

Школа Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
Отделение школы Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Применения ультразвуковой технологии для разрушения водонефтяной эмульсии на Шингинском нефтяном месторождении (Томская область)

УДК 665.614.066.3:534.321.9:622.276.8(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б63Т	Деденев Владислав Евгеньевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Коровкин М.В.	д. ф.-м.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гладких М.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трубченко Т. Г	Доцент, к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сечин Андрей Александрович	к. т. н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2020 г

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	<i>Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7) (ЕАС-4.2a) (АВЕТ-3А)</i>
P2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	<i>Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.</i>
P3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>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</i>
P4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	<i>Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3e)</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	<i>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)</i>
P6	внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)</i>
<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	<i>Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)</i>
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)</i>

<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 скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30) (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 21.03.01 Нефтегазовое дело
Отделение школы Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Максимова Ю.А.
 (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
3-2Б63Т	Деденев Владислав Евгеньевич

Тема работы:

Применения ультразвуковой технологии для разрушения водонефтяной эмульсии на Шингинском нефтяном месторождении (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	59-108/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты и графические материалы отчетов и научно-исследовательских работ, регламент установки предварительного сброса воды, нормативные документы, фондовая и периодическая литература, монографии, учебники, руководство пользователя моделирующей программы. Пробы нефти, результаты лабораторного анализа проб нефти, методика приготовления водонефтяных <i>эмульсий</i> .
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор; физико-химические основы процессов первичной подготовки нефти, процессов образования и разрушения водонефтяных эмульсий, экспериментальные исследования влияния начальной обводненности, режима перемешивания при приготовлении водонефтяных эмульсий и свойств нефти на дисперсность эмульсий, остаточную обводненность и кинетику процесса отстаивания при различных температурах.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, Трубченко Т. Г
«Социальная ответственность»	Ассистент, Сечин Андрей Александрович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
<i>1 Общая характеристика объекта</i>	
<i>2 Современные методы разрушения водонефтяных эмульсий и повышение эффективности производства</i>	
<i>3 Анализ технологий для снижения деэмульгатора</i>	
<i>4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	
<i>5 Социальная ответственность</i>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	2.03.2020
---	-----------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Коровкин М.В.	д. ф.-м.н.		2.03.2020
Старший преподаватель	Гладких Марина Алексеевна			2.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б63Т	Деденев Владислав Евгеньевич		2.03.2020

Томск – 2020

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 21.03.01 Нефтегазовое дело
Отделение школы Отделение нефтегазового дела

Уровень образования бакалавр
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	5.06.2020
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
19.03.2020	Обзор литературы по теме диплома	10
25.03.2020	Аналитический обзор по проблемному вопросу	30
20.04.2020	Описание объекта и методов исследования	15
08.05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
18.05.2020	Социальная ответственность	10
20.05.2020	Заключение	5
25.05.2020	Презентация	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Коровкин М.В	д. ф.-м.н		2.03.2020
Старший преподаватель	Гладких Марина Алексеевна			2.03.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Максимова Ю. А.			2.03.2020

Томск – 2020 г

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 95 страниц, 19 рисунков, 21 таблица, 30 источников.

Ключевые слова: Шингинское месторождение, нефть, газ, пласт, залежь, добыча, ультразвуковое воздействия, снижение расхода деэмульгатор, повышение эффективности производства.

Объектом исследования является подбор оптимальной технологии для разрушение ВНЭ

Цель работы – Снижение затрат на процесс Пит; Разработка нового типа технологии/оборудования ведущего к решению параметров габарита и максимальной эффективности оборудования процесса Пит. Изучение процессов разделения фаз водогазонефтяной эмульсии в волновых полях. Поиск универсальных методов воздействия на эмульсии с целью управления структурой на физическом уровне. Поиск экономически эффективных технологий по снижению операционных затрат в области подготовки нефти и агента закачки воды. Поведение эмульсий в УЗ полях, поведение эмульсий в НЧ,СЧ полях, поведение эмульсий в ВЧ и СВЧ полях, поведение эмульсий в ЭГЭ полях.

Перечень условных обозначений:

ВНЭ - водонефтяная эмульсия

УЗ – ультразвук;

УВ – углеводород;

ГИС – геофизические исследования скважин;

ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства;

СКО – соляно-кислотная обработка;

ПАВ – поверхностно-активные вещества;

НКТ – насосно-компрессорные трубы;

ПЗП – призабойная зона пласта;

ПЗ – призабойная зона;

ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ТБ – техника безопасности;

ППД – поддержание пластового давления;

ГТМ – геолого-технические мероприятия;

ННС – наклонно-направленные скважины;

ГС – горизонтальные скважины;

КИН – коэффициент извлечения нефти;

НИЗ – начальные извлекаемые запасы;

ЭЦН – электрический центробежный насос;

ОПЗ – обработка призабойной зоны;

ГСКО – глино-соляно-кислотная обработка;

КОПЗ – комплексная обработка;

ПОТ – потокоотклоняющие технологии;

АСПО – асфальтеносмолистопарафиновые отложения;

НГДП – нефтегазодобывающее предприятие;

ВНК – водонефтяной контакт.

Оглавление

Введение	11
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ШИНГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	14
1.1 Общие сведения о месторождении.....	14
1.2 Нефтегазоносность и характеристика продуктивных пластов	16
1.3 Свойства и состав пластовых флюидов	20
1.3.1 Состав и свойства нефти и растворенного газа в стандартных и пластовых условиях.....	20
1.4 Запасы нефти и газа	24
2 ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВА НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ.....	26
2.1 Классификация нефтяных эмульсий	28
2.2 Физико химические и теплофизические свойства эмульсии	29
2.3 Характеристики эмульсий	30
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ	31
3.1 Влияние физико-химических свойств нефтей на размеры капель	31
3.2 Влияние начальной обводненности водонефтяных эмульсий на размеры капель.....	32
3.3 Исследования поведения внэ в электрогидравлических полях – эффект Юткина	33
3.3.1 Исследования поведения внэ в электромагнитных полях высокой частоты и сверх высокой частоты	36
3.3.2 Исследования поведения внэ в ультразвуковых акустических полях.....	42
4 СПОСОБЫ РАЗРУШЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ.....	46
4.1 Химические и термические	47
4.2. Электрические	49
4.3. Механические	53
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	58
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	58
5.2 Анализ конкурентных технических решений.....	58
5.3 SWOT-анализ	60
5.4 Планирование научно-исследовательских работ	61
5.4.1 Структура работ	61
5.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования	62
5.5 Бюджет научного исследования	65

5.5.1 Расчет материальных затрат НТИ	65
5.5.2 Расчёт амортизационных отчислений	66
5.5.3 Расчёт заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды	66
5.5.4 Расчет затрат на электроэнергию	67
5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	68
5.5.6 Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта.....	69
5.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	70
5.6.1 Оценка сравнительной эффективности исследования	70
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	77
6.1 Производственная безопасность	79
6.2 Анализ вредных факторов на рабочем месте	80
6.3 Экологическая безопасность	84
6.4 Анализ опасных факторов производственной среды и обоснование мероприятий по их устранению	86
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
Список используемой литературы	92

Введение

Современное состояние добычи нефти в мире характеризуется увеличением доли тяжёлых нефтей и природных битумов. Высокая вязкость и плотность, повышенное содержание высокомолекулярных компонентов существенно затрудняют процессы добычи, промышленной подготовки, транспортировки и переработки такого углеводородного сырья. На сегодняшний день многие месторождения находятся на поздней стадии разработки, характеризующейся значительным ухудшением структуры, непрерывным увеличением доли трудно-извлекаемых запасов, обводнением продукции скважин. Для стабилизации добычи на этой стадии применяют различные методы интенсивного воздействия на пласт (кислотные и щелочные обработки, закачка полимеров, гидроразрыв пласта), что приводит к повышению коррозионной активности добываемой жидкости, выносу из пласта механических примесей. При этом формируются осложнённые водонефтяные эмульсии, затрудняющие подготовку нефти, приводящие к образованию устойчивых эмульсий в промежуточных слоях отстойного оборудования, что вызывает срывы в работе установок. Для разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий применяют высокие температуры нагрева, повышенные дозировки деэмульгатора, смешение с разбавителем, центрифугирование. Эти методы характеризуются высокими эксплуатационными и капитальными затратами, нестабильным эффектом по разделению эмульсий. Поэтому актуальными задачами являются совершенствование существующих и разработка новых эффективных методов разделения устойчивых эмульсий.

Перспективным направлением для разделения водонефтяных эмульсий на Шингинском нефтяном месторождении является применение ультразвукового воздействия (УЗВ), интенсифицирующего процессы коалесценции капель воды. Основной причиной, по которой УЗВ не нашло широкого применения в промышленности, является отсутствие системных теоретических и экспериментальных исследований, позволяющих установить

оптимальные параметры ультразвуковой обработки (частота) ультразвука, удельная акустическая мощность, интенсивность, время воздействия) для достижения максимального эффекта.

Эффективным методом разделения водонефтяных эмульсий является испарение воды. Заложенный принцип позволяет разрушать эмульсию вне зависимости от её устойчивости и механизма стабилизации. Основными недостатками этого метода являются использование громоздких выпарных колонн, периодичность процесса, выбросы жидкости при кипении воды, пенообразование.

Эмульсия «вода в нефти» представляет собой гетерогенную систему, состоящую из очень мелких (до 50 мкм) капель воды, диспергированных в нефти. Каждая капля окружена так называемой бронирующей оболочкой толщиной 50–100 нм, состоящей из полярных компонентов нефти. Бронирующая оболочка препятствует коалесценции капель воды. Такие эмульсии фактически не могут быть разрушены обычными методами (центрифугирование, нагрев, использование деэмульгаторов) Основными методами обезвоживания водонефтяных эмульсий на практике являются: термические, биологические, физико-химические, химические. Большая часть методов разрушения водонефтяных эмульсий основана на контактных методах нагрева и использовании деэмульгаторов. Первые характеризуются излишне высокими энергетическими затратами, вторые приводят к загрязнению сточных вод и продуктов нефтепереработки.

Практическая ценность. Результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы для оптимизации процесса деэмульсации нефти на установках, использующих СВЧ ЭМ энергию. Кроме того, они необходимы для понимания процессов, происходящих в капле и механизмов разрушения эмульсии под действием СВЧ ЭМ поля.

Целью дипломной работы является повышение эффективности процесса разделения устойчивых водонефтяных эмульсий.

Задачи:

1. Снижение затрат на процесс Пит;
2. Разработка нового типа технологии/оборудования ведущего к решению параметров габарита и максимальной эффективности оборудования процесса Пит;
3. Изучение процессов разделения фаз водогазонефтяной эмульсии в волновых полях;
4. Поиск универсальных методов воздействия на эмульсии с целью управления структурой на физическом уровне.
5. Поиск экономически эффективных технологий по снижению операционных затрат в области подготовки нефти и агента закачки воды;
6. Выводы и рекомендации, разработка принципиальных схем промышленных прототипов.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ШИНГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

1.1 Общие сведения о месторождении.

В административном отношении Шингинское нефтяное месторождение расположено в Каргасокском районе Томской области, в 440 км к северу-востоку от г. Томск (рис.1.1). [1]

Районный центр пос. Каргасок находится в 150 км от месторождения, а ближайшими населенными пунктами являются г. Кедровый и пос. Пудино, располагающиеся в 100 км к юго-востоку. Кроме этого, в 30 км юго-восточнее находится производственно-вахтовый поселок в пределах разрабатываемого Лугинецкого нефтегазоконденсатного месторождения.

Шоссейные и железная дорога в районе месторождения отсутствуют. От ближайшей железнодорожной станции в г. Томске до месторождения 440 км, от районного центра р. п. Каргасок – 150 км. Транспортировка бурового оборудования и других грузов осуществляется из г. Томска водным путем в период навигации, а зимой наземным транспортом.

Район работ экономически освоен слабо. Территория района малонаселенная.

Местное население занимается в основном лесозаготовками, животноводством, промысловой охотой, а в последнее десятилетие - работами на нефтепромыслах.

Территориально площадь работ приурочена к левобережью реки Чижалка, правому притоку р. Васюган. В орографическом отношении район относится к водораздельному слабовсхолмленному плато, расчленённому речными долинами с пойменными террасами. В 40 км от месторождения протекает река Чижалка, которая судоходна в начале навигации для маломерных судов.

Климат резко континентальный, зима – холодная, продолжительная (температура достигает -55°C), лето – короткое, теплое (до $+35^{\circ}\text{C}$ - в июле). Снежный покров лежит с ноября по май, толщина его достигает 80-100 см. Реки

и болота начинают замерзать лишь к концу декабря (толщина льда на водоемах достигает 1 метр), причем некоторые участки болот, где активно идут процессы окисления, не промерзают всю зиму, в связи с чем возникает необходимость сооружения переездов в виде настилов. [1]

Преобладающими являются ветры северо-западного и юго-западного направлений. Средние скорости 4-5 м/сек, максимальные 18-20 м/сек. Самым ветреным периодом является весна.

Растительность района таежного и болотного типов. Территория более чем наполовину покрыта смешанным лесом. Из древесных пород преобладают сосна, береза, осина, кедр. Вдоль берегов рек и ручьев – заросли кустарников.

Рельеф местности представляет собой слабо всхолмленную равнину.



Рисунок 1.1 – Обзорная карта района работ

Преобладают подзолистый и болотный типы почв, которые неблагоприятны для развития земледелия. Территория работ относится к районам с избыточным увлажнением.

За год выпадает более 500 мм осадков, причем с осадками бывает половина дней в году. Наибольшее количество осадков выпадает в осенне-зимний период. Уровень грунтовых вод находится на глубине от 5 до 25 метров.

Несмотря на обилие поверхностных вод, для водоснабжения как питьевой, так и технической водой следует бурить водозаборные скважины глубиной до 170 метров.

Специальные работы по поискам полезных ископаемых, кроме нефти и газа, не проводились. Из местных материалов для строительства используется только лес. [1]

1.2 Нефтегазоносность и характеристика продуктивных пластов

Основным нефтегазоносным объектом является пласт Ю₁. Он имеет сложное строение, представлен разнофациальными песчано-глинистыми пропластками, в ряде разрезов скважин – с преобладанием песчаников.

Пласт Ю₁ на месторождении вскрыт всеми скважинами. Несмотря на свою довольно резкую литологическую изменчивость по простиранию, в целом он хорошо выдержан и четко прослеживается по площади. В нем выделяют три толщи – *подугольную, межугольную и надугольную*.

Подугольная толщина, залегающая в нижней части пласта Ю₁, представлена песчаным пластом Ю₁³⁻⁴, который прослеживается в разрезах всех скважин, но резко изменчив по латерали. В фациальном отношении он представляет собой регрессивные покровные отложения морского мелководья и прибрежной зоны. Пласт сложен песчаниками серыми и светло-серыми, от мелко- до крупнозернистых, полимиктовыми, среднесцементированными и крепкими, известковистыми. Во всех скважинах пласт водонасыщен.

Выше залегают *межугольная толщина* (пласт Ю₁^M) мощностью 8-17 м, сложенная континентальными отложениями, которая также прослеживается по всей площади месторождения. Толща представлена неравномерным переслаиванием аргиллитов, алевролитов, песчаников, углистых аргиллитов и углей. Толща залегают между песчаными пластами Ю₁³⁻⁴ и Ю₁² и ограничена в подошве наиболее устойчивым по простиранию угольным пластом толщиной 2-3 м, вверху – пачкой углисто-глинистых пород, иногда с маломощным (1-1,5м) угольным пластом. Песчаники имеют подчиненное значение, залегают в виде линзовидных прослоев толщиной 1-3 м, как правило - водоносные.

Надугольная толща, залегающая на межугольной, представляет собой неоднородную пачку песчано-глинистых пород общей толщиной 15-29 м, к которой приурочены пласты Ю₁² и Ю₁¹. [3]

Надугольная толща прослеживается повсеместно, но песчаные пласты по простиранию изменчивы, а в северо-восточной части Шингинского поднятия (скв.300) они полностью замещаются плотными алевроито-глинистыми породами.

Нижний пласт надугольной толщи Ю₁² наиболее развит и выразителен как коллектор в сводовой части структуры. Общая толщина пласта составляет от 2.3-9.4м, эффективная - 0.8 до 7.1 м, т.е. пласт, как уже отмечалось, испытывает резкую изменчивость как по толщине, так и по литологическому составу. Это можно объяснить фаціальными условиями осадконакопления, когда пласт формировался в прибрежной зоне континента и может быть представлен прибрежно-морскими песчаными образованиями, а также отложениями прибрежной затопляемой равнины (скв. 299, 300). По характеру насыщения пласт повсеместно водоносный.

Вышезалегающий пласт Ю₁¹ является основным объектом эксплуатации, отделяется от пласта Ю₁² глинистым прослоем толщиной 1,6 – 7,8 м, сверху перекрыт мощной толщей битуминозных аргиллитов баженовской свиты или маломощными аргиллитами георгиевской свиты (0-2.8м).

