	4753,868	4753,868
Дисконтированный поток денежной наличности, тыс. руб.	79,832	2815,898	2462,207
Накопленный дисконтированный поток денежной наличности (ЧДД), тыс. руб.	79,832	2895,730	5357,937
Индекс доходности, %	15,24		

Вывод: рассчитав экономическую эффективность проведения щелочного заводнения за 3 года по десяти расчётным скважинам, мы получили, что:

- дополнительная добыча нефти по 10 скважинам с 2014 по 2016 составит 10,879 тыс. тонн;
- накопленный поток денежной наличности за расчетные 3 года составит 9,587 млн рублей;
- ЧДД от проведения мероприятия составит 5,357 млн. рублей;
- отчисления налога на дополнительную прибыль равна 1,77 млн рублей;
- индекс доходности составляет 15,24 %

На основании полученных данных можем сделать вывод о том, что проведение щелочного заводнения на предложенных скважинах позволит не только увеличить нефтеотдачу, но и принести дополнительный доход предприятию.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Г	Гамей Дарье Владимировне

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Нефтегазовое дело (21.03.01)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является метод щелочного заводнения. Областью применения являются нефтяные месторождения, с благоприятными характеристиками для применения данного метода.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<p>5.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов при проведении щелочного заводнения.</p> <p>5.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.</p> <p>5.1.1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе.</p> <p>5.1.2. Превышение уровней шума.</p> <p>5.1.3. Превышение уровня вибрации.</p> <p>5.1.4. Недостаточная освещённость рабочей зоны.</p> <p>5.1.5. Повышенная запыленность рабочей зоны.</p> <p>5.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.</p> <p>5.2.1. Электрический ток</p> <p>5.2.2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования</p> <p>5.2.3. Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением)</p>
2. Экологическая безопасность:	<p>5.3 Экологическая безопасность</p> <p>5.3.1. Загрязнение гидросферы</p> <p>5.3.2. Организационные мероприятия по предупреждению загрязнения объектов природной среды</p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>5.3 Экологическая безопасность</p> <p>5.3.1. Загрязнение гидросферы</p> <p>5.3.2. Организационные мероприятия по предупреждению загрязнения объектов природной среды</p>

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях. Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на кустовой площадке месторождения при проведении работ по щелочному заводнению. Общие требования при проведении работ по щелочному заводнению на скважинах
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	5.5 Характерные особенности правового регулирования труда в нефтегазовой отрасли и организация рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Г	Гамей Дарье Владимировне		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Метод щелочного заводнения нефтяных пластов основан на взаимодействии щелочей с пластовыми нефтью и породой. Для осуществления представленного метода требуется предварительная промывка, чтобы создать в пласте нужные условия, затем следует закачка щелочи или щелочно-полимерного раствора, обеспечивающего регулирование подвижности, и закачка вытесняющей жидкости (воды) для вытеснения реагентов и образующегося нефтяного вала к добывающим скважинам. Применение растворов щелочей – один из самых эффективных способов уменьшения контактного угла смачивания породы водой, то есть гидрофилизации пористой среды, что приводит к повышению коэффициента вытеснения нефти водой.

Метод вытеснения нефти растворами щелочей отличается эффективностью и простотой применения в промышленных условиях. Он может использоваться как самостоятельно, путем закачки раствора щелочи определенной концентрации, так и в сочетании с другими методами увеличения нефтеотдачи, что более эффективно. Как и любые мероприятия, проводимые на скважинах, щелочное заводнение является источником повышенного уровня опасности при малейшем несоблюдении технологического режима эксплуатации оборудования или правил проведения мероприятия.

Социальная ответственность обеспечивает безопасную жизнедеятельность человека, которая в основном зависит от правильной оценки производственных факторов. Производственные факторы могут вызвать изменения в организме человека. Факторами служат производственная среда, умственная и физическая нагрузка, нервное напряжение, эмоциональное напряжение, климат и сочетание причин.

5.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов при проведении щелочного заводнения и обоснование мероприятий по их устранению

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в

определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья [8].

Все опасные и вредные производственные факторы, возникающие при проведении щелочного заводнения представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на кустовых площадках

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) обследование элементов конструкций на целостность и отсутствие видимых повреждений; 2) монтаж, демонтаж оборудования; 3) обеспечение санитарного порядка на территории объектов; 4) работа с оборудованием, работающим под высоким давлением; 5) работа в темное время суток.	1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Недостаточная освещенность; 4. Повышенная запыленность рабочей зоны.	1. Электрический ток; 2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 3. Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением).	Требования безопасности к уровню шума: ГОСТ 12.1.003-83 (1999); Требования безопасности к уровню вибрации: ГОСТ 12.1.012-90; Защитное заземление, зануление: ГОСТ 12.1.030-81; Естественное и искусственное освещение: СП 52.13330.2011; Оборудование производственное. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ; Оборудование производственное. Ограждения защитные: ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ.

