

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 21.04.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы Отделение нефтегазового дела

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Анализ эффективности воздействия физических полей на деэмульсацию нефти месторождения А (Томская область)

УДК 622.276.8:665.662.43(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шишмина Людмила Всеволодовна	к.х.н., с.н.с.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Чеканцева Лилия Васильевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романюк Вера Борисовна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Зятиков Павел Николаевич	д.т.н.		

Результаты освоения образовательной программы

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК(У)-1. Способность осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	И.УК(У)-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
		И. УК(У)-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению
		И.УК(У)-1.3. Разрабатывает стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и других современных междисциплинарных подходов; обосновывает выбор темы исследований на основе анализа явлений и процессов в конкретной области научного знания
		И.УК(У)-1.4. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций в своей предметной области
Разработка и реализация проектов	УК(У)-2. Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1. Определяет проблему и способ ее решения через реализацию проектного управления
		И.УК(У)-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
		И.УК(У)-2.3. Осуществляет мониторинг за ходом реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта
Командная работа и лидерство	УК(У)-3. Способность организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	И. УК(У)-3.1. Планирует и корректирует свою социальную и профессиональную деятельность с учетом интересов, особенностей поведения и мнений людей, с которыми работает и взаимодействует
		И.УК(У)-3.2. Организует дискуссии по заданной теме и обсуждение результатов работы команды
		И.УК(У)-3.3. Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды
Коммуникация	УК(У)-4. Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.1. Решает конкретные задачи профессиональной деятельности на основе академического и профессионального взаимодействия с учетом анализа мнений, предложений, идей отечественных и зарубежных коллег
		И.УК(У)-4.2. Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.)
		И.УК(У)-4.3. Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные

		И.УК(У)-4.4. Планирует и организывает совещания, деловые беседы, дискуссии по заданной теме; аргументированно и конструктивно отстаивает свою точку зрения, позицию, идею в академических и профессиональных дискуссиях на государственном и иностранном языках
Межкультурное взаимодействие	УК(У)-5. Способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	И.УК(У)-5.1. Осуществляет профессиональную и социальную деятельность с учетом особенностей поведения и мотивации людей различного социального и культурного происхождения, в том числе особенностей деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровье сбережение)	УК(У)-6. Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	И.УК(У)-6.1. Анализирует использование рабочего времени в широком спектре деятельности: планирование, распределение, постановка целей, делегирование полномочий, анализ временных затрат, мониторинг, организация, составление списков и расстановка приоритетов
		И.УК(У)-6.2. Сочетает выполнение текущих производственных задач с повышением квалификации; корректирует планы в соответствии с имеющимися ресурсами
		И.УК(У)-6.3. Планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Применение фундаментальных знаний	ОПК(У)-1. Способность решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области	И.ОПК(У)-1.1. Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий И.ОПК(У)-1.2. Использует фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач нефтегазового производства И.ОПК(У)-1.3. Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций
Техническое проектирование	ОПК(У)-2. Способен осуществлять проектирование объектов нефтегазового производства	И.ОПК(У)-2.1. Использует знание алгоритма организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли И.ОПК(У)-2.2. Формулирует цели выполнения работ и предлагает пути их достижения И.ОПК(У)-2.3. Выбирает соответствующие программные продукты или их части для решения конкретных профессиональных задач
	ОПК(У)-3. Способность разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	И.ОПК(У)-3.1. Анализирует информацию и составляет обзоры, отчеты И.ОПК(У)-3.2. Владеет навыками аналитического обзора при подготовке рефератов, публикаций и не менее 50 источников при подготовке магистерской диссертации

Работа с информацией	ОПК(У)-4. Способность находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	И.ОПК(У)-4.1. Определяет основные направления развития инновационных технологий в нефтегазовой отрасли И.ОПК(У)-4.2. Обрабатывает результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы
Исследование	ОПК(У)-5. Способность оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в нефтегазовой отрасли и смежных областях	И.ОПК(У)-5.1. Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных типов оборудования и выявление недостатков в его работе И.ОПК(У)-5.3. Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям
Интеграция науки и образования	ОПК(У)-6. Способность участвовать в реализации основных и дополнительных профессиональных образовательных программ, используя специальные научные и профессиональные знания	И.ОПК(У)-6.1. Демонстрирует знания основ педагогики и психологии И.ОПК(У)-6.2. Демонстрирует умение общаться с аудиторией, заинтересовать слушателей

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта, форсайт	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: педагогический				
1 «Образование и наука» (в сфере научных исследований)	1. Разработка методических материалов, для обеспечения подготовки и аттестации специалистов	01.004 Профессиональный стандарт «Педагог профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38993)	ПК(У) -1. Способен разрабатывать методическое обеспечение для первичной и периодической подготовки и аттестации специалистов в области добычи углеводородного сырья	И.ПК(У) -1. Участвует в разработке методических документов по вопросам проведения геолого-промысловых работ, проектирования, отчетности, подготовки и аттестации в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах в процессах добычи углеводородного сырья
		ОТФ G Научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ профессионального обучения		
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				