По состоянию на 01.01.2017 года в границах залежи пробурено 197 скважин. Разбуривание осуществлялось по направлению от центра залежи к ее периферии. Большинство скважин вскрыли чисто нефтяную зону. Водонефтяную часть залежи вскрыли 15 скважин. [3]

Залежь, приуроченная к пласту Ю₁¹, нефтяная, пластовая сводовая, литологически экранированная. Размер залежи в пределах внешнего водонефтяного контакта (ВНК) 14.3×5.2 км, высота в различных частях залежи колеблется от 53 до 80 м, площадь в пределах внешнего контура нефтеносности – 73.5 км².

Характеристика продуктивной залежи приведена в таблице 1.2.1

Таблица 1.2.1 – Характеристика продуктивной залежи пласта Ю₁¹ Шингинского месторождения

Пласт	Тип залежи	Размеры залежи, км	Площадь залежи, тыс.м ²	Абсолютная отметка кровли (интервал изменения), м	Абсолютная отметка ВНК (интервал изменения), м	Высота залежи, м
Ю ₁ ¹	Пластовая сводовая литологически экранированная	14.3 × 5.2	73522	2498-2566	2552-2581	53-80

Пласт Ю₁¹ залегает на средней абсолютной глубине 2530 м, выдержан по площади. Пласт имеет сложное геологическое строение, изменчив литологически по латерали и разрезу, представлен переслаиванием песчаника буровато-серого, средне-мелкозернистого до мелкозернистого, нефтенасыщенного; аргиллита темно-серого алевролитистого до черного углистого; алевролита темно-серого и серого. Пласт более выдержан в своде поднятия, общая толщина его (от кровли до подошвы коллектора) в среднем составляет 14.0 м, изменяясь от 6.0 м до 22.0 м. Коллекторы вскрыты большинством скважин, за исключением некоторых, в разрезе которых отсутствует песчаный пласт. Обширные зоны отсутствия коллектора выделены по результатам сеймики 3Д и подтверждены бурением на северо-востоке залежи, где на коротком расстоянии (700-800 м) происходит резкое снижение толщины коллектора от 10-9 м (скважины 425 и 105) до полного выклинивания (скважины 435 и 300Р). На юго-востоке зона глинизации вскрывается скважинами 297П и 215. Небольшие зоны глинизации присутствуют в разрезах скважин 103 и 299П в северной части залежи. [3]

По скважинным данным эффективная нефтенасыщенная толщина составляет в среднем по залежи 9.7 м. Средневзвешенное значение эффективной нефтенасыщенной толщины в целом по пласту Ю₁¹ составляет 8.4 м, изменяясь в интервале от 1.7 (скважина 153) до 18.8 м (скважина 302). Максимальные нефтенасыщенные толщины располагаются в центре залежи. Фациальные особенности формирования пласта в прибрежно-морских условиях

осадкообразования в период трансгрессии обусловили характеристики неоднородности пласта – от глинистого прерывистого до гидродинамически связанного непрерывного. Песчаность по пласту в среднем составляет 0.8, изменяясь от 0.2 до 1. Расчлененность пласта изменяется от 1 до 12, составляя в среднем 5.4 (таблица 1.2.1). [3]

Таблица 1.2.1 – Характеристика продуктивных залежей по результатам интерпретации ГИС Шингинского месторождения, пласт Ю₁¹

Параметр	Пласт Ю₁¹
1 Общая толщина	
1.1 Количество скважин	197
1.2 Минимальное значение, м	1.7
1.3 Максимальное значение, м	22
1.4 Среднее значение, м	14
2 Эффективная толщина	
2.1 Количество скважин	197
2.2 Минимальное значение, м	1.7
2.3 Максимальное значение, м	18.8
2.4 Среднее значение, м	10.6
3 Эффективная нефтенасыщенная толщина	
3.1 Количество скважин	197
3.2 Минимальное значение, м	1.7
3.3 Максимальное значение, м	18.8
3.4 Среднее значение, м	9.7
4 Коэффициент песчаности	
4.1 Количество скважин	197
4.2 Минимальное значение, единиц	0.2
4.3 Максимальное значение, единиц	1
4.4 Среднее значение, единиц	0.8
5 Коэффициент расчлененности	
5.1 Количество скважин	197
5.2 Минимальное значение, единиц	1
5.3 Максимальное значение, единиц	12
5.4 Среднее значение, единиц	5.4
6 Коэффициент проницаемости	
6.1 Количество скважин	195
6.2 Минимальное значение, 10 ⁻³ мкм ²	1.5
6.3 Максимальное значение, 10 ⁻³ мкм ²	15
6.4 Среднее значение, 10 ⁻³ мкм ²	6.6
Параметр	Пласт Ю11
7 Коэффициент пористости	
7.1 Количество скважин	195

7.2 Минимальное значение, единиц	12.4
7.3 Максимальное значение, единиц	20.8
7.4 Среднее значение, единиц	14.7
8 Коэффициент начальной нефтенасыщенности	
8.1 Количество скважин	195
8.2 Минимальное значение, единиц	31.6
8.3 Максимальное значение, единиц	68.4
8.4 Среднее значение, единиц	53.0

1.3 Свойства и состав пластовых флюидов

По состоянию на 01.01.2019 года изученность месторождения глубинными и поверхностными пробами УВ флюидов выросла. В подсчете запасов 2008 года приводилась характеристика пластовых флюидов по результатам исследований в трех скважинах – 185, 295, 301. После подсчета запасов 2008 года были проведены исследования пластовых флюидов еще в 5 скважинах – 168, 204, 222, 175, 205. В настоящем разделе приводится обобщенная характеристика состава и свойств пластовых УВ смесей по всем имеющимся на 01.01.2011 года исследовательским данным.

1.3.1 Состав и свойства нефти и растворенного газа в стандартных и пластовых условиях

Поверхностные пробы нефти получены из 8 скважин. В таблице 2.3 представлены данные физико-химических исследований. Осредненные значения свойств нефти следующие. Плотность нефти на Шингинском месторождении при ст. усл. равняется 833 кг/м^3 . Вязкость нефти(кинематическая) при $50 \text{ }^\circ\text{C}$ и $20 \text{ }^\circ\text{C}$ соответственно равна $2,21 \text{ мм}^2/\text{с}$ и $3,86 \text{ мм}^2/\text{с}$. Содержание серы – $0,35 \text{ \% мас.}$, парафиносодержание – $1,52 \text{ \%}$, смол силикагелевых – 3.94 \% мас. , (рис. 2.9). [5]

Согласно ГОСТ Р 51858-2002, нефть малосернистая (класс 1), по плотности легкая (тип 1). Ввиду того, что нефть не содержит сероводород и меркаптанов, она имеет вид 1. Таким образом, классификация нефти 1.1.1.1 ГОСТ Р 51858-2002.

В табл. 1.3.1, 1.3.2 представлены результаты исследования физических свойств пластовой и сепарированной нефтей, полученные по данным изучения PV-зависимостей, стандартной и ступенчатой сепарации и экспериментов по измерению вязкости нефти.

Таблица 1.3.1 – Физико-химическая характеристика дегазированной нефти Шингинского месторождения[1]

Наименование параметра		Пласт Ю ₁ ¹⁻²			
		количество исследованных		Диапазон изменения	Среднее значение по представительным пробам
		скважин	проб		
Плотность при 20 °С, кг/м ³		8	9	825-841	833
Вязкость динамическая, мПа·с					
при 20 °С		8	9	3.01-4.16	3.22
при 50 °С		5	5	1.64-2.12	1.79
Вязкость кинематическая, мм ² /с					
при 20 °С		8	9	3.43-4.95	3.86
при 50 °С		5	5	2.03-2.62	2.21
Молярная масса, г/моль		-	-	-	-
Температура застывания нефти, °С		6	7	-35 - -23	-31
Массовое содержание, %	Серы	8	9	0.32-0.45	0.35
	Смол силикагелевых	1	1	3.50-4.50	3.94
	Асфальтенов	1	1	0.14-1.36	0.48
	Парафинов	1	1	0.32-3.40	1.52
	Воды	1	1	0-0.06	0.02
	Мех. Примесей	-	-	-	-
Солей, мг/л		-	-	-	-
Температура плавления парафина, °С		8	9	46-60	55
Температура начала кипения, °С		8	9	39-61	49
Объёмный выход фракций, %	до 100 °С	7	8	8-13	10
	до 150 °С	8	9	21-27	24
	до 200 °С	8	9	33-40	37
	до 250 °С	8	9	44-52	47
	до 300 °С	8	9	55-63	59
	остаток	8	9	36-45	41
Классификация нефти		1.1.1.ГОСТ Р 51858-2002			

Таблица 1.3.2 – Свойства пластовой нефти Шингинского месторождения

Наименование параметра	Пласт Ю ₁ ¹⁻²			
	Количество исследованных		Диапазон изменения	Среднее значение по представительным пробам
	скважин	проб		
Пластовое давление, МПа	7	8	26.1-26.7	26.3
Пластовая температура, °С	7	8	89-103	103
Давление насыщения газом при пластовой температуре, МПа	7	22	8.1-15.9	11.2
Газосодержание при однократном разгазировании, м ³ /т	7	22	91-184	132
Объёмный коэффициент при однократном разгазировании, д.е.	7	22	1.262-1.528	1.363
Суммарное газосодержание при ступенчатом разгазировании по ступеням, м ³ /т	6	13	74-165	106
Объёмный коэффициент при ступенчатом разгазировании, д.е.	6	13	1.231-1.470	1.294
Плотность нефти при пласт. условиях, кг/м ³	7	22	675-756	723
Плотность разгазированной нефти при однократном разгазировании, кг/м ³	7	22	825-846	836
Плотность разгазированной нефти при стандартных условиях по данным ступенчатой сепарации, кг/м ³	6	13	824-831	828
Динамическая вязкость нефти при пластовых условиях, мПа*с	7	17	0.33-0.67	0.52
Коэф. объёмной упругости, 1/МПа*10 ⁻⁴	7	16	11.4-24.0	15.3
Плотность нефтяного газа, кг/м ³ , при 20 С: - при однократном (стандартном) разгазировании	7	22	1.160-1.481	1.361
- при дифференциальном (ступенчатом) разгазировании	6	13	1.072-1.300	1.176

По результатам осреднения данных однократного разгазирования представительных глубинных проб пластовой нефти получены следующие характеристики: плотность пластовой нефти составляет 723 кг/м³, сепарированной – 836 кг/м³, объёмный коэффициент – 1,363, газосодержание – 132 м³/т. Давление насыщения при пластовой температуре – 11.2 МПа, динамическая вязкость пластовой нефти равна 0.52 мПа*с.

По результатам осреднения данных ступенчатой сепарации представительных глубинных проб пластовой нефти получены следующие

характеристики: плотность сепарированной нефти составляет 828 кг/м³, объемный коэффициент – 1.294, газосодержание – 106 м³/т. [7]

В табл. 1.3.3 приведено сравнение ранее принятых и уточненных параметров по результатам всего имеющегося на 01.01.2016 г. объема исследований пластовых флюидов. Уточненные параметры несколько отличаются от утвержденных числящихся на балансе РФ, нуждаются в экспертизе и утверждении. В 2012 году планируется провести пересчет запасов с защитой в ГКЗ, в котором будет учтена вся имеющаяся информация. Но, в настоящей работе, при технологических расчетах использовались данные о свойствах и составе пластовых флюидов, утвержденные и числящиеся на балансе на 01.01.2009 года. [1]

Таблица 1.3.3 – Сравнение ранее принятых и уточненных параметров пластовых флюидов Шингинского месторождения

Параметры	Уточненные параметры на 01.01.2009г.	Утвержденные параметры (по форме 6-ГР)	Изменение, %
Давление насыщения, МПа	11.3	10.8	4.9
Динамическая вязкость, мПа*с	0.51	0.56	-8.7
Объемный коэффициент нефти, д.ед.	1.340	1.231	8.9
Газосодержание, м ³ /т	125	88	41.7
Плотность нефти в пов.усл., г/см ³	0.834	0.828	0.7
Плотность нефти в пл.усл., г/см ³	0.723	0.745	-3.0
Плотность воды в пл.усл., г/см ³	1.008	1.008	0.0
Динамическая вязкость воды, мПа*с	0.35	0.35	0.0

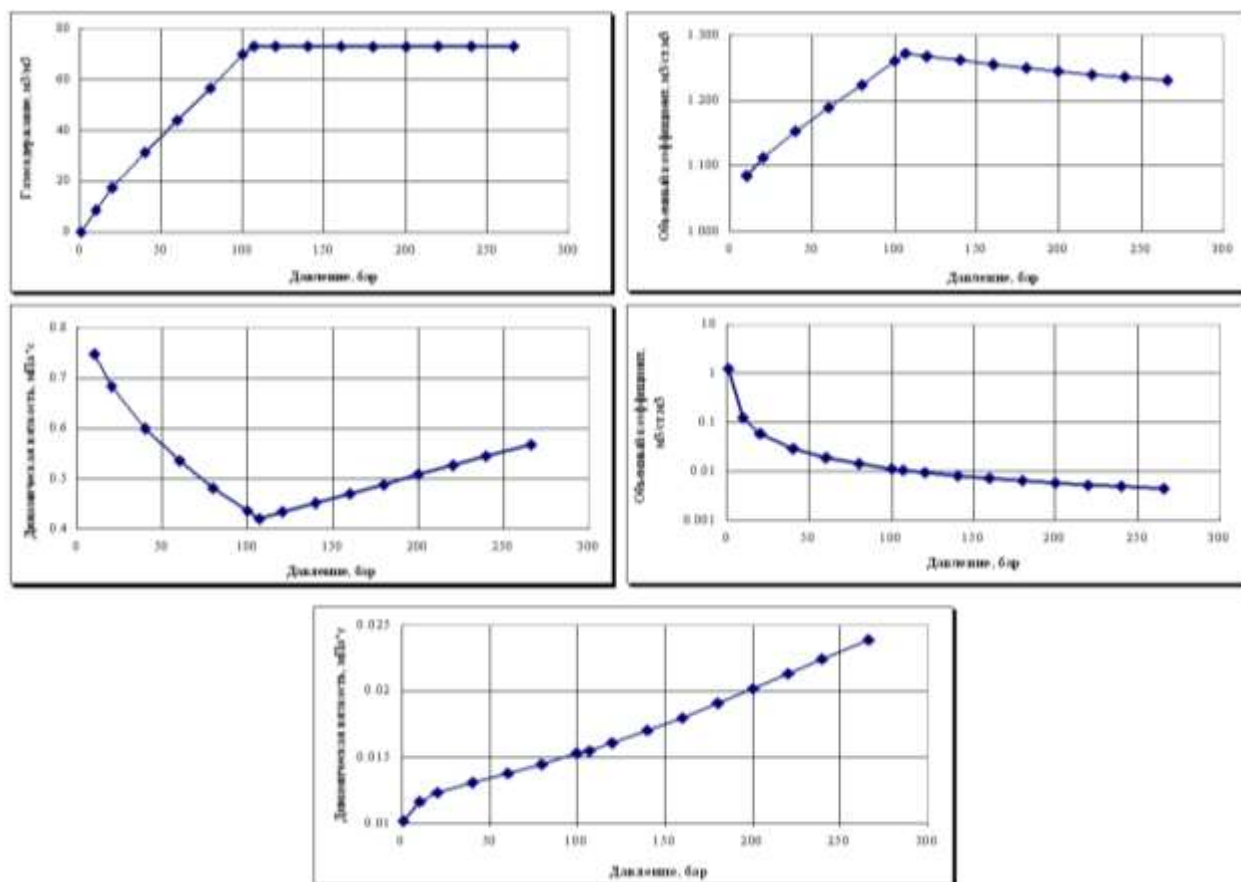


Рисунок 1.3.1 – Зависимости физических свойств пластовой нефти и растворенного газа от давления при пластовой температуре

1.4 Запасы нефти и газа

Запасы углеводородов Шингинского месторождения неоднократно пересматривались с увеличением степени изученности месторождения. В ГКЗ запасы утверждались дважды: в 1998 году (протокол ЦКЗ МПР РФ №6 от 22.01.98г.), в 2010 году [5](протокол ГКЗ РФ №2288-дсп, утвержден МПР РФ 25.10.2010г.). После последнего утверждения в ГКЗ в 2010 г. запасы трижды оперативным путем пересчитывались по результатам эксплуатационного бурения. Последний оперативный пересчет запасов углеводородов выполнен в 2015 г. [4]. Работа выполнена на основе вновь пробуренных 42 эксплуатационных скважин и семи горизонтальных стволов. После предыдущего ОПЗ 2013 г. выполнена обработка и интерпретация трех объединенных сейсмических кубов 3Д, позволившая уточнить стратиграфическое положение кровли и подошвы пласта на участках, где

прежде были состыкованы данные 3Д Шингинского куба и профильные данные 2Д. В результате ОПЗ уточнены нефтенасыщенные толщины и границы залежи пласта Ю₁¹. [1]

Запасы нефти и растворенного газа утверждены ФАН (Протокол № 03-18/452-пр от 20.08.2015 г.) с рекомендацией постановки на баланс по состоянию на 01.01.2016 г.