5.1.1 Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Отклонение показателей климата может привести к ухудшению общего самочувствия рабочего. Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению

неблагоприятного воздействия их на организм рабочего. При отклонении показателей климата на открытом воздухе, рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, которые предусмотрены отраслевыми нормами и соответствуют времени года.

Спецодежда должна быть хлопчатобумажной, изо льна, грубошерстные сукна, иметь удобный крой для работы в экстремальных условиях (например, при пожаре) применяют специальные костюмы из металлизированной ткани. Для защиты головы от теплового облучения применяют алюминиевые, фибровые каски, войлочные и шляпы; глаз - очки (темные или с прозрачным слоем металла) лица - маски с откидным прозрачным экраном. Защита от воздействия пониженной температуры достигается использованием теплой спецодежды, а при осадках – плащей.

Коллективная защита может быть обеспечена путём рационального размещения технологического оборудования, рационализации режимов труда и отдыха, применения теплоизоляции оборудования, автоматизации и дистанционного управления технологическими процессами.

При определенной температуре воздуха и скорости ветра в холодное время работы приостанавливаются (таблица 15).

Таблица 15 – Погодные условия, при которых работы на открытом воздухе приостанавливаются

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С
безветренная погода	-40
менее 5,0	-35
5,1–10,0	-25
10,1–15,0	-15
15,1–20,0	-5
более 20	0

5.1.2 Превышение уровней шума

В непосредственной близости от рабочего места оператора ППД (поддержания пластового давления) могут находиться машины КРС (капитальный ремонт скважин) либо агрегаты для ОПЗ, которые создают уровень звука, не превышающий допустимый согласно ГОСТ 12.1.003-83

(1999) [9]. Норма на открытой местности составляет 80дБА, а значение уровня звука на рабочем месте составляет 40-45 дБА. Доставка рабочих на месторождения осуществляется путем перелета на вертолетах, который создают уровень шума 95-100 дБА, превышающий допустимый. Согласно СП 51.13330.2011 (Защита от шума) мероприятия для устранения уровня шума: наушники и противозумные вкладыши [10].

5.1.3 Превышение уровня вибрации

Согласно ГОСТ 12.1.012-90 [11] технологическая норма уровня виброскорости составляет 92 дБ, при частоте в 63 Гц. Уровень вибрации на рабочем месте оператора ППД составляет около 30 дБ, что не превышает норму. Данная вибрация обусловлена работой двигателя, поднимающего скребок из скважины. Мероприятия по защите от вибрации: использование резиновых перчаток и резиновых прокладок в блоке установки двигателя.

5.1.4 Недостаточная освещённость рабочей зоны

При работе в темное время суток объект должен быть освещен, во избежание травматизма. В качестве осветительных приборов применяются фонари и прожектора. Норма освещенности не ниже 10 люксов (СП 52.13330.2011) [12]. Мероприятия по улучшению освещенности не требуются.

5.1.5 Повышенная запыленность рабочей зоны

Кустовая площадка огорожена насыпью песка со всех сторон с целью предотвращения разгорания лесного пожара. С учетом сильных ветров может происходить попадание песка в носовую область оператора ППД, что негативно влияет на его здоровье. Мероприятия для устранения попадания песка в носовую область: использование респираторов.

5.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.2.1 Электрический ток

Источником поражения электрическим током, при проведении работ на кустовых площадках, могут являться плохо изолированные токопроводящие части, металлические элементы, случайно оказавшиеся под напряжением.

Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т.е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках. Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрического удара и профессиональных заболеваний. Все применяемое электрооборудование и электроинструменты должны иметь заземление и подлежать занулению отдельной жилой кабеля с сечением жилы не менее сечения рабочих жил. Защитное заземление должно удовлетворять ряду требований, изложенных в ГОСТ 12.1.030-81 «Защитное заземление. Зануление» [13].

Для защиты персонала от поражения электрическим током при пробое изоляции электрифицированных механизмов и электроинструмента они должны быть оборудованы устройствами защитного отключения (УЗО). Одной из защитных мер является также ограничение напряжения до 12-36 В для переносного электрооборудования, местного или ремонтного освещения.