19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа	<p>1. Организация и руководство работ по добыче углеводородного сырья.</p> <p>2. Обеспечение оперативного и инженерного руководства технологическим процессом добычи нефти, газа и газового конденсата.</p> <p>3. Контроль и сопровождение выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту, диагностическому обследованию оборудования по добыче углеводородного сырья.</p> <p>4. Организация и контроль за проведением геолого-промысловых работ</p>	<p>19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н);</p> <p>ОТФ D «Организация работ по добыче углеводородного сырья»</p> <p>ОТФ E «Руководство работами по добыче углеводородного сырья»</p> <p>19.021 Профессиональный стандарт «Специалист по промысловой геологии» (Утвержден приказом Минтруда России от 10.03. 2015 № 151н);</p> <p>ОТФ В «Организация геолого-промысловых работ»</p>	ПК(У) -2. Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами добычи углеводородного сырья	И.ПК(У) -2.1. Руководит организационно-техническим сопровождением работ по восстановлению работоспособности нефтегазопромыслового оборудования при эксплуатации объектов добычи нефти и газа
			ПК(У) -3. Способен оценивать эффективность инновационных технологических решений в процессе выполнения производственных показателей при разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений углеводородного сырья	И.ПК(У) -3.1. Оценивает повышение эффективности добычи углеводородного сырья и проведения геолого-промысловых работ в процессе выполнения производственных показателей при разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
			ПК(У)-4. Способен обеспечивать безопасную и эффективную эксплуатацию и работу технологического оборудования нефтегазовой отрасли	И.ПК(У) -4.1. Обеспечивает эффективную эксплуатацию технологического оборудования, конструкций, объектов, агрегатов, механизмов в процессе добычи углеводородного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации
			ПК(У)-5. Способен участвовать в управлении технологическими комплексами, принимать решения в условиях неопределенности	И.ПК(У) - 5.1. Руководит персоналом подразделений по добыче углеводородного сырья и геолого-промысловых работ в процессе разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений

Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа	1. Составление текущих и перспективных планов по проведению геолого-промысловых работ	19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н);	ПК(У)-6. Способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов и научно-исследовательских работ различных процессов производственной деятельности на основе методики проектирования в нефтегазовой отрасли, а также инструктивно-нормативных документов	И.ПК(У)-6.1. Разрабатывает текущее и перспективные планы по эффективному проведению геолого-промысловых работ и добыче углеводородного сырья на основе методик и требований проектирования в нефтегазовой отрасли, а также инструктивно-нормативных документов
	2. Разработка и контроль выполнения производственных планов и программ научно-исследовательских работ (НИР) 3. Разработка плановой, проектной и методической документации для геолого-промысловых работ	ОТФ Е «Руководство работами по добыче углеводородного сырья» 19.021 Профессиональный стандарт «Специалист по промысловой геологии» (Утвержден приказом Минтруда России от 10.03. 2015 № 151н); ОТФ В «Организация геолого-промысловых работ» ОТФ С «Разработка и контроль выполнения производственных планов и программ научно-исследовательских работ»		
			ПК(У)-7. Способен применять современные программные комплексы для научно-исследовательских работ и проектирования технических устройств, аппаратов и механизмов, технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	И.ПК(У)-7.1. Разрабатывает плановую, проектную, научно-исследовательскую и методическую документацию для геолого-промысловых работ и работ по добыче углеводородного сырья с применением современных программных комплексов для проектирования технологических процессов, перевооружений, технических устройств, аппаратов и механизмов в процессе разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.04.01. Нефтегазовое дело
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Зятиков П.Н.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:
 магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ94	Зырянову Михаилу Сергеевичу

Тема работы:

Анализ эффективности воздействия физических полей на деэмульсацию нефти месторождения А (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	07.04.2021 №97-4/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты, таблицы и графические материалы отчетов и исследовательских работ, научные статьи, зарубежные источники, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Водонефтяные эмульсии; 2. Характеристики магнитного поля 3. Характеристика объекта и методов исследования 4. Исследование процесса деэмульсации нефти под действием магнитного поля и центробежных сил; 5. Финансовый менеджмент; 6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Актуальность, цель и задачи работы; 2. Характеристика объекта и методов исследования; 3. Факторы и способы разрушения водонефтяных эмульсий; 4. Результаты исследования процесса деэмульсации нефти под действием магнитного поля; 5. Результаты исследования процесса деэмульсации нефти под действием центробежных сил; 6. Заключение.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Экспериментально-технологическая часть	Чеканцева