По состоянию на 01.01.2016 г. на балансе РФ числится запасы нефти по категориям ВС₁+С₂. Начальные запасы нефти кат. ВС₁ составляют в целом по месторождению геологические/извлекаемые 24962/8738 тыс.т, кат. С₂ – 829/290 тыс.т.

Вновь подсчитанные в 2015 г. запасы нефти составили, геологические/извлекаемые: кат. ВС₁ – 29450/10308 тыс.т, кат С₂ – 1051/368 тыс.т.

В целом по месторождению произошло увеличение начальных запасов нефти (геологические/извлекаемые) по сумме категорий ВС₁+С₂ на 4710/1648 тыс.т., в том числе: запасы категории ВС₁ увеличились на 4488/1570 тыс.т, или на 18 %, запасы категории С₂ увеличились на 222/78 тыс.т, или на 26.8 %. Увеличение запасов произошло, в основном, за счет увеличения площади нефтеносности и уточнения нефтенасыщенных толщин, которые изменились в сторону увеличения. Коэффициенты пористости, нефтенасыщенности, пересчетный и плотность нефти не изменились.

2 ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВА НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Поскольку водонефтяная эмульсия является неустойчивой системой, тяготеющей к образованию минимальной поверхности раздела фаз, то естественно ожидать наличие у нее склонности к расслоению. Тем не менее, реальных условиях эксплуатации нефтедобывающего оборудования во многих случаях образуются эмульсии, обладающие высокой устойчивостью. Это в значительной степени определяет выбор технологии их дальнейшей обработки, а также глубину отделения водной фазы от нефти. Агрегативную устойчивость эмульсий измеряют временем их существования до полного разделения образующих эмульсию жидкостей. В случае эмульсий, полученных из разных нефтей, их устойчивость может составлять от нескольких секунд до года и более. К причинам, которые способствуют агрегативной устойчивости нефтяных эмульсий, относят образование структурно-механического слоя эмульгаторов на межфазной границе глобул; образование двойного электрического слоя на поверхности раздела в присутствии ионизированных электролитов; термодинамические процессы, протекающие на поверхности глобул дисперсной фазы; расклинивающее давление, возникающее при сближении глобул дисперсной фазы, покрытых адсорбционно-сольватными слоями. Кроме того, устойчивость нефтяных эмульсий зависит от величины глобул воды (ее дисперсности), плотности и вязкости нефти, содержания в ней легких фракций углеводородов, эмульгаторов и стабилизаторов эмульсии, а также от состава и свойств эмульгированной воды. Содержащиеся в нефти асфальтены, смолы, нафтены и парафины, являющиеся природными поверхностно-активными веществами (ПАВ) относят к естественным стабилизаторам эмульсий. Кроме того, они включают в себя мельчайшие твердые частицы веществ (глина, кварц, соли и т. д.), находящихся в продукции скважин во взвешенном состоянии. В зависимости от концентрации дисперсной фазы в эмульсиях их подразделяют на разбавленные или слабо концентрированные (дисперсной фазы менее 20%), концентрированные (до

74%) и высококонцентрированные (свыше 74%). Разбавленные эмульсии с мелкодисперсной структурой обладают высокой стойкостью к разрушению. В промышленных эмульсиях размер капель дисперсной водной фазы, как правило, от 0,1 до 250 мкм. Капли большего размера могут существовать только в потоке из-за быстрой седиментации в статических условиях. Устойчивость большинства нефтяных эмульсий типа "вода в нефти" возрастает со временем. В процессе старения эмульсии на глобулах воды увеличивается слой эмульгатора и, соответственно, повышается его механическая прочность. При столкновении таких глобул не происходит их коалесценции из-за наличия прочной гидрофобной пленки. Чтобы объединить глобулы воды необходимо эту пленку разрушить и заменить ее гидрофильным слоем какого-либо ПАВ. Старение эмульсий интенсивно протекает только в начальный период после их образования, а затем заметно замедляется. Особенности старения обратной эмульсии зависят от состава и свойств нефти, пластовой воды, условий образования эмульсии (температура, интенсивность перемешивания фаз). Известно, что пластовая минерализованная вода образует с нефтью более устойчивые и быстро стареющие эмульсии, чем пресная вода. Основные характеристики нефтяных эмульсий включают степень разрушения за определенный период времени, эффективную (в ряде случаев структурную) вязкость, средний поверхностно-объемный диаметр эмульгированных капель водной фазы. В совокупности эти параметры отражают интенсивность эмульгирования нефти, ее физико-химические свойства и адсорбцию эмульгатора. Об интенсивности разрушения эмульсии можно судить по разности между плотностями воды и нефти $\Delta\rho$, а также отношению суммарного содержания асфальтенов (а) и смол (с) к содержанию парафинов (п) в нефти $(a+c)/p$. Последний показатель предопределяет способ деэмульгирования нефтяных эмульсий. Показатель $\Delta\rho$ соответствует движущей силе гравитационного отстаивания. Оба показателя являются качественными характеристиками эмульсий и позволяют разделять их на группы.

2.1 Классификация нефтяных эмульсий

В нефтяной промышленности все технологические процессы добычи, сбора, подготовки нефти, газа и воды связаны с необходимостью изучения свойств образующихся нефтяных эмульсий. Все нефтяные эмульсии делятся на три группы.

1 группа – обратная эмульсия (вода в нефти), в ней содержание дисперсной фазы (воды) в дисперсной среде (нефти) может колебаться от следов до 90-95%. Этот тип нефтяных эмульсий включает в себя ряд разбавленных и высококонцентрированных эмульсионных систем, где в большей степени проявляются различия в факторах их стабилизации. Свойства нефтяных эмульсий этой группы в значительной степени влияют на технологические процессы добычи нефти, внутрипромысловый сбор, сепарацию (отделение газа) и выбор техники и технологии деэмульсации нефти.

2 группа – это эмульсии прямого типа (нефть в воде). Образуются они в процессах разрушения обратных эмульсий, т.е. при деэмульсации нефти. Однако на обводнённых нефтяных месторождениях с низкой минерализацией пластовых вод и нефтей, содержащих повышенное количество нафтеновых кислот, могут образовываться стойкие эмульсии прямого типа при добыче и сборе продукции скважин. Стойкие эмульсии прямого типа могут образовываться в процессе паротеплового воздействия на пласт.

3 группа – это «множественная» эмульсия. Как показали исследования, она характеризуется повышенным содержанием различных механических примесей. Трудно разрушаясь с помощью известных методов, такие эмульсии накапливаются на границе раздела фаз в аппаратах подготовки нефти и воды и являются причиной срыва технологического режима. На практике в этих случаях периодически защищают аппараты и удаляют накопившийся промежуточный слой такой эмульсии в амбар или нефтеловушку. «Множественную» (ловушечную) эмульсию утилизируют, обрабатывая ее при жестких технологических режимах, или сжигают. Следует подчеркнуть, что с повышением обводненности нефтяных месторождений и широким

применением новых интенсивных методов воздействия на продуктивный пласт для увеличения его конечной нефтеотдачи (закачка пара, кислот, щелочей, мицеллярных растворов и т.д.) не исключена возможность появления в продукции скважин повышенного количества различных механических примесей, что, в свою очередь, может быть причиной формирования на установках подготовки нефти определённого объёма стойких «ловушечных» нефтяных эмульсий.

2.2 Физико химические и теплофизические свойства эмульсии

Эмульсии являются одним из примеров метастабильных коллоидов. Коллоиды составляют весьма широкий класс материалов. Их базовая структура состоит из диспергированной одной фазы в другой, в которой дисперсная фаза имеет масштаб от нескольких молекул до нескольких микрон. Некоторые виды коллоидов термодинамически стабильны и образуются самопроизвольно, в то время как другие — метастабильные — требуют энергии для образования и поддержания их специфических свойств. Как правило, эмульсии состоят из двух несмешивающихся жидкостей, одна из которых рассеяна в другой в присутствии поверхностно-активных веществ. Капли эмульсии обладают классическими характеристиками метастабильных коллоидов: броуновское движение, обратимый фазовый переход как результат взаимодействия капель, и необратимые переходы, как правило, предполагающие разрушение эмульсии. Объемная доля капель может варьироваться от нуля до почти единицы: плотная эмульсия иногда называется двухжидкостной пеной поскольку их структура очень похожа на клеточную структуру воздушно-жидкостной пены, для которой непрерывная фаза очень незначительна. Эмульсии, в зависимости от того разбавленные они или высококонцентрированные, обладают различной внутренней динамикой и механическими свойствами. Когда эмульсия сильно разбавлена капли испытывают броуновское движение, и жидкость ведет себя как вязкая ньютоновская жидкость. Когда эмульсия концентрированная, а именно в случае плотной упаковки - объемная доля составляет 64 % для

монодисперсных капель, внутренняя динамика строго ограничена и жидкость ведет себя как вязкоупругое твердое тело. Простые прямые эмульсии состоят из капель масла, диспергированных в воде (М/В), в то время как обратная эмульсия состоит из капелек воды, диспергированных в масле (В/М). В целом эмульсия состоит из двух несмешивающихся фаз, для которых поверхностное натяжение ненулевое, и в принципе может включать другие гидрофильные или липофильного типа флюиды (липофильность — способность химических соединений растворяться в жирах, маслах, липидах, неполярных растворителях) в присутствии соответствующих поверхностно-активных веществ, каждая из фаз может состоять из многочисленных компонентов. Например, простая эмульсия может содержать мелкие капли непрерывной фазы, рассеянные внутри каждой капли дисперсной фазы. Такие системы называются двойными эмульсиями. Простые эмульсии также могут содержать твердые частицы в каждой капле.

2.3 Характеристики эмульсий

Основными характеристиками нефтяных эмульсий являются степень разрушения за определенный период времени, эффективная вязкость, средний поверхностно-объемный диаметр капель воды. По этим параметрам можно оценить, с какой интенсивностью происходит эмульгирование нефти, ее физико-химические свойства и адсорбцию эмульгатора. Содержание парафина, смол и асфальтенов позволяют оценить интенсивность разрушения водонефтяной эмульсии.

Для определения таких характеристик эмульсий, как размер частиц, их концентрация и физическое состояние частиц, чаще всего используют электронную микроскопию. В последнее время появились новые способы оценки характеристик эмульсий, например, ультразвуковое сканирование, которое позволяет не только определить основные характеристики, но и наблюдать кинетические процессы, происходящие в эмульсиях (слияние капель, дробление и т.д.).

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

В ходе исследования были проведены эксперименты с целью оценки влияния физико-химических свойств нефтей, начальной обводненности водонефтяных эмульсий и интенсивности перемешивания при их приготовлении на размер образующихся капель воды.

Далее будут приведены снимки образцов эмульсий, приготовленных на основе исследуемых проб нефти и полученных с помощью увеличения под микроскопом.

3.1 Влияние физико-химических свойств нефтей на размеры капель

Наблюдались размеры капель в водонефтяных эмульсиях приготовленных на основе четырех проб нефтей с различными физико-химическими свойствами.

На рисунке 3.1.1. видно, что при увеличении плотности нефти при ее перемешивании увеличивается и количество капель наименьшего диаметра. Водонефтяная эмульсия на основе самой смолистой и парафинистой нефти пробы 28 имеет больше мелких капель нежели крупных по сравнению с другими образцами водонефтяных эмульсий.

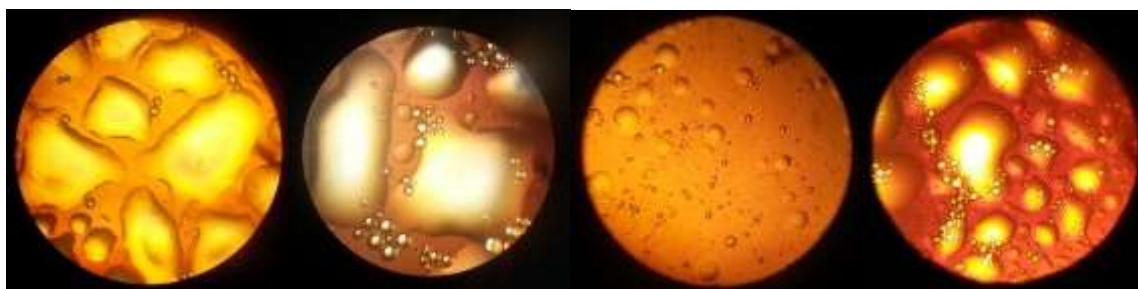


Рисунок 3.1.1 – Водонефтяные эмульсии с начальной обводненностью

3.2 Влияние начальной обводненности водонефтяных эмульсий на размеры капель

При увеличении начальной обводненности водонефтяной эмульсии в процессе ее перемешивания увеличивается количество мелких капель, а также количество крупных за счет их коалесценции, увеличивается диапазон размеров капель воды в приготовленных эмульсиях (рис. 3.2.1.).

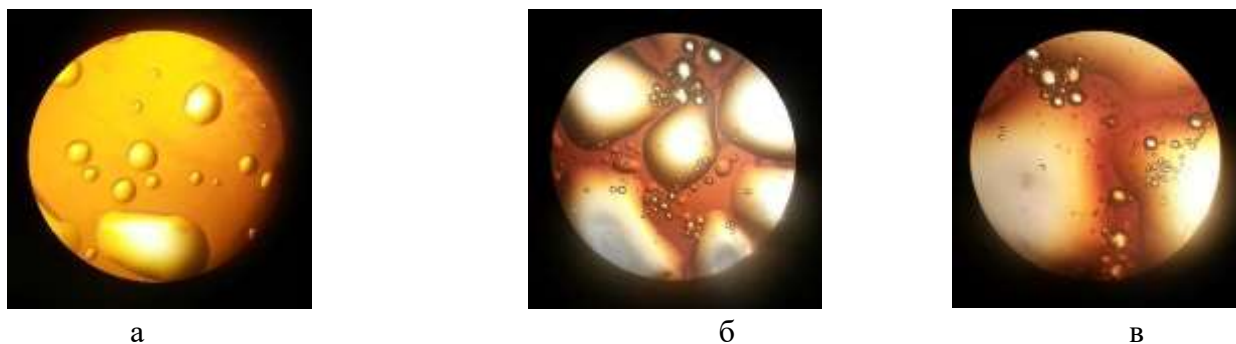


Рисунок 3.2.1 – Водонефтяные эмульсии пробы 8, приготовленные при режиме перемешивания 1000 об./мин с начальной обводненностью:
а – 10%; б – 20%; в – 30%

А при увеличении скорости перемешивания эта зависимость проявляется более заметно (рис. 3.2.2).

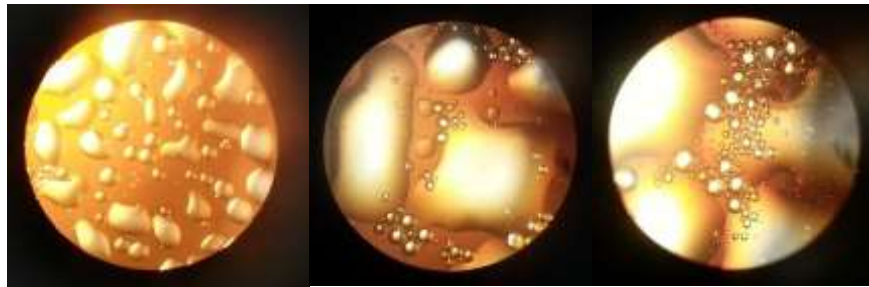


Рисунок 3.2.2 – Водонефтяные эмульсии пробы 8, приготовленные при режиме перемешивания 2000 об./мин с начальной обводненностью:

Так же на примере водонефтяных эмульсий (рис. 3.2.3.) и (рис. 3.2.4.) можно наблюдать, что при увеличении начальной обводненности увеличивается количество как маленьких, так и больших капель.

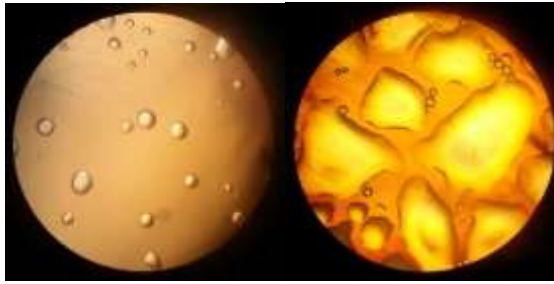
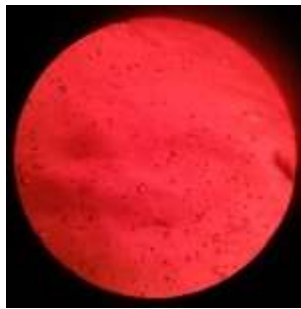
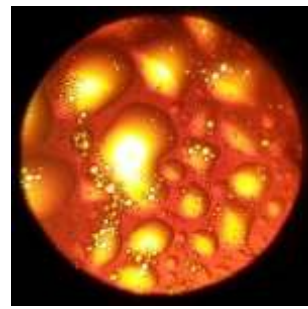


Рисунок 3.2.3 – Водонефтяные эмульсии пробы 59, приготовленные при режиме перемешивания 2000 об./мин при начальной обводненности



а



б

Рисунок 3.2.4 – Водонефтяные эмульсии, приготовленные при режиме перемешивания 2000 об./мин при начальной обводненности

Таким образом, во всех рассмотренных случаях с увеличением обводненности при одинаковой интенсивности перемешивания увеличивается диапазон размеров капель и их количество, и уменьшается минимальный размер капли.