Для предотвращения негативного воздействия электрического тока на рабочих используются средства коллективной и индивидуальной защиты (ГОСТ Р 12.1.019-2009).

Коллективные средства электрозащиты: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль, установка оградительных устройств, предупредительная сигнализация и блокировка, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, диэлектрические боты, изолирующие подставки [14].

5.2.2 Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Механические травмы могут возникать при монтаже, демонтаже оборудования, при спускоподъемных операциях. При неправильной

эксплуатации или использования неисправного оборудования, инструментов, механизмов. При проведении работ также используется автомобильный транспорт различного назначения, в связи с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм. К числу которых относятся: проверка наличия защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [15] ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003-91 [16].

При проведении работ на скважине необходимо соблюдать технику безопасности. Основная опасность заключается в том, что, зацепившись телом или одеждой за свободный конец движущегося механизма можно получить травму вплоть до смертельного исхода. Основными мерами предосторожности являются: соблюдение всех требований правил техники безопасности при работе с инструментами; соблюдение формы одежды (все пуговицы на одежде должны быть застегнуты, полы одежды не должны болтаться); периодическая проверка технического состояния используемых инструментов, повышенное внимание на рабочем месте.

5.2.3 Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением)

Оборудование, в котором давление газа или жидкости превышает атмосферное, принято называть сосудами, работающими под давлением.

Любые сосуды, работающие под давлением, всегда представляют собой потенциальную опасность, которая при определенных условиях может повлечь тяжелые последствия. Для предупреждения подобных ситуаций разработаны Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утверждённые Приказом Ростехнадзора №116 от 25.03.2014 г.

Разгерметизация (потеря герметичности), достаточно часто сопровождается возникновением двух групп опасностей.

Первая из них связана с взрывом сосуда или установки, работающей под давлением. При взрыве может произойти разрушение взрывной волной близко расположенного оборудования и техники, а также травмирование персонала разлетающимися осколками оборудования.

Вторая группа опасностей зависит от свойств веществ, находящихся в оборудовании, работающем под давлением. Из опыта лабораторных и практических работ известно, что сплавы, содержащие медь и алюминий, вступают во взаимодействие с щелочной средой и не должны применяться. Применение прочих сплавов и неметаллических материалов необходимо проверить в условиях длительного воздействия щелочью. Рекомендуются простые и нержавеющие стали. Для предупреждения ожогов щелочами фланцевые соединения должны обеспечивать надежную плотность. На трубопроводах, соединяющих насосы с емкостями, рекомендуется устанавливать обратные клапаны. При понижении давления в питательных трубопроводах из-за отсутствия обратных клапанов может возникнуть обратный поток продукта из аппаратов и трубопроводов, находящихся под большим давлением, что может привести к ожогам щелочью.

Причинами разгерметизации могут являться различные дефекты (трещины, вмятины, дефекты сварки и др.), возникшие при изготовлении, хранении и транспортировке сосудов, работающих под давлением. Для своевременного обнаружения этих дефектов применяют различные методы контроля: внешний осмотр сосудов и аппаратов, работающих под давлением, гидравлические испытания сосудов, механические испытания материалов, из которых изготовлены сосуды, и др.

5.3 Экологическая безопасность

Операции по щелочному заводнению сопровождается неизбежным техногенным воздействием на объекты природной среды. С целью исключения или сведения к минимуму негативного воздействия работ данного вида на окружающую среду предусмотрен комплекс специальных мероприятий по охране окружающей среды.

В соответствии с нормами технологического проектирования для предотвращения попадания химических реагентов и технологических жидкостей в гидросферу, регламент должен предусматривать полную герметизацию всего оборудования, арматуры.

5.3.1 Загрязнение гидросферы

Вторичное вскрытие пласта скважин при определенных условиях может сопровождаться:

- загрязнением водотоков, поверхностных водоемов, подземных вод грунтов, почв химическими реагентами, горюче-смазочными материалами (ГСМ), пластовыми флюидами.
- хозяйственно-бытовыми жидкими и твердыми отходами;
- перетоками в заколонном пространстве из-за нарушения целостности обсадной колонны;
- продуктами утечек скважины.

5.3.2 Организационные мероприятия по предупреждению загрязнения объектов природной среды

В процессе освоения скважины продукты освоения (нефть, отработанная вода) должны собираться в передвижные металлические емкости по 25 м³ с последующей откачкой нефти и пластовой воды в нефтесборный коллектор.