3.3 Исследования поведения внэ в электрогидравлических полях – эффект Юткина

Электрогидравлический эффект (ЭГЭ) — новый промышленный способ преобразования электрической энергии в механическую, совершающийся без посредства промежуточных механических звеньев, с высоким КПД. Сущность этого способа состоит в том, что при осуществлении внутри объема жидкости, находящейся в открытом или закрытом сосуде, специально сформированного импульсного электрического (искрового, кистевого и других форм) разряда вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие гидравлические давления, электромагнитные и акустические излучения способные совершать

полезную механическую работу и сопровождающиеся комплексом физических и химических явлений.

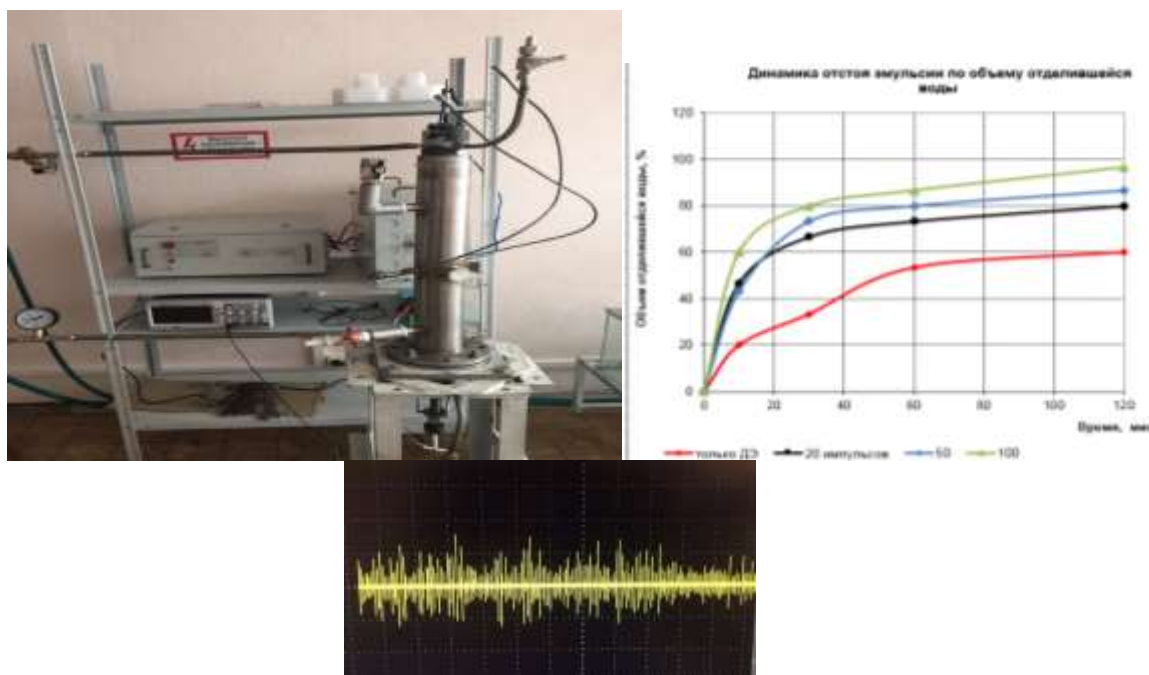


Рисунок 3.3.1-Динамика отстоя эмульсии по объему отделившейся воды

Впервые этот эффект открыл (1933) и исследовал наш соотечественник Лев Александрович Юткин (5 августа (23 июля) 1911 - 5 октября 1980). Многие теоретические и практические основы этого эффекта, названного автором электро-гидравлическим эффектом (ЭГЭ), изложены в его книге. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986

Получение электрогидравлического эффекта

Электрогидравлический разряд возникает при приложении к жидкости импульсного напряжения, достаточной амплитуды и длительности в результате чего развивается электрический пробой. Характерное время переднего фронта импульса тока разряда от долей микросекунды, до нескольких микросекунд. Крутой передний фронт напряжения, прикладываемого к разрядному промежутку в жидкости, является отличительной чертой и неизменным условием эффекта Юткина. Если фронт нарастания напряжения на разрядном промежутке в жидкости пологий, то возникающий импульс тока не приводит к

желаемому эффекту. Почему так важна длительность переднего фронта? Все дело в том, что энергия, которая выделится за время нарастания импульса тока, и будет определять развитие всех эффектов, сопровождающих электрогидравлический разряд. Чем меньше будет длительность переднего фронта импульса, тем больше будет импульсный ток и пиковая мощность импульса. Для формирования импульса с коротким передним фронтом напряжения, прикладываемого к разрядному промежутку в жидкости, Юткин использовал разрядный промежуток в газе - газовый разрядник, а для формирования определенной энергии импульса - накопительный электрический конденсатор. Необходимо отметить, что процесс формирования разряда и его поведение зависит от того, какую полярность имеет "инициирующий" электрод. Например, величина пробивного напряжения на разрядном промежутке в воде, в зависимости от полярности, может отличаться в несколько раз.

Работа электрогидроимпульсной установки предполагает относительно медленный заряд накопительного конденсатора от источника питания высокого напряжения, затем, при достижении напряжения пробоя разрядника, происходит быстрый разряд конденсатора на разрядный промежуток в жидкости.

Для заряда накопительного конденсатора, в зависимости требуемых условий обработки, используется напряжение до 100 кВ

Юткин предложил разграничение трех режимов работы электрогидравлических установок в зависимости от напряжения и емкости накопительного конденсатора:

- **мягкий**, напряжение меньше 20кВ, емкость больше 1 мкф;
- **средний**, напряжение больше 20кВ, емкость меньше 1 мкф;
- **жесткий**, напряжение больше 50кВ, емкость меньше 0,1 мкф.

Необходимо помнить, что энергия запасенная в электрическом конденсаторе прямопропорциональна емкости этого конденсатора и прямо пропорциональна квадрату напряжения на конденсаторе.

$$E_{\text{кон}} = C \cdot U^2 / 2$$

Для заряда накопительного конденсатора может быть использован квазирезонансный высоковольтный источник питания с ограничением зарядного тока реактивным элементом.

В свое время была разработана и практически реализована такая схема построения электрогидравлической установки (патент на изобретение № 2207230 - Установка для электрогидравлической обработки). Заряд высоковольтного конденсатора происходит фиксированным током или фиксированной мощностью. При этом был обеспечен высокий к.п.д. и минимальные габариты разрядной установки. Не смотря на многочисленный опыт применения данной технологии в различных сферах, в нефтегазовой отрасли для разрушения ВНЭ показал слабый эффект.

В процессе испытаний выполнено:

1. Создан стенд основанный на эффекте электрогидравлики Юткина
2. Отобраны пробы водонефтяных эмульсий с 9-ти месторождений
3. Разработана методика испытаний
4. Проведены испытания, получены зависимости поведения структуры ВНО в электрогидравлических полях
5. По результатам испытаний выявлен слабый эффект влияния ЭГЭ полей на распад эмульсий. Предложено далее не рассматривать технологию в качестве базы для разработки фазоразделителя.

3.3.1 Исследования поведения внэ в электромагнитных полях высокой частоты и сверх высокой частоты

Эффективность действия электромагнитного поля определяется частотой приложенного поля и диэлектрическими свойствами (тангенсом угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ и относительной диэлектрической проницаемостью ϵ') эмульсии, которые характеризуют его поведение во внешнем поле. Поэтому детальное исследование зависимости диэлектрических свойств эмульсий от частоты поля дает возможность установить область частот наиболее эффективного электромагнитного воздействия. Диэлектрические параметры

исследуемых водонефтяных эмульсий определялись методом куметра (ВМ-560, Е4-11). Для исследованных образцов зависимости $\text{tg}\delta(f)$ имеют ярко выраженные резонансные максимумы в диапазоне частот 1–20 МГц. Наличие максимума в частотном ходе $\text{tg}\delta$ позволяет прогнозировать резонансное взаимодействие объектов с ВЧ ЭМ полем, Т.е. при частоте электромагнитного поля, равной частоте, при которой $\text{tg}\delta$ имеет максимум, энергия поля наиболее интенсивно поглощается полярными компонентами среды, образующими бронирующие оболочки высокомолекулярных полярных компонентов нефти, образующиеся в эмульсии на поверхности капель воды. Следовательно, в ней возникнут интенсивные термо- и гидродинамические эффекты, и прочность молекулярной связи между дипольными молекулами оболочки снизится. Это, в конечном счете, ослабит прочность всей оболочки, что приведет к разрушению водонефтяной эмульсии.

Экспериментальные исследования

Для экспериментальных исследований воздействия ВЧ ЭМ поля на образцы использовался лабораторный стенд высокочастотного четвертьволнового резонатора рис. 2. Образцы эмульсий в мерной пробирке по 25 мл помещались в узел обработки эмульсии электромагнитным полем с частотой излучения 13,56 МГц и мощностью излучения 800 Вт. Узел обработки 1 соединяется с генератором электромагнитных волн посредством коаксиального кабеля 3 марки РК-75-44-12 и тройника 4. Согласование системы производится посредством узла согласования 5, представляющего собой коаксиальную систему переменной емкости. Результаты, полученные после воздействия на исследуемые эмульсии ВЧ ЭМ полем с частотой 13,56 МГц, представлены на рис. 3, из которого видно, что эмульсия, у которой резонансная частота ближе к рабочей частоте ВЧ генератора (13,56 МГц), разрушается наиболее эффективно [5]. При резонансном взаимодействии ЭМ поля со средой происходит интенсивное разрушение структуры бронирующих оболочек на каплях воды, состоящих из адсорбированных на ее поверхности полярных компонентов нефти (асфальтенов, смол и др.). Кроме этого, для

визуализации процесса взаимодействия капель воды в водонефтяных эмульсиях были сделаны видеосъемки процесса воздействия ВЧ электромагнитного поля ($f = 0,5 \text{ МГц}$, $W = 30 \text{ Вт}$) на микроструктуру водонефтяных эмульсий. Для этого использовались генератор AG 1021 (T&C Power Conversion) и видеокамера INFINITY 2 (Lumenera). На рис. 4 представлены кадры в отсутствие электромагнитного поля (а) и через 30 секунд после включения электромагнитного генератора (б). Как видно, под действием ВЧ электромагнитного поля образуются агрегаты капель в виде цепочек, вытянутых преимущественно вдоль направления силовых линий электрического поля.

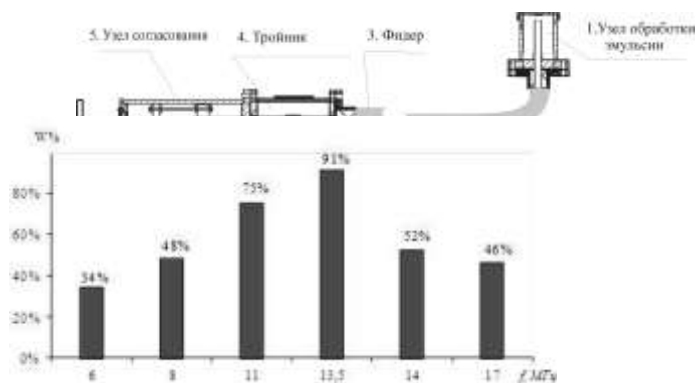


Рис. 3.3.1- Принципиальная схема лабораторного стенда для обработки эмульсии ВЧ электромагнитным полем

Рис.3.3.2 - Зависимость доли отслоившейся воды из водонефтяной эмульсий в зависимости от ее резонансной частоты

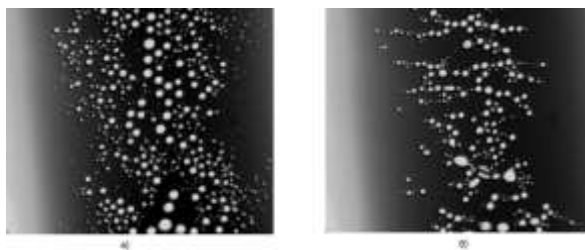


Рис.3.3.3- Фотографии микроструктуры водонефтяной эмульсии до и после воздействия ВЧ ЭМ полем

Наблюдается также и слияние капель. Аналогичные исследования проводили в СВЧ области с частотой 2,4 ГГц. На рис.4.3.3. представлена принципиальная схема установки для обработки эмульсий СВЧ

электромагнитным полем в динамическом режиме. Результаты исследований воздействия СВЧ электромагнитного поля на различные образцы эмульсий показали, что эффективность расслоения эмульсий в СВЧ ЭМ поле зависит от толщины бронирующей оболочки. При СВЧ электромагнитном воздействии на водонефтяную эмульсию основная энергия поглощается водной фазой, сосредоточенной в глобулах, покрытых бронирующей оболочкой. В результате в глобулах воды возникают объемные источники тепла, за счет чего происходит их интенсивный нагрев, приводящий к разрушению бронирующей оболочки. Однако, в зависимости от прочности и толщины бронирующей оболочки температура, при которой происходит разрыв оболочки, может быть разной. Для разрыва тонких оболочек достаточны небольшие температуры. При значительной прочности и толщине оболочки температура разрыва и давление внутри оболочки могут быть настолько большими, что при разрыве оболочки происходит локальный разрыв и «впрыскивание» глобул воды в нефтяную фазу. В результате образуется мелкодисперсная стойкая среда, что подтверждается фотоснимками микроструктуры водонефтяной эмульсии до и после обработки СВЧ ЭМП. Для предотвращения локальных разрывов капель дальнейшие исследования проводились в динамическом режиме. На рис.4.3.3 сопоставлены фотографии микроструктуры образца № 3 до обработки, после обработки СВЧ ЭМП в статическом режиме и в динамическом режиме при различных скоростях потока. До обработки наблюдаем устойчивую водонефтяную эмульсию с диспергированными глобулами воды. После обработки СВЧ ЭМП в статическом режиме наблюдаем отрицательный эффект разрушения тех самых глобул воды, то есть глобулы разбились на более мелкие глобулы.

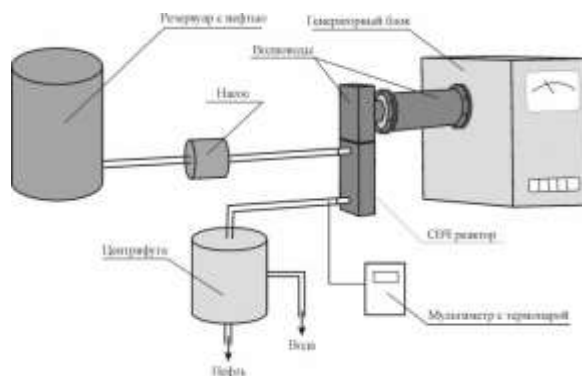


Рис.3.3.4- Принципиальная схема установки для обработки эмульсий СВЧ электромагнитным полем в динамическом режиме

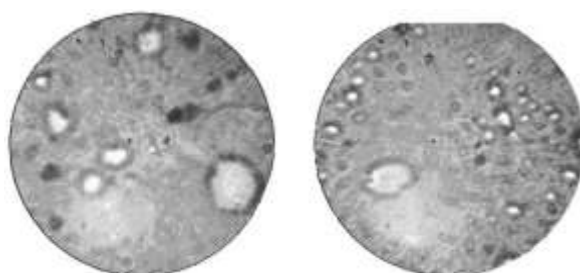


Рис. 3.3.5- Фотоснимки микроструктуры образца эмульсии до и после обработки СВЧ ЭМП

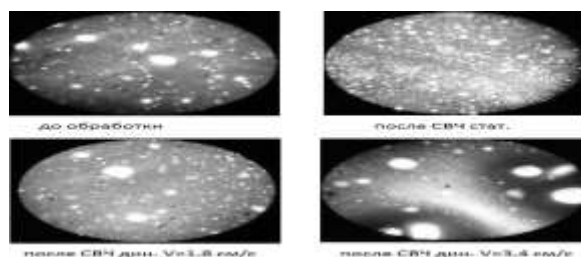


Рис. 3.3.6 - Фотографии микроструктур образца № 3 до обработки и после обработки СВЧ ЭМП в различных условиях

Произошел разрыв устойчивой оболочки диспергированных капель вследствие увеличения давления в этих каплях при воздействии СВЧ ЭМП. При обработке СВЧ ЭМП в динамическом режиме при скорости потока 1,8 см/с наблюдается положительный эффект действия поля, то есть мелкодиспергированные глобулы воды слились в более крупные глобулы. После обработки при скорости потока 3,4 см/с наблюдаем усиление эффекта действия поля. Воздействие переменного электромагнитного поля высокой частоты и сверх высокой частоты на эмульсии приводит к ускорению процесса

распада эмульсий. ВНЭ проходящая через проточный фазоразделитель делится на 2 фазы без применения хим реагентов или с небольшой дозировкой 10-30% от принятой нормы.