После закачки химических реагентов или других вредных веществ до разборки нагнетательной системы агрегата должна прокачиваться инертная жидкость объемом, достаточным для промывки нагнетательной системы. Сброс жидкости после промывки должен производиться в сборную емкость. Остатки химических реагентов следует собирать и доставлять в специально отведенное место, оборудованное для утилизации или уничтожения.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на кустовой площадке месторождения при проведении работ по щелочному заводнению:

- нарушение герметичности или разрушение корпуса элементов, содержащих жидкости и газы, находящиеся под высоким рабочим давлением;
- разрыв трубопроводов, подающих реагенты в скважину;
- нарушение электроснабжения или полное отключение подачи электроэнергии в электросети.

Технологические процессы, идущие под высоким давлением, и оборудование, находящееся под большими нагрузками, в определенных условиях представляют наибольшую опасность для здоровья и жизни персонала.

Согласно ФНиП ПБ «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» общие требования при проведении работ по щелочному заводнению на скважинах включают в себя следующие ключевые моменты:

- работы по нагнетанию в скважину химических и других агентов проводятся в соответствии с планом, утвержденным нефтегазодобывающей организацией;

- в плане должны быть указаны порядок подготовительных работ, схема размещения оборудования, технология проведения процесса, меры безопасности, ответственный руководитель работ;
- при закачке химических реагентов, пара, горячей воды на нагнетательной линии у устья скважины должен быть установлен обратный клапан;
- нагнетательная система после сборки до начала закачки должна быть опрессована на полуторакратное ожидаемое рабочее давление;
- при гидравлических испытаниях нагнетательных систем обслуживающий персонал должен быть удален за пределы опасной зоны, устанавливаемой планом работ;
- перед началом работы по закачке реагентов, воды и после временной остановки в зимнее время необходимо убедиться в отсутствии в коммуникациях насосных установок и нагнетательных линиях ледяных пробок [17].

Основные мероприятия по предотвращению опасностей, обусловленных повышением давления и нагрузками, включают в себя: осмотр и испытание установок, оборудования, механизмов; применение различных средств блокировки, исключающих аварии при неправильных действиях рабочих; автоматизация производственных процессов, позволяющая вывести людей из опасных зон, и осуществлять контроль показаний приборов дистанционно.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работы по щелочному заводнению проводятся лицами, работающими вахтовым методом. Данный вид работ регулируется Трудовым Кодексом РФ [18]. Вахтовый метод - особая форма осуществления трудового процесса вне места постоянного проживания работников, когда не может быть обеспечено ежедневное их возвращение к месту постоянного проживания.

К работам, выполняемым вахтовым методом, не могут привлекаться работники в возрасте до восемнадцати лет, беременные женщины и женщины,

имеющие детей в возрасте до трех лет, а также лица, имеющие противопоказания к выполнению работ вахтовым методом в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Вахтой считается общий период, включающий время выполнения работ на объекте и время междусменного отдыха. Продолжительность вахты не должна превышать одного месяца. Рабочее время и время отдыха в пределах учетного периода регламентируются графиком работы на вахте, который утверждается работодателем.

Работникам, выполняющим работы вахтовым методом, предоставляются надбавки и коэффициенты к заработной плате, а также социальные пакеты (пенсионный фонд, медицинская страховка, оплата санаторного лечения, оплата путевок в детские лагеря и др.).

Выводы

В ходе работы были рассмотрены вредные факторы, влияющие на здоровье и состояние работников. Меры безопасности и меры по предупреждения опасных воздействий при проведении щелочного заводнения на месторождениях. Так же были приведены меры по защите и предупреждению опасных факторов, которые применяются на сегодняшний день, на промысле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены основные механизмы взаимодействия щелочных растворов с нефтью, находящейся в пластовых условиях. Проанализированы различные технологические особенности щелочного заводнения. Сформулированы основные условия эффективного применения данного метода.

Рассчитана экономическая эффективность щелочного заводнения и выявлена экономическая рентабельность проведения метода.

Рассмотрены меры производственной безопасности при выполнении работ на кустовой площадке, и в рамках этого вопроса проанализированы вредные и опасные производственные факторы и рекомендованы мероприятия по их устранению.

Резюмируя, можно сделать вывод о том, метод щелочного заводнения на нефтяных месторождениях с целью увеличения нефтеотдачи полностью оправдывает себя в случае успешного подбора химических реагентов и тщательного исследования разрабатываемого месторождения.

Воздействие щелочного заводнения непосредственно применяется как один из эффективных методов увеличения коэффициента вытеснения нефти за счет снижения межфазного натяжения на границе «нефть - щелочной раствор - порода» и изменения смачиваемости породы. Также данный метод оказывает влияние и на увеличение коэффициента охвата пласта заводнением за счет образования осадков при реакции щелочи с пластовой водой. Поэтому щелочное заводнение является актуальным как при разработке новых, так и при эксплуатации старых, даже значительно истощенных месторождений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михневич В.Г., Гудков Е.П. Применение щелочного заводнения М.: Центральное правление научно-технического общества нефтяной и газовой промышленности имени академика И.М.Губкина, 1987. – С. 6 — 11.
2. Усманова Ф.М. Механизм действия щелочи на нефть и выбор условий щелочного заводнения нефтяного месторождения: Автореф. дис ... канд. техн. наук: 05.15.06. — Москва, 2013. – 24 с.
3. Горбунов А. Т., Бученков Л.Н. Щелочное заводнение. - М.: Недра, 1989.
4. Юшков И.Р., Ерофеев А.А. Оценка результатов щелочного заводнения в Пермском крае // Нефтепромысловое дело. – 2013. – № 9. – С. 58–63.
5. Юшков И.Р., Хижняк Г.П. Результаты применения щелочного заводнения на Опалихинском месторождении // Нефтепромысловое дело. – 2017. – № 6. – С. 22–29.
6. sci-article / Анализ зарубежного и российского опыта по применению ASP-технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1464108549> –(Дата обращения: 19.05.2019)
7. Шахвердиев А.Х., Панахов Г.М., Исследование генерации газожидкостных систем при воздействии на пласт щелочными растворами// Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 80–92.
8. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов/ Д.А. Кривошеин, Л.А.Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 447 с.
9. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
10. ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Стандартиформ, 1999. – 25 с.
11. ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Стандартиформ, 1999. – 25 с.

12. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
13. ГОСТ 12.1.030-81 «Защитное заземление. Зануление».
14. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
15. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
16. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Серия 08. Выпуск 19. — М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. – 288 с.
18. Трудовой Кодекс – ТК РФ – Глава 47. Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом.

Приложение А

Таблица 1 – Динамика показателей нефти при щелочном заводнении на Опалихинском месторождении

Год	Фактическая добыча нефти за год, тыс. т	Фактическая накопленная добыча нефти, тыс. т	В том числе прогнозная добыча нефти при естественном режиме за год, тыс. т	В том числе прогнозная накопленная добыча нефти при естественном режиме, тыс. т	В том числе прогнозная добыча нефти при закачке воды за год, тыс. т	В том числе прогнозная накопленная добыча нефти при закачке воды, тыс. т	В том числе добыча нефти при закачке раствора щелочи за год, тыс. т	В том числе накопленная добыча нефти при закачке раствора щелочи, тыс. т	Обводненность продукции и фактическая за год, %	Закачка щелочи 100%-й концентрации за год, т	Накопленная закачка щелочи 100%-й концентрации, т
1978	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	0	-	-
1979	1,9	2,2	-	-	-	-	-	-	0	-	-
1980	18,7	20,9	-	-	-	-	-	-	5,6	-	-
1981	28,7	49,6	-	-	-	-	-	-	7,2	-	-
1982	56,6	106,2	-	-	-	-	-	-	9,6	-	-
1983	67,4	173,6	-	-	-	-	-	-	11,4	-	-
1984	64,2	237,8	-	-	-	-	-	-	15	-	-
1985	50,3	288,1	-	-	-	-	-	-	17,9	-	-
1986	31,4	319,5	-	-	-	-	-	-	17,4	842,7	842,7
1987	21,4	340,9	19	338,6	2,4	2,4	-	-	32	482,7	1325,4
1988	29,8	370,7	12	350,6	15,5	17,9	2,3	2,3	44,5	330,4	1655,8
1989	32,7	403,4	8	358,6	15,5	33,4	9,2	11,5	37,2	312,2	1968
1990	39	442,4	6,8	365,4	13,2	46,6	19	30,5	32,7	-	1968

1991	40	482,4	6,5	371,9	11	57,6	22,5	53,1	32,7	-	1968
1992	40,3	522,7	6,2	378,1	10,3	67,9	23,8	76,9	22,5	-	1968
1993	37,8	560,5	5,9	384	10,1	77,8	21,8	98,7	21,6	-	1968
1994	33,2	593,7	5,6	389,6	9,4	87,2	18,2	116,9	20,8	-	1968
1995	32,1	625,8	5,4	395	8,6	95,8	18,1	135	22,1	-	1968