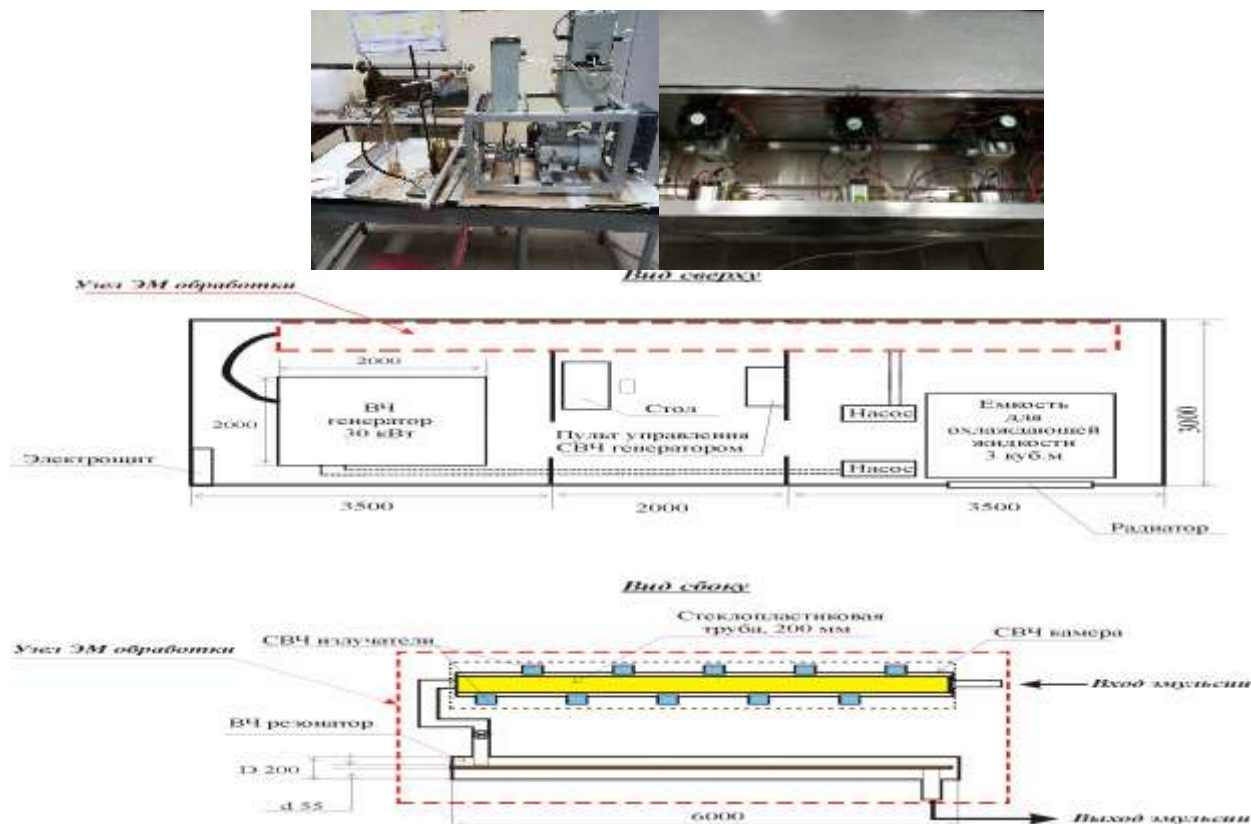


Рисунок 3.3.7 – Лабораторные исследование

В процессе испытаний выполнено:

1. Создано 2 станда ВЧ и СВЧ воздействия
2. Отобраны пробы водонефтяных эмульсий с 9-ти месторождений
3. Разработаны методики испытаний
4. Проведены исследования нефти на диэлектрическую проницаемость, выявлены диапазоны эффективных частот.
5. Проведены испытания, получены зависимости поведения структуры ВНО в электромагнитных полях ВЧ и СВЧ
6. Разработан фазоразделитель ВНО основанный на эффектах ВЧ-СВЧ
7. Проведены экономические расчеты применимости на ДНС-2 Тайлаковского месторождения

3.3.2 Исследования поведения внэ в ультразвуковых акустических полях

Современные технологии наиболее часто основываются на реализации гетерогенных процессов, протекающих между двумя или несколькими неоднородными средами в системах жидкость – жидкость и жидкость – твердое тело. Это процессы массообмена, процессы диспергирования, разделения жидкостей и суспензий, кристаллизации, предотвращения накипеобразования на поверхностях теплообменных аппаратов и трубопроводов, полимеризации и деполимеризации и т.д., а также различные химические и электрохимические реакции. Скорость протекания большинства гетерогенных процессов в обычных условиях очень мала и определяется величиной поверхности соприкосновения реагирующих компонентов. УЗ колебания обеспечивают сверхтонкое диспергирование (не реализуемое другими способами), увеличивая межфазную поверхность реагирующих элементов. Таков один из механизмов интенсификации процессов в жидких средах. Возникающая под действием колебаний в жидкости кавитация и сопровождающие ее мощнейшие микропотоки, звуковое давление и звуковой ветер воздействуют на пограничный слой и «смывают» его. Таким образом, устраняется сопротивление переносу реагирующих веществ и интенсифицируется технологический процесс. Наиболее интересными из гетерогенных процессов являются процессы УЗ эмульгирования (диспергирование жидкостей в жидкостях) и диспергирования (получения тонкодисперсных суспензий). Эти процессы связаны с увеличением поверхности взаимодействия и поэтому лежат в основе интенсификации множества других процессов. Высокая эффективность ультразвуковых технологий в жидких средах обусловлена следующими причинами:

1. Условия ввода УЗ колебаний из колебательных систем с помощью металлических рабочих инструментов в жидкости наиболее благоприятные, по сравнению с введением УЗ колебаний, например, в газовые среды. Обусловлено это тем, что удельное волновое сопротивление жидких сред значительно (для

воды в 3500 раз) больше, чем у газов и поэтому, большая мощность излучается из колебательной системы в жидкость при одинаковой амплитуде колебаний инструмента колебательной системы.

1. В жидких средах возникает и протекает специфический физический процесс – ультразвуковая кавитация, обеспечивающий максимальные энергетические воздействия, как на сами жидкости, так и на твердые тела в жидкостях. Аналогичного по эффективности воздействия физического процесса нет в твердых телах и газовых средах.



Рисунок 3.3.2.1-Механизм воздействия

По направлению подготовка нефти и газа:

Под воздействием ультразвукового излучения происходит разрушение бронирующих оболочек капель воды в водонефтяных эмульсиях, слияние глобул воды осуществляется за счет разницы в плотности воды и нефти. Результатом ультразвуковой обработки является ускорение гравитационного разделения воды от нефти и значительное снижение расхода деэмульгатора. Решение задачи осуществляется за счет размещения ультразвуковых излучателей на поверхности трубопроводов после нагрева продукции. Воздействие на среду осуществляется опосредованно. Для усиления эффекта с поверхности трубопроводов снимаются резонансно-частотные характеристики, а с учетом скорости прохождения жидкости рассчитывается количество

излучателей и их характеристики частотного спектра излучения совпадающие с характеристиками трубопровода. Аналогичные процессы при воздействии ультразвука происходят на выделение газа из водонефтяной эмульсии. В результате воздействия ультразвука на микроскопические пузырьки газа связанного силами поверхностного натяжения на границе раздела нефть-газ. За счет разницы скорости прохождения УЗ волны в элементах с разной плотностью происходит объединение газовых пузырьков, в результате в зоне воздействия происходит однократное контактное разгазирование. Диспергирование деэмульгатора в жидкую и газообразную среды через ультразвуковое устройство приводит к снижению деэмульгатора на 30-40%. ВНЭ проходящая через проточный фазоразделитель делится на 2 фазы без применения хим. реагентов или с небольшой дозировкой 20-40% от принятой нормы.

В процессе испытаний выполнено:

1. Создан стенд
2. Отобраны пробы водонефтяных эмульсий с 9-ти месторождений
3. Разработана методика испытаний
4. Проведены испытания, получены зависимости поведения структуры

ВНЭ в ультразвуковых полях

5. Разработан фазоразделитель ВНО и ультразвуковой SMART Диспергатор деэмульгатора



Рисунок 3.3.2.2- поведения структуры ВНЭ в ультразвуковых полях

По направлению добыча нефти и газа:

Достижение технического результата обеспечивается тем, что звуковые колебания, излученные в жидкую среду, создают акустическое поле, которое

изменяет характеристику среды, вызывает такие процессы, как кавитация, дегазация, возникновение акустических потоков и т.п. Выделившийся из добываемой газожидкостной смеси газ обеспечивает подъем жидкости за счет газлифтного эффекта. Газлифтный эффект - это эффект подъема жидкости, получаемый в результате ее газирования. Сравнение заявленного решения с другими техническими решениями показывает, что способ применения акустического резонатора-генератора звука для осуществления ультразвуковой дегазации нефти известен. Однако неизвестен способ управления процессом разгазирования и определения оптимальных параметров работы с учетом спущенного в скважину оборудования. В замен предлагается метод применения акустического воздействия, для повышения энергоэффективности и увеличения добычи нефти механизированным, фонтанным способом с управлением по средством обратной связи через в строенные в корпус излучателя приборы контроля давления, температуры и вибрации.

4 СПОСОБЫ РАЗРУШЕНИЕ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Одной из главных задач, при проведении различных технологических операций в нефтегазовой промышленности, является разрушение водонефтяных эмульсий, поскольку образование эмульсий ведет к росту давления жидкости в системах сбора нефти и газа, влечет за собой порывы трубопроводов, затрудняются сепарация газа и предварительный сброс воды. Эмульсии поступающие на установки подготовки нефти (УПН) должны подходить подготовленными к расслоению (агрегативнонеустойчивыми). Расслоение нефтяных эмульсий направлено на разрушение на поверхности капель дисперсных фаз структурно-механических барьеров. Простейший метод разрушения эмульсий, предложенный Л.А.Сельским - промывка их через среду, в которой не возможно образование эмульсии. Чтобы разрушить гидрофобную нефтяную эмульсию достаточно промыть ее через столб воды по возможности того же состава, что и вода эмульсии (например, через подсолненную воду, так как эмульсионные воды обычно солонаты), но с тем непрерывным условием, чтобы эмульсионная нефть проходила сквозь воду в виде распыла или виде пленки для того, чтобы эмульсионные глобулы могли войти в соприкосновение с водной средой. Нагрев эмульсий (вода-нефть) сам по себе уменьшает стойкость пленки, а добавка к воде деэмульгатора окончательно уже ее разрушает. На практике применимы четыре группы методов разрушения нефтяных эмульсий: химические, термические, механические, электрические или иными словами существует два принципиально различных подхода: реагентный (применение деэмульгатора) и безреагентный (аппаратный). Устройства для разложения эмульсий могут использовать гравитационную силу (отстойники), центробежную силу (гидроциклоны и промышленные центрифуги), капиллярные силы (коалесцирующие фильтры), а также мембранные явления. Выбор метода определяется типом и стойкостью эмульсии, но все они направлены на слияние и укрупнение капель воды.

4.1 Химические и термические

Химические методы основаны на использовании реагентов деэмульгаторов (ДЭ), которые являются более эффективными ПАВ, чем природные эмульгаторы [14]. Вопросы изучения свойств деэмульгаторов и их совершенствования решали д.х.н. Левченко Д.Н., д.т.н. Дияров И.Н., Кокорев Г.И. (КГТУ, КХТИ), к.т.н.: Бергштейн Г.Р., Смирнов О.С., Петров А.А., Лебедев Н.А., Тудрий Г.А., Варнавская О. А. (НИИнефтепромхим), к.х.н. Николаева Н.М. и другие[19]. В зависимости от механизма разрушения эмульсий, представленного Абрамзоном А.А., различаются и требования к поверхностно-активному веществу (ПАВ), как деэмульгатору (ДЭ). Согласно первого механизма, ПАВ - должен обладать значительной поверхностной активностью и не должен быть эмульгатором, чтобы вытеснить эмульгатор с поверхности. Согласно второму механизму ПАВ - деэмульгатор должен растворяться в фазе, противоположной эмульгатору и изгибать поверхность в сторону, противоположную эмульгатору [14]. По типу гидрофильных групп ДЭ подразделяют на ионогенные (диссоциируют в растворе на ионы) и неионогенные (не диссоциируют в растворе). Все реагенты ДЭ обладают токсичными свойствами, огнеопасными, взрывоопасными, требующими особых мер предосторожности при их подготовке для подачи в трубопровод нефти. Процесс разрушения нефтяных эмульсий с применением деэмульгаторов является физико-химическим и зависит от: - компонентного состава и свойств защитных оболочек природных стабилизаторов обрабатываемых нефтяных эмульсий; - типа, коллоидно-химических свойств и удельного расхода используемого деэмульгатора; - интенсивности, температуры и времени перемешивания нефтяной эмульсии с реагентом - деэмульгатором [20]. На интенсивность процесса обезвоживания влияет: гидродинамические параметры потока эмульсии после ввода деэмульгатора (интенсивность и длительность перемешивания), температура, физикохимические свойства нефти и воды, концентрация реагента в растворе, вид растворителя и т.д. Оптимальное сочетание всех перечисленных параметров, включая свойства нефтей,

пластовых вод и деэмульгаторов, позволит при меньших затратах деэмульгатора наиболее полно провести процесс обезвоживания. Поверхностная активность и деэмульгирующая способность неогенных деэмульгаторов наиболее полно проявляются при оптимальной температуре. Для реагента типа диссолван 4411 оптимальная температура контактирования с эмульсией - 20-30°C, а температура отстоя зависит от свойств нефти: для легких нефтей - 40-50°C, для тяжелых - 70-80°C. Для других реагентов (44684468Я/ш, проксанолов, дипроксамина 157 и др.) имеются оптимальные пределы температуры, при которой проявляется максимальная поверхностная активность и деэмульгирующее действие. Значение этой температуры находится в определенной зависимости от степени минерализации водной фазы эмульсии и водного раствора реагента. Влияние температуры особенно сказывается для эмульсий, стабилизированных эмульгаторами, в состав которых входят высокоплавкие парафины. Деэмульгаторы диссолван 4490, сепаролы 5014 и 5016 лучшее деэмульгирующее действие оказывают при температуре 60°C, чем при 20°C. Умеренное перемешивание несколько улучшает действие 4411, сепарола 25 и R-11, не оказывает влияния для реагентов X-2647 и сепарол 5014 и значительно ухудшает действие диссолвана 4490. Интенсивное перемешивание почти во всех случаях, кроме реагента сепарол 5014, ухудшает дальнейшее разрушение эмульсии. Скорость разрушения эмульсии зависит от перемешивания. Улучшение условий контактирования эмульсий с деэмульгатором для водорастворимых реагентов может быть достигнуто за счет снижения концентрации рабочего раствора. Для реагента диссолван 4468Я/ш, 4411 снижение концентрации рабочего раствора с 1% до 0,5% улучшает процесс деэмульсации девонской нефти почти в два раза. Для некоторых «маслорастворимых» реагентов дауфакс 14 и диссолван 4490, применение их в виде водной эмульсии более эффективно, чем в неразбавленном виде. Деэмульгаторы по показателю относительной растворимости подразделяют на 3 группы: водорастворимые (фенольное число более 9), водомаслорастворимые (фенольное число в диапазоне от 6 до 9) и

маслорастворимые (фенольное число до 6) деэмульгаторы. По методике Гипровостокнефть определяют фенольные числа деэмульгаторов. Товарная форма деэмульгаторов содержит от 50 до 80% поверхностно-активных веществ, растворенных в смеси растворителей. Для масло- и масло-водорастворимых деэмульгаторов в качестве растворителей используется метанол, смесь ароматических углеводородов и низших спиртов. Для водорастворимых деэмульгаторов в качестве растворителя используется водный раствор метанола. Соединения, используемые для создания деэмульгаторов, можно разделить по химической структуре на следующие группы: а) алкилсульфаты и сульфонаты; б) полиоксиалкиленгликолевые эфиры; в) оксиалкилированная алкилфенолформальдегидная смола; г) полиэфиры полиоксиалкиленгликолей; д) эпоксипроизводные формальдегидных смол и полиалкиленгликолей; е) смачиватели. Каждая из групп выполняет определенную роль в процессе разрушения эмульсии. К примеру, полиоксипалиалкиленгликоли и полиэфиры обеспечивают выделение чистой воды, но разрушение эмульсии идет медленно, а полиокси- алкиленгликолевые эфиры алкилфенолформальдегидных смол — быстро разрушают эмульсию, но дренажная вода обычно содержит много нефтепродуктов. При разрушении эмульсий, бронирующие слои которых содержат механические примеси, кристаллы парафина, достигаются хорошие результаты при применении алкилсульфонатов и катионоактивных ПАВ.

4.2. Электрические

Эффективность действия деэмульгаторов зависит от дополнительных факторов: подогрева, энергии турбулентного потока, воздействия электрического поля. Время оседания капель под действием сил тяжести может быть очень значительным (таблица 3.2.1). Капли воды поляризуются под действием электрического поля, вытягиваются вдоль силовых линий поля и начинают направленно двигаться.

Таблица 4.2.1 – Сравнительная характеристика процесса разделения эмульсии

Радиус капли воды, мкм	Время оседания капли при естественном отстое	Время оседания капли в электрическом поле
1	38 суток	2 часа
10	10 часов	45 минут
20	2,5 часа	15 минут

Использование переменного электрического поля приводит к постоянному изменению направления движения капель воды, при котором капли деформируются из круглых в эллиптические. Под действием сил электрического поля происходит сближение капель на такое близкое расстояние, при котором начинают действовать межмолекулярные силы притяжения значительной величины.

Защитные адсорбционные оболочки капель воды сдавливаются, разрушаются, частицы коалесцируют, укрупняются, оседают под действием сил притяжения (рисунок 4.2.1).

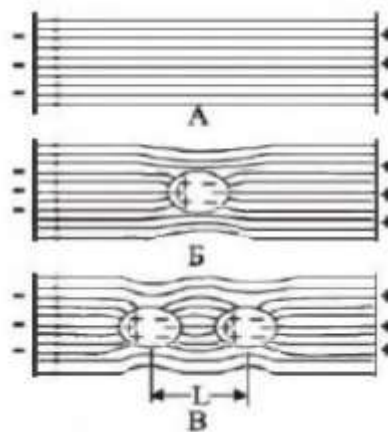


Рисунок 4.2.1 – Поведение глобул воды в электрическом поле Кроме заряда наведенного внешним электрическим полем, частицы дисперсной фазы могут приобретать заряд

разрушаются при достаточной кинетической энергии. Позволяет преодолевать сопротивление коалесценции электрическое поле, обусловленное бронирующими оболочками на каплях воды, капли быстро укрупняются до размеров 150-200 мкм и оседают под действием силы тяжести.

Повышение температуры (исходя из формулы Стокса) за счет снижения вязкости дисперсионной среды и уменьшения сопротивления в процессе осаждения частиц дисперсной фазы влияет на степень обезвоживания под действием электрического поля. Однако при повышении температуры возрастает электропроводность среды, что может привести к нарушению электрического режима в аппарате, к увеличению давления насыщенных паров. В следствии чего, процесс необходимо проводить в аппаратах, рассчитанных на повышенное давление.

Такое свойство нефтей, как электропроводность, влияет на эффективность работы электродегидраторов, как аппаратов, в которых одновременно осуществляется коалесценция капель дисперсной фазы и ее гравитационный отстой. Именно поэтому для их сближения и коалесценции требуются достаточно высокая напряженность электрического поля и время его воздействия на эмульсию.

В связи с тем, что асфальтены и смолы, которые представляют основу бронирующей оболочки, являются полярными веществами, для эффективного разрушения высокоустойчивых водонефтяных эмульсий представляется возможным использование эффектов резонансного взаимодействия электромагнитных полей с полярными компонентами нефтей. Результаты экспериментальных исследований отражают эффективность расслоения водонефтяной эмульсии в высокочастотном электромагнитном поле при выполнении условия: частота электромагнитного поля (13,56 МГц) равна резонансной частоте, соответствующей максимуму тангенса угла диэлектрических потерь эмульсии. При этом каждая эмульсия, в зависимости от своих электрофизических свойств, будет по-разному взаимодействовать с полем, что скажется на времени полного расслоения эмульсии, которое можно определить по формуле Ребиндера. Если известны параметры, такие как исходный размер капель, диэлектрическая проницаемость эмульсии, зависимость вязкости эмульсии от температуры и напряженность электромагнитного поля то согласно разработанной методике можно оценить

время полного расслоения водонефтяной эмульсии при электромагнитном воздействии. На основе анализа существующей технологии электродеэмульсации нефти с применением традиционных устройств для подачи пресной промывочной воды в нефть Хафизовым Н.Н. в работе предложен новый способ смешения нефти с водой под действием электрического поля на стадии обессоливания, позволяющий интенсифицировать процесс деэмульсации за счёт создания оптимального распределения капель по размерам и эффективного управления процессом диспергирования воды; приведены несколько конструкций электропульверизирующих аппаратов, реализующих, в частности, указанный способ. Если известны параметры, такие как исходный размер капель, диэлектрическая проницаемость эмульсии, зависимость вязкости эмульсии от температуры и напряженность электромагнитного поля то согласно разработанной методике можно оценить время полного расслоения водонефтяной эмульсии при электромагнитном воздействии.

На основе анализа существующей технологии электродеэмульсации нефти с применением традиционных устройств для подачи пресной промывочной воды в нефть Хафизовым Н.Н. в работе предложен новый способ смешения нефти с водой под действием электрического поля на стадии обессоливания, позволяющий интенсифицировать процесс деэмульсации за счёт создания оптимального распределения капель по размерам и эффективного управления процессом диспергирования воды; приведены несколько конструкций электропульверизирующих аппаратов, реализующих, в частности, указанный способ.

4.3. Механические

К механическим способам разрушения эмульсии относят: отстаивание, центрифугирование и фильтрование. Отстаивание применимо к нестойким эмульсиям, которые способны расслаиваться на нефть и воду за счет разности плотностей компонентов, составляющих эмульсию. Процесс отстаивания применяется для: обезвоживания и обессоливания нефти, очистки воды от продуктов коррозии, отделения газа от жидкости, соединений кремния и прочих загрязнений. Важный показатель процесса отстаивания - это под действием силы тяжести скорость осаждения частиц. Процесс отстаивания рассматривают на примере частицы (твердая или жидкая) шарообразной формы (рисунок 5.3.1) в ламинарном режиме, но оно может проходить и в турбулентном (рисунок 5.3.2).

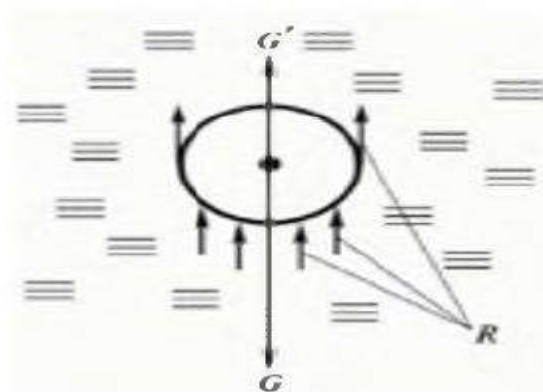


Рисунок 4.3.1. – Процесс отстаивания на примере частицы шарообразной формы

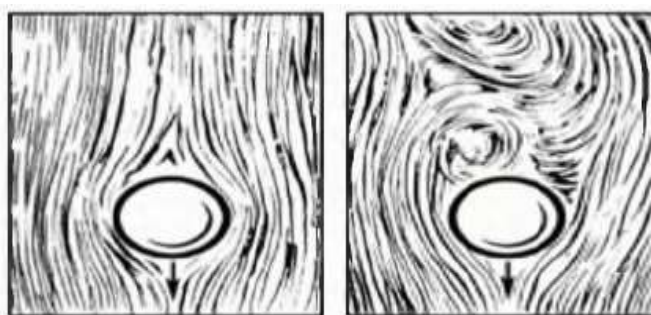


Рисунок 4.3.2. – Схема движения частицы в среде:
а – при ламинарном режиме; б – при турбулентном режиме

При размере взвешенных частиц больше 0,5мкм скорость оседания капле воды или подъема частиц нефти в воде подчиняется закону Стокса, согласно которому, чем меньше частицы дисперсной фазы, разность плотностей

воды и нефти и чем больше вязкость среды, тем медленнее протекает процесс расслоения: $w = \frac{d^2(\rho_v - \rho_n) g}{18\eta}$, где w – скорость оседания капель, см/сек; d – диаметр отделяющихся капель воды и нефти, см; ρ_v, ρ_n – плотность соответственно воды и нефти, г/см³; g – ускорение силы тяжести, см/сек²; η – динамическая вязкость среды (эмульсии), г/(см·сек). Из формулы видно, что чем меньше частицы дисперсной фазы и разность плотностей воды и нефти и чем больше вязкость среды, тем медленнее протекает процесс расслоения. Метод отстаивания применяется для высокообводненных эмульсий и нефтей с большой газонасыщенностью. Дегазация нефти усиливает турбулентность потока, приводит к дроблению и слиянию капель воды, что препятствует формированию прочного адсорбционного слоя. В итоге, капли воды могут свободно сливаться и выделяться из нефти в виде свободной фазы при создании соответствующих условий. Подогрев и добавка ДЭ делают эффективнее процесс отстаивания. Лабораторные исследования отделения воды от нефти проведенные Ахметкалиевым Р.Б. в 2008 году путем измерения выделившейся воды из нефтяной эмульсии во времени в градуированных отстойниках (метод бутылочной пробы) с использованием российских деэмульгаторов дипроксамина, реопона R - 1375, R - 2263 дали результаты о влиянии температуры и дозы реагента на разрушение ВНЭ. Анализ результатов показал, что в известных пределах зависимость от указанных параметров является взаимокompенсиремой. Увеличение коагуляционно - седиментационной активности за счет увеличения температуры от 50 до 60 °С при дозе деэмульгатора 100 г/т может быть достигнуто увеличением дозы реагента от 100 до 200 г/т при 50 °С и т.д. [28]. Поскольку вода и механические примеси имеют разные плотности, то при центрифугировании они выделяются из нефти под действием центробежной силы. Разделение водонефтяных эмульсий в центрифугах эффективный метод, но практического применения для деэмульгирования нефтей не нашел по причине малой пропускной способности центрифуг и высоких эксплуатационных затрат. У промышленных центрифуг число оборотов: от 3500 до 50000 об/мин. Разделительная способность

центрифуги тем больше, чем больше число оборотов, но при этом меньше ее производительность. Величина центробежной силы определяется по формуле: $f = KmRn^2$ (5) где $K = (2\pi / 60)^2$; m – масса капли воды, г; R – радиус вращения, см; n – число оборотов ротора центрифуги в минуту. Центробежная сила, а, следовательно, и скорость отделения капель воды изменяются пропорционально радиусу вращения и квадрату числа оборотов ротора. Успешно расслаиваются при фильтрации нестойкие эмульсии, то есть при пропускании их через фильтрующий слой, который может быть из битого стекла, гравия, древесины и металлических стружек, стекловаты и других материалов. При фильтрации деэмульсация нефтей основана на явлении селективного смачивания. Основные требования фильтрующего твердого вещества: хорошая смачиваемость водой, чтобы произошло сцепление глобул воды с фильтрующим веществом, разрыв межфазных пленок, и произошла коалесценция (слияние) капель воды; достаточная прочность, чтобы обеспечить длительную эксплуатацию. Самостоятельного применения данный метод не находит из-за громоздкого оборудования, необходимости часто менять фильтры, малой производительности, но встречается в сочетании с термохимическими методами разрушения эмульсий в случае, когда: большая обводненность нефти; малая обводненность, но эмульсия нестойкая; незначительная разность плотностей воды и нефти. Сравнение ранее рассмотренных методов разрушения водонефтяных эмульсий по эффективности и технологичности приведено в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Сравнение методов разрушения водонефтяных эмульсий

Стадия процесса	Характеристика стадии	Последовательность значимости методов	
		По эффективности воздействия	По технологичности
I	Разрушение бронирующих оболочек	Химические реагенты	Химические реагенты
		Нагрев	Перемешивание
		Электрические поля	Нагрев
		Перемешивание	Электрические поля
		Электромагнитные поля	Электромагнитные поля
II	Схлопывание капель	Электрические поля	Гидродинамические эффекты
		Коалесцирующие	Промывка в слое воды
		Гидродинамические эффекты	Электрические поля
		Ультразвук	Коалесцирующие
		Промывка в слое воды	Ультразвук
		Флокулянты	Флокулянты
		Магнитное поле	Магнитное поле
III	Разделение фаз	Центрифугирование	Отстаивание
		Отстаивание	Центрифугирование
		Флотация	Электростатические поля
		Электростатические поля	Флотация

При промышленной подготовке нефти основные технологии ее обезвоживания базируются на процессе отстаивания. Поэтому настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию данного процесса.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б63Т	Деденев Владислав Евгеньевич

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «нефтегазовое дело»

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Бюджет затрат НИ составляет 92483,4 рублей</i>
Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Учтены отчисления во внебюджетные фонды</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	<i>Научное исследование является конкурентоспособным на рынке</i>
Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	<i>Разработан календарный план-график проведения научного исследования</i>
Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	<i>Разработано конкурентоспособное исследование, отвечающее требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Оценка конкурентоспособности НТИ Матрица SWOT График проведения и бюджет НТИ Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	Доцент, к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б63Т	Деденев Владислав Евгеньевич		

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. Для данного проекта целевым рынком являются предприятия химической отрасли.

Продукт (результат НИР) – процесс отстаивания водонефтяных эмульсий

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, реализуемых на рынке, необходимо проводить систематически, т.к. рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

В таблице 5.2.1 представлен сравнительный анализ научного исследования (ф), разработанного в рамках выполнения ВКР и двух конкурентных исследований (к1) и (к2), выполненных в 2015 и 2016 годах соответственно.

Таблица 5.2.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Способствует росту Производительности труда пользователя	0,08	4	3	4	0,32	0,24	0,32
2. Удобный в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	5	5	4	0,30	0,30	0,24
3. Помехоустойчивый	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
4. Энергосберегающий	0,07	5	4	5	0,35	0,28	0,35
5. Надежный	0,06	4	4	3	0,24	0,24	0,18
6. Уровень шума	0,05	3	4	2	0,15	0,20	0,10
7. Безопасный	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
8. Требует ресурсов памяти	0,05	4	3	4	0,20	0,15	0,20
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	3	4	4	0,18	0,24	0,24
10. Простота эксплуатации	0,08	5	4	4	0,40	0,32	0,32
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,06	4	4	3	0,24	0,24	0,18
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,04	4	4	4	0,16	0,16	0,16
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,20
2. Уровень проникновения на рынок	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Цена	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,03	4	3	4	0,12	0,09	0,12
5. Послепродажное обслуживание	0,02	4	4	3	0,08	0,08	0,06
6. Финансирование научной разработки	0,03	4	3	5	0,12	0,09	0,15
7. Срок выхода на рынок	0,04	5	3	4	0,20	0,12	0,16
8. Наличие сертификации разработки	0,03	5	5	4	0,15	0,15	0,12
Итого	1	86	77	78	4,32	3,85	3,89

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (6)$$

где K – конкурентоспособность инженерного решения или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя

5.3 SWOT-анализ

SWOT представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. SWOT-анализ применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться. Он проводится в несколько этапов.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 5.3.1

Таблица 5.3.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Экономичность С2. Мобильность рабочего места С3. Экологичность технологии	Слабые стороны проекта: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой Сл2. Длительный анализ
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт научных исследований В3. Переход нефтеперерабатывающей отрасли на ресурсосберегающие технологии	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности» 1 Анализ позволяет использовать данные методики исследования процесса отстаивания. 2 Невысокая затратность проекта может привлечь больше сотрудников и исполнителей.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности» 1. Повышение квалификации кадров 2. Привлечение новых заказчиков 3. Разработка научного исследования 4. Приобретение необходимого оборудования опытного образца
Угрозы: У1. Низкий спрос на новые технологии производства У2. Ограничение на	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»

экспорт технологии	1. Продвижение новой технологии с целью появления спроса 2. Изучение законодательной базы	1. Повышение квалификации кадров 2. Привлечение новых заказчиков 3. Продвижение новой технологии с целью появления спроса
	3. Сертификация продукции	4. Отсутствие прототипа научной разработки говорит об отсутствии спроса на новые технологии и отсутствии конкуренции проекта.

5.4 Планирование научно-исследовательских работ

5.4.1 Структура работ

В данном разделе составлен перечень этапов проведения работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.4.1.

Таблица 5.4.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследования	1	Введение	Руководитель
Теоретическое обоснование и проведение экспериментальных исследований	2	Литературный обзор	Инженер
	3	Постановка задачи исследования	Инженер
	4	Экспериментальная часть	Инженер
Обобщение полученных результатов, выводы по проделанной работе	5	Результаты обсуждения	Инженер, руководитель
	6	Разработка презентации и раздаточного материала	Инженер
Оформление отчета по НИР	7	Оформление	Инженер

5.4.2 Разработка графика проведения научно-технического

исследования

В данном разделе составлен перечень этапов проведения работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.4.2.1

Таблица 5.4.2.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследования	1	Введение	Руководитель
Теоретическое обоснование и проведение экспериментальных исследований	2	Литературный обзор	Инженер
	3	Постановка задачи исследования	Инженер
	4	Экспериментальная часть	Инженер
Обобщение полученных результатов, выводы по проделанной работе	5	Результаты обсуждения	Инженер, руководитель
	6	Разработка презентации и раздаточного материала	Инженер
Оформление отчета по НИР	7	Оформление	Инженер

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе табл. 5.4.2.1 построен календарный план-график (табл.5.4.2.2) по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования.

Таблица 5.4.2.2 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, дн	Продолжительность выполнения работ															
			10.15		11.15		12.15		02.16		03.16		04.16		05.16			
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Введение	Руководитель	5		■														
Литературный обзор	Инженер	13			■													
Постановка задачи исследования	Инженер	6				■												
Экспериментальная часть	Инженер	105					■	■	■	■	■	■	■	■				
Результаты и обсуждения	Инженер, руководитель	14													■	■		
Разработка презентации и раздаточного материала	Инженер	14														■		
Оформление	Инженер	7															■	

– бакалавр;
■

– руководитель
■

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле [7]:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (7)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы чел.дн;

t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн;

t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн.

Для построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ в рабочих днях переводится в календарные дни по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{КД}, \quad (8)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{КД}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{КД} = \frac{T_{КД}}{T_{КД} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (9)$$

где $T_{КД}$ – количество календарных дней в году;

$T_{ВД}$ – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$ – количество праздничных дней в году.

Значение коэффициента календарности для 2020 года [18]:

$$K_{КД} = \frac{366}{366 - 66} = \frac{366}{300} = 1,22 \quad (10)$$

С учётом данных таблицы 6.4.1.1 и приведённых выше формул составляется расчётная таблица 6.4.2.1.

5.5 Бюджет научного исследования

5.5.1 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum C_i \cdot N_{расхi} \quad (12)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, отражены в таблице 5.5.1.1.

Таблица 5.5.1.1 - Расчет затрат на сырье

№ п/п	Наименование затрат	Единица измерений	Расход	Цена за единицу, руб	Сумма, руб
1	Нефть	л	6	23,04	138,24
2	Органический растворитель	л	0,6	150	90
3	Поваренная соль	кг	0,08	32	2,56
Итого					230,8

5.5.2 Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 60000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет [19]

Норма амортизации H_A рассчитывается как [20]:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\% , \quad (11)$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% . \quad (12)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 60000 \cdot 0,33 = 19800 \text{ руб.} \quad (13)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{19800}{12} = 1650 \text{ руб.} \quad (14)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1650 \cdot 5 = 8250 \text{ руб.} \quad (15)$$

5.5.3 Расчёт заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 10 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ.

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (16)$$

Расчет основной заработной платы сводится в табл. 5.5.3.1

Таблица 5.5.3.1 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Трудоемкость, чел.-дн. Тр	Основная заработная плата		
		Заработная плата приходящаяся на один чел.-дн. Руб- дн	Месячная зарплата, руб./мес.	С учетом районного коэффициента, $k_p=1,3$
Руководитель	13	1057,11	27484,86	17865,16
Инженер	111	317,10	6976,22	35198,1
Итого		53063,26		

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 14.

Таблица 5.5.3.2 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Мощность электроприбор, кВт	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Аналитические весы	1	15000		15000
2	Сушильный шкаф	1	13000	2	13000
3	Колба плоско донная 500мл	2	262		524
4	Колба 250 мл	2	92		184
5	Мерный цилиндр 100мл	3	88		264
6	Мерный цилиндр 1000мл	1	630		630
7	Мерный стакан 100 мл	1	34		34
8	Пипетка градуированная 10 мл	6	165		990
Итого:					30626

5.5.4 Расчет затрат на электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию определяется по формуле:

$$E_э = \sum N_i \cdot T_э \cdot Ц_э$$

(17)

где N_i - мощность электроприборов по паспорту, кВт;

$T_э$ - время использования электрооборудования, час; $Ц_э$ - цена одного кВт*ч, руб.

$Ц_э = 2,9$ руб/ кВт*ч

$$E_э = \sum N_i \cdot T_э \cdot Ц_э = 614,5 \text{ р.}$$

5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (18)$$

Где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 5.5.5.1.

Таблица 5.5.5.1 – Социальные отчисления и дополнительная заработная плата

Исполнитель	Заработная плата исполнителей темы	Социальные отчисления				Итого
		ПФР (22%)	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	Страхование по классу опасности (0,5%)	
Руководитель проекта	17865,16	3930,3	518,1	911,1	89,3	5448,8
Итого						5448,8

5.5.6 Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.5.6.1

Таблица 5.5.6.1 - Расчет бюджета затрат НИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Текущий проект	Аналог1	Аналог1
1. Материальные затраты НИ (Сырье)	230,8	300	350
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	30626	31500	32000
3. Затраты на электроэнергию	614,5	650	700
4. Затраты по заработной плате исполнителей темы	53063,3	57450	58350
5. Социальные отчисления	5448,8	5400,7	5600,6
6. Накладные расходы	2500	2000	2400
7. Бюджет затрат НИ	92483,4	97300,7	99400,6

5.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

5.6.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех и более вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета, с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}$$

где: I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} - стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{\max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналогов).

Для нашей разработки

$$I_{\phi}^p = \frac{92483,4}{99400,6} = 0,98$$

Для первого аналога:

$$I_{\phi}^p = \frac{97300,7}{99400,6} = 0,96$$

Для второго аналога:

$$I_{\phi}^p = \frac{99400,6}{99400,6} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы).

Расчеты интегрального показателя ресурсоэффективности (I_p) представлены в таблице 5.6.1.1.

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

$$\text{Для нашей разработки: } I_{финр}^p = \frac{4,67}{0,64} = 4,32$$

$$\text{Для первого аналога: } I_{финр}^{a1} = \frac{3,83}{1} = 3,85$$

$$\text{Для второго аналога: } I_{финр}^{a2} = \frac{3,66}{0,8} = 3,89$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (4.14),$$

где: \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта; $I_{финр}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{финр}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 5.6.1.1 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Разработка	Аналог 2
-------	------------	----------	------------	----------

1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	0,98	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,85	4,32	3,89
3	Интегральный показатель эффективности	4,01	4,41	3,89
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,09		1,13

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что существующий вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее приемлемым

Выводы

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности.

Расчет показал, что продукция предприятия востребована в различных сегментах рынка. Данное предприятие наиболее интересно крупному промышленному и химическому сектору, а также для нефтепереработки

2) .Проведён анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, реализуемых на рынке, необходимо проводить систематически, т.к. рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

3) SWOT-анализ.

Был проведён SWOT-анализ, который показывает слабые и сильные стороны проекта, а также угрозы и возможности на рынке в целом и по отношению к конкурирующим организациям, в частности. По результатам

анализа можно сделать выводы, что предприятию необходимо проводить анализ деятельности новых игроков на рынке, своевременно обновлять технологическое оборудование. Уделять время решению проблем с логистикой и заниматься повышением профессионализма персонала.

4) Планирование выполнения работ по проекту.

Было произведено распределение обязанностей по выполнению проекта и рассчитано время, необходимое для выполнения работы. Общая продолжительность работ составила 94 дня. При этом инженер принимал участие в работе каждый день, а научный руководитель производил контроль работы и помогал при расчете наиболее ответственных разделов проекта

5) Формирование бюджета затрат.

Также был сформирован бюджет затрат на разработку проекта, который составил 99400,6 тыс.руб.

Расчет показал, что трудовые затраты составляют основную часть от стоимости разработки и составляют 115 тыс.руб. Минимальные затраты составляют материалы и амортизационные отчисления, в сумме около 5,5 тыс.руб.

Расходы по заработной плате определены по трудоемкости выполняемой работы и действующей системы окладов и тарифных ставок и составили: заработная плата руководителя – 21600 руб., заработная плата инженера – 112016,7 руб. В основную заработную плату внесена премия, которая выплачивается каждый месяц в размере 30 % от оклада.

Накладные и прочие расходы составили в сумме 39100 руб. Все затраты проекта могут быть реализованы, так как оказались ожидаемы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б63Т	Деденев Владислав Евгеньевич

Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

Применение ультразвуковой технологии для разрушения водонефтяной эмульсии на Шингинском нефтяном месторождении (Томская область)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объект исследования процесс разделение водонефтяных эмульсий. Рабочая зона представляет специально оборудованное помещение для проведения экспериментов и химических анализов. Технологический процесс включает в себя следующие виды работ: работу с нефтью, с растворителями, работу с оборудованием. Рабочее место – лабораторный стол, вытяжной шкаф. Область применения – нефтедобыча.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p><i>Правовое обеспечение организационные мероприятия: Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 N163 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет». Постановление Правительства РФ от 13.03.2008 N 168 «О порядке определения норм и условий бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания, молока или других равноценных пищевых продуктов и</i></p>

	<p>осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов». -требования к организации труда.</p>
<p>Производственная безопасность: Анализ выявленных вредных и опасных факторов Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Выявление вредных факторов в химической лаборатории: -работа с нефтепродуктами (ГОСТ 1510- 84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование); -работа с нефрасом – органическим растворителем (ГОСТ 8505-80. Нефрас-С 50/170 [26.02.15]); -сведения о токсичности используемых веществ в лаборатории; -физико-химическая природа вредности веществ; -требования к технике безопасности при работе с вредными веществами и их воздействие на организм человека; -средства защиты. Выявление опасных факторов при разработке и эксплуатации научного исследования: -термические опасности (источники, средства защиты); -электробезопасность (источники, средства защиты) (ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты); -пожаробезопасность (источники, средства защиты и пожаротушения) (ГОСТ 12.1.004—91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.044—89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов). СНиП 21-01-97 от 1998-01-01. Пожарная безопасность зданий и сооружений.</p>

Экологическая безопасность:	<p><i>Экологическая безопасность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -меры предотвращения негативного воздействия выбросов на окружающую природную среду; -утилизация отходов; -воздействие выбросов, отходов на оболочки Земли и окружающую среду (на атмосферу, гидросферу, литосферу).
Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p><i>Безопасность в ЧС:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -перечень возможных ЧС: - пожары, взрывы; - меры по предупреждению пожара; - меры безопасности при возникновении пожара; - ликвидация последствий пожара.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н		

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является одним из национальных приоритетов в целях сохранения человеческого капитала. Для этого применяется комплекс мер, содержащий правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Изложены требования безопасности, обеспечивающие охрану здоровья и условий труда на предприятии. На основании Конституции РФ базируется ряд законов и нормативных актов, уточняющих и расширяющих понятие охраны и защиты труда. Трудовой кодекс, охватывает вопросы от правового возникновения трудовых отношения, до детального рассмотрения трудового договора, времени отдыха и профессиональной подготовки работника, охраны труда, разрешения трудовых споров и т.д. Для обеспечения соблюдения требований охраны труда на предприятии существует ряд служб, в качестве которых выступают федеральные органы и органы исполнительной власти субъектов РФ. Государственный надзор за исполнением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, осуществляют Генеральный прокурор Российской Федерации и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным законом. Согласно [32] непосредственно на предприятии проводится социальная оценка условий труда уполномоченной организацией. Правовые аспекты взаимоотношений работодателей и работников в области охраны труда (гарантии, права и обязанности работников; обязанности работодателей; полномочия органов государственной власти в области охраны труда и т.д.) изложены в правовом документе [31]. При выполнении бакалаврской работы наиболее важными являются разделы, посвященные рабочему месту. Работник должен быть проинформирован об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске

повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов. Согласно Статье 8, рабочее место должно соответствовать требованиям охраны труда и быть защищенным от влияния вредных и (или) опасных производственных факторов и её организация должна соответствовать правовым нормам, а также антропометрическим, социальным, психофизическим данным работника [31]. Так документ [33] является межгосударственным стандартом, и содержит практические рекомендации, предназначенные для использования всеми, на кого возложена ответственность за управление охраной труда [29].

Экспериментальная часть осуществлялась в лаборатории Газпром-НТЦ, и на месторождении. Технологический процесс включает в себя следующие виды работ: работу с нефтью, с растворителями, работу с оборудованием. Данное помещение оборудовано рабочими местами для проведения химических экспериментов, вентиляционной системой для работы с летучими веществами, имеется ряд аппаратов для проведения опытов и дальнейшего анализа результатов, шкафы для хранения лабораторной посуды. Также в аудитории находится аптечка первой медицинской помощи, углекислотный огнетушитель для тушения пожара. При лаборатории так же есть весовая комната, склад, моечная. Рабочее место – лабораторный стол и вытяжной шкаф. Объект исследования – процесс отстаивания водонефтяных эмульсий. Область применения – нефтедобыча.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности является Конституция – основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в РФ, не должны противоречить Конституции РФ.

Нормы трудового права – это правила трудовых отношений, установленные или санкционированные государством посредством законодательных актов.

Отличия и особенности трудовой деятельности работников непременно должны быть учтены в правовом регулировании условий их труда. Это достигается путем применения метода единства и дифференциации норм трудового права, из которого следует, что правовые нормы, в сфере труда делятся на две большие группы [44]:

- 1) общие нормы, распространяющиеся на все категории работников;
- 2) специальные нормы, которые распространяются на отдельные категории работников (женщин; молодежь; лиц, занятых в отдельных

6.1 Производственная безопасность

Работа в химической лаборатории регулируется техникой безопасности предприятия и требует соблюдения предписанных норм. При работе в лаборатории на человека могут воздействовать следующие опасные производственные факторы [34]:

- поражение электрическим током;
- возникновение пожара;
- возможность механического травмирования;
- возможность термического или химического ожога.

К вредным физическим производственным факторам относятся:

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума, вибрации и различных излучений;
- пониженная или повышенная влажность и подвижность воздуха рабочей зоны;
- недостаточная освещенность рабочих мест
- повышенная яркость света и пульсация светового потока.

6.2 Анализ вредных факторов на рабочем месте

Работа с нефтепродуктами

При работе с нефтью и нефтепродуктами, являющимися легковоспламеняющимися и ядовитыми веществами, необходимо применять индивидуальные средства защиты по типовым отраслевым нормам, утвержденным Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопросам и ВЦСПС [35].

При работе с нефтями и нефтепродуктами, которые легко воспламеняются, необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

Сосуды с нефтепродуктами (питающие бюретки, приемники, колбы) нельзя держать вблизи огня;

Для тушения пламени нефтепродуктов нельзя применять воду. Загоревшийся нефтепродукт надо тушить песком или струей углекислоты из огнетушителя; загоревшийся предмет накрыть кошмой. При возникновении пламени следует немедленно выключить все приборы, убрать все горючее, находящееся вблизи горящего предмета;

На рабочем месте в лаборатории количество горючего материала должно быть минимально необходимым для данного опыта или анализа;

При ожогах обожженное место смазывают специальной мазью от ожогов или смачивают крепким раствором перманганата калия (или этиловым спиртом).

Работа с нефрасом – органическим растворителем

При работе с растворителями важно помнить об их высокой токсичности, а также о том, что неаккуратное обращение с этими веществами опасно для здоровья и для жизни.

А также важно помнить о том, что защищать, прежде всего, необходимо три стратегически важных участка, а также органы тела:

1. Руки, так как они непосредственно контактируют с

растворителем и при неправильном обращении, может возникнуть химический ожог.

2. Рот, нос как органы дыхания, поскольку можно запросто надыхаться парами растворителя и получить химическое отравление.

3. Глаза, так как в них могут попасть капли и брызги от растворителя. Именно поэтому так важно надевать правильную одежду для того, чтоб максимально сократить вероятный вред, который может нанести растворитель человеческому организму. Прежде всего, нужно надеть фартук, завязать и спрятать под шапочку волосы, защитить руки перчатками, а нос и рот – респираторам. Также нужно надеть очки.

Уровень акустического шума и вибрации

Шум, как раздражающий фактор, оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. При работе в лаборатории возможно появление нервного напряжения и снижение работоспособности. Источники шума - системы вентиляции и отопления.

В соответствии уровень шума на рабочем месте лаборанта не должны превышать значений 50 дБА. В помещениях всех типов образовательных учреждений уровень вибрации не должен превышать допустимых значений в соответствии с . Рабочее место не имеет собственных источников вибрации, но испытывает общетехнологические воздействия. Следовательно, согласно классификации по источнику возникновения вибрации, рабочее место относится к Категории 3 и Типу В

1) Освещение

При недостаточном освещении рабочей зоны у работника проявляется повышенная утомляемость, развивается близорукость и становится более затруднительным проведение длительных работ. Также низкий уровень освещенности вызывает общее недомогание и сонливость. Помимо этого, в таких условиях может развиваться чувство тревоги. При длительном пребывании в плохо освещенной рабочей зоне у работника могут возникать

проблемы с обменом веществ и скоростью реакции. интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. [29]

И наоборот, слишком яркое освещение, нарушая механизм вечернего и ночного зрения, приводит к снижению работоспособности, излишней возбужденности нервной системы, понижению зрительных функций. Кроме этого, яркий свет может ослепить работника во время выполнения его обязанностей, что может сопровождаться фотоожогом глаз, кератитом, катарактой и подобными нарушениями.

Соблюдение следующих требований определяет производственное освещение как рациональное:

- достаточная равномерности распределения светового потока на рабочих поверхностях;
- глаз работника не должен испытывать слепящего действия;
- глаз без напряжения должен отчетливо различать нужные предметы.

В газодобывающей промышленности освещение зданий, помещений, сооружений, устройств и оборудования обязано удовлетворять правилам пожаро и взрывобезопасность.

Таблица 6.2.1 – Нормы электрического освещения для производственных объектов

Наименование объекта	Общая минимальная освещенность, лк
Рабочие места при проведении ГРП:	
— устье скважины	26
— лебедка	75
— подъемная мачта	2
— люлька верхнего рабочего	15
— приемные мостки	10
— таль-блок	30
Шкалы контрольно-измерительных приборов в помещениях и наружных установках	50
Нефтяные трапы, газовые сепараторы и т.п.	20
Место замера уровня и управления задвижками	2
Нефтеналивные и сливные эстакады	5
Лаборатории	75
Стоянки автомашин	10

Равномерность освещения рабочих помещений достигается таким размещением светильников, при котором не создаются падающие тени от работающего и от расположенного вблизи оборудования. Если по условиям работы тени нельзя устранить, то освещенность в тени должна соответствовать нормам освещенности. Избежать теней можно правильной подвеской и распределением светильников. При общем освещении каждое место работы для смягчения теней должно освещаться несколькими светильниками. К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относят: источники света (лампы накаливания и газоразрядные лампы), осветительные приборы (светильники, проекторы), световые проемы и окна, светозащитные устройства, светофильтры. [30]

Содержание вредных химических веществ

Необходимо уделить внимание нормам ПДК вредных химических веществ, так как рабочее место располагается на кафедре, оснащенной оборудованием для проведения работ с химическими реактивами. Согласно [39] рабочая зона представляет собой пространство высотой до двух метров над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих. Содержание вредных химических веществ в воздухе помещений во всех типах образовательных учреждений, не должно превышать предельно допустимых среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха в соответствии с источником [39].

Таблица 6.2.2 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности воздействия на организм

6.3 Экологическая безопасность

Химические лаборатории являются источниками опасного для окружающей среды мусора.

Опасные отходы собирают в специальных контейнерах, соблюдая установленное законодательство. Для сбора каждого типа отхода необходимо использовать специальные контейнеры, их предоставляет университет. Эти контейнеры возвращают в место хранения опасных отходов, причем контейнеры нельзя наполнять более чем на 90% (чтобы избежать разливов при транспортировке). Контейнеры необходимо запечатать и соответствующим образом подписать. В противном случае утилизирующие компании не примут эти контейнеры.

Сточные воды представляют собой любые жидкости, которые выливают в раковину. В идеальном случае они содержат только воду. В ежедневной практике они обычно включают водные растворы, которые

Бензол ⁺	15/5	п	II	K
Гексан	300	п	IV	
Пентан	300	п	IV	

Примечания:

Если в графе "Величина ПДК" приведены две величины, то это означает, что в числителе максимальная, а в знаменателе - среднесменная ПДК.

п - пары и/или газы; K-канцерогены

1) Шум и вибрация

Шум, также как и вибрация, является «загрязнителем» окружающей среды. Шумом называется комплекс распространяемых в воздухе беспорядочных звуковых колебаний различной физической природы, выходящий за пределы звукового комфорта. [31]

Отрицательное действие шума на организм человека в наибольшей степени сказывается на органах слуха и центральной нервной системе. Даже незначительный шум (50-60 дБА) создает значительную нагрузку на нервную

систему, воздействует на нее психологически. Отсутствие необходимой тишины, особенно в ночное время, приводит к преждевременной усталости, а иногда и к заболеваниям. Длительное воздействие сильного шума (более 80 дБА) вызывает общее утомление, снижает слуховую чувствительность, может привести к профессиональной тугоухости и даже к шумовой травме (при уровнях более 120 дБА). При этом у пострадавших отмечаются головокружение, шум и боль в ушах, может лопнуть барабанная перепонка.

Однако производственный шум негативно влияет не только на органы слуха. При уровне шума более 90 дБА наблюдается повышение давления, головокружение и боли в голове, изменения ритма сердцебиения и дыхания, снижение остроты зрения. Его действие может приводить к замедлению скорости реакций и ослаблению внимания. Такие изменения в условиях газодобывающего промысла увеличивают риск возникновения чрезвычайных ситуаций. Также имеет место рост заболеваемости персонала, снижение производительности и трудоспособности.

Таблица 6.3.1 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999г.)

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБа
	31,5	53	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 6.3.2 – Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012-90)

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-

Вибрация вызывает в организме человека многочисленные реакции, которые являются причиной функциональных расстройств различных органов. Под воздействием вибрации происходят изменения в периферической и центральной нервной системах, сердечно-сосудистой системе, опорно-двигательном аппарате. Вредное воздействие вибрации выражается в виде повышенного утомления, головной боли, болях в суставах костей и пальцах рук, повышенной раздражительности, нарушении координации движения. В отдельных случаях длительное воздействие интенсивных вибраций приводит к развитию «вибрационной болезни», ведущей к частичной или полной потере трудоспособности. [32] К коллективным средствам защиты от шума и вибрации относят устройства: звукоизолирующие, звукопоглощающие, глушители шума, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие.

6.4 Анализ опасных факторов производственной среды и обоснование мероприятий по их устранению

1) Механические опасности

Под механическим травмированием человека понимают повреждения кожных покровов, мышц, костей, сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Все источники механического травмирования можно разделить на реально и потенциально опасные. В условиях проведения гидроразрыва пласта, к реально опасным источникам относят движущиеся гусеничный транспортёр-тягач, тягач с лебедкой, передвижная лаборатория, а также части буровой установки и приборы при спуско-подъемных операциях. Помимо этого, к ним относят острые кромки и выступы на различных частях оборудования и различные вращающиеся детали. К потенциально опасным источникам относят устье скважины, газопровод, газовые баллоны, так как при нарушении правил их эксплуатации может произойти их разрушение (взрыв). А также, при несоответствии требованиям безопасности, площадки обслуживания оборудования на высоте. [33]

К средствам коллективной защиты относят ограждения, защитные сетки, знаки безопасности, устройства автоматического контроля и сигнализации, предохранительные и тормозные устройства. К средствам индивидуальной защиты от механического травмирования относят специальную одежду, специальную обувь, средства защиты рук, головы, глаз, лица и предохранительные пояса. В свою очередь данные средства защиты включают в себя большое число подвидов (подгрупп). Деление производится по назначению (от ударов, порезов, проколов и т. д.).

2) Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного воздействия электрического тока, электрической дуги электромагнитного поля и статического электричества. В случае контакта кожного покрова с частями установки, проводящими ток или контакта с металлическими частями оборудования, у которого нарушена электроизоляция, в результате чего происходит замыкание на корпус, человек получает электротравму. Условия работ по интенсификации притока жидкости согласно ГОСТ 12.1.013–78 по степени электробезопасности относятся к условиям с повышенной опасностью поражения людей электрическим током.

Защитные меры в электроустановках: защитное заземление (зануление), электрическое разделение сети, применение малых напряжений, усиленная или многослойная изоляция, применение электротехнических защитных средств и защитное отключение.

В процессе интенсификации притока жидкости, операторы часто сталкиваются с оборудованием, работающим от электричества (станции управления насосными установками, сварочные агрегаты и др.).

В трассовых условиях, как правило, источники питания электроэнергией – передвижные электростанции трехфазного переменного тока промышленной частоты. На полустационарных объектах

(трубосварочные базы, жилые полевые городки) электроснабжение может осуществляться от ЛЭП 6-10 кВ через понизительные трансформаторы (подстанции). При этом основной способ обеспечения электробезопасности – защитное заземление или зануление, которому подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты.

Правила безопасности при работе с токами высокого напряжения нормируются ПЭУ, СН 102-65, а также ГОСТ 12.4.011-75. При обслуживании электроприводов персонал снабжается индивидуальными средствами защиты (резиновые перчатки).

Пожаробезопасность

Все помещения с химреагентом должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [41].

В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения (порошковыми огнетушителями, сухим песком, лопатами, ведрами, листовым асбестом, кошмой, суконными одеялами и рукавицами).

Пожарную опасность могут создать электрический ток, искрение, перегрев при плохом соединении проводов, а так же короткое замыкание.

Очень часто пожары в химических лабораториях возникают в результате работы с огнеопасными веществами; к ним относится большое число органических растворителей и взрывчатые вещества.

Огнеопасные вещества требуют осторожности не только при работе с ними, но и при хранении их на складах.

отраслях экономики; работников организаций бюджетной сферы; лиц, работающих на тяжелых и вредных работах; временных и сезонных работников и т.п.).

В основе нормативно - правовых актов в области безопасности жизнедеятельности лежат: Конституция РФ, Трудовой кодекс РФ, Кодекс "Об административных правонарушениях", Гражданский кодекс РФ, Федеральный закон "Об основах охраны труд в РФ", Основы законодательства об охране здоровья граждан, Закон РФ "О санитарно - эпидемиологическом благополучия населения".

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС при работе с хим.реагентами

Наиболее вероятными источниками несчастных случаев являются: неумелое обращение с химическими веществами (отравление, химические ожоги, пожары, взрывы, аллергии), с лабораторными приборами (поражение электрическим током, термические ожоги и травмы), а также со стеклянными приборами и посудой (порезы и т.д.). Только хорошая организация и охрана труда, строгое соблюдение правил работы и мер безопасности, соблюдение трудовой и учебной дисциплины позволяют полностью исключить возможность несчастных случаев и аварий в лабораториях.

Превентивные меры по предупреждению пожара

Смешение различных химреагентов, находящихся в арсенале химической лаборатории, может привести к возгоранию, взрывам и образованию токсических продуктов.

Ведя работу, которая может сопровождаться вспышкой, надо не только брать наименьшее количество вещества для опыта, но и вести работу вдали от легковоспламеняющихся веществ.

В каждой лаборатории должна быть составлена инструкция по пожарной безопасности, в которой указываются обязанности каждого работника по предупреждению пожаров и принятию необходимых мер к быстрой их ликвидации.

В целях предупреждения пожаров и взрывов в лабораториях и на складах химреактивов должен быть вывешен перечень химических веществ и материалов, совместное хранение которых не допускается.

Раздельно необходимо также хранить реактивы, способные при горении выделять токсичные пары и газы, затрудняющие процессы тушения и эвакуацию находящихся в помещениях материальных ценностей, а также те, для которых нельзя использовать одинаковые средства пожаротушения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате экспериментальных исследований процессов образования и отстаивания водонефтяных эмульсий были выявлены следующие закономерности:

- Диспергирование деэмульгатора в жидкую и газообразную среды через ультразвуковое устройство приводит к снижению деэмульгатора на 30-40%
- ВНЭ проходящая через проточный фазоразделитель делится на 2 фазы без применения хим реагентов или с небольшой дозировкой 20-40% от принятой нормы
- Воздействие переменного электромагнитного поля высокой частоты и сверх высокой частоты на эмульсии приводит к ускорению процесса распада эмульсий. ВНЭ проходящая через проточный фазоразделитель делится на 2 фазы без применения хим реагентов или с небольшой дозировкой 10-30% от принятой нормы.
- По влиянию интенсивности перемешивания при приготовлении водонефтяных эмульсий: при увеличении интенсивности перемешивания образуются капли меньших размеров, увеличивается диапазон размеров образовавшихся капель, а также увеличивается остаточная обводненность отстоявшихся эмульсий;
- Воздействие переменного электромагнитного поля низкой частоты на ВНЭ приводит к незначительному ускорению процесса распада эмульсии. Эффект не наблюдается без применения деэмульгатора, эффект работает при снижении деэмульгатора на 30-40%

Полученные результаты могут быть использованы для анализа и обоснования выбора условий проведения процесса разрушения водонефтяных эмульсий с различными физико-химическими свойствами при проектировании установок первичной подготовки нефти.

Список используемой литературы

1. Дополнение к технологической схеме разработки Шингинского месторождения / ОАО «Тандем» - Тюмень 2011
2. Кудинов В.И., Сучков Б.М. Методы повышения производительности скважин. Самара: Кн. изд-во, 1996.
3. Ситдикова С.Р. Применение химических реагентов для совершенствования подготовки нефти: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (07.00.10, 02.00.13) / Ситдикова Светлана Рафкатовна; УГНТУ. – Уфа, 2003. – 23 с.
4. Е.С. Афанасьев, С.Г. Горлов, Ю.П. Ясьян. Факторы стабилизации водонефтяных эмульсий // Нефтепереработка и нефтехимия. 2008. №3. С. 57.
5. Н.А. Небогина, И.В. Прозорова, Н.В. Юдина. Особенности формирования и осадкообразования водонефтяных эмульсий // Нефтепереработка и нефтехимия. 2008. №1. С. 21.
6. Ю.Г.Фролов. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.,Альянс,2004
7. Р.З. Сафиева, Л.А. Магадова, Л.З. Климова, О.А. Борисова. Физико-химические свойства нефтяных дисперсных систем. Под ред. проф. В.Н. Кошелева – М.: Изд. РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2001. - 60с.
8. Ф. Шерман. Эмульсии. Л., Химия, 1972. – 448 с
9. Байков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансуров Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. -М.: Недра, 1981.
10. Кудишова Л.А., Мясников С.К. Приготовление и разрушение эмульсий физическими и комбинированными методами // Успехи в химии и химической технологии. 2010. Т. 24. № 2 (107). С. 26.
11. Голубев И.А.Технология магнитно-фильтровальной очистки нефтезагрязненных сточных вод предприятия ТЭК: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (25.00.36) /Голубев Иван Андреевич; СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2014. – 153 с.

12. Новиков М.А. Структурные особенности природных водонефтяных эмульсий: дис... магистра техники и технологии: 55.36.00,

55.36.09 / Михаил Александрович Новиков. - г. Москва: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. - 85с.

13. Теплова Д.А. Развитие технологий и технических средств подготовки нефтей в процессе добычи (на примере месторождений Республики Башкортостан: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (07.00.10) / Теплова Дарья Александровна; УГНТУ. – Уфа, 2015. – 173 с.

14. Маноян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. Учебное пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Химия, 2001. - 568с.

15. Особенности разделения устойчивой водонефтяной эмульсии на коалесцирующем фильтре с насадками на основе целлюлозы / Ле Тхань Тхань, Зайцев Н.К., Ферапонтова Н.Б. // Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/Tech stat/stat shablon.php?id=2595>.

16. Сваровская Н.А. Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции.: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2004. - 268 с.

17. Хафизов А.Р. Сбор, подготовка нефти и газа. Технология и оборудование: Учеб. пособие / А.Р. Хафизов, Н.В. Пестрецов, В.В. Шайдакова // - М.: ОАО «Издательство "Недра"», 2002. - 551с.

18. Ермаков С.А. О влиянии асфальтенов на устойчивость водонефтяных эмульсий / С.А. Ермаков, А.А. Мордвинов // Нефтегазовое дело. 2007. - №1.

19. Мастобаев Б.Н. История применения химических реагентов и технологий в трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов: дис. . . . д.т.н: 07.00.10,02.00.13 / Борис Николаевич Мастобаев . - г. Уфа: УГНТУ, 2003. - 362с.

20. Р.З. Сахабутдинов. Методика испытаний деэмульгаторов для промышленной подготовки нефти: Методические указания / КГТУ; каф. ХБФ и

ХТП; сост. д.т.н. Р.З. Сахабутдинов, к.т.н. Ф.Р. Губайдуллин, д.т.н. проф. Р.Ф. Хамидуллин - Казань: Изд-во КГТУ, 2009. - 35 с.

21. Подготовка. Классификация деэмульгаторов нефтяных эмульсий. Режим доступа: <http://e-him.ru/?article=1369&page=dynamic§ion=9>.

22. Юнусов А.А. Промысловая подготовка нефти с использованием электрических полей - оптимизация выбора параметров источников питания

23. Хафизов Н.Н. Разработка технологии обессоливания нефти на промыслах: дис. . . к.т.н: 25.00.17 / Нафис Назипович Хафизов . - г. Уфа: УГНТУ, 2009. - 143с.

24. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Часть 1 / И.Л. Гуревич. – М.: Химия, 2002.–360 с.

25. Ахметкалиев Р.Б. Фактор устойчивости и разрушение эмульсии / Р.Б. Ахметкалиев // Вестник Национальной инженерной академии РК. -2008. - №1. - с.63-68.

26. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (принят ГД ФС РФ 21.12.2001) (ред. от 30.12.2008)// СПС Консультант.

27. Конституция Российской Федерации (принята на всенародном голосовании 12 декабря 1993 г.).

28. Федеральный закон от 17.07.1999 N 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации" (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) // СПС Консультант.

29. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".

30. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Общие требования. ILO-OSH2001 ».

Список публикаций студента

1. Деденев В.Е. «Разрушение водонефтяной эмульсии с применением ультразвукового воздействия» Научно-техническая конференция молодых специалистов «Газпромнефть-Востока» 10-14 апреля 2019 г. г. Томск. Диплом за занятое II место.

2. Деденев В.Е. «Применение ультразвукового воздействия для разделения водонефтяных эмульсий» 73-я Международная молодежная конференция "Нефть и газ - 2019". г Москва федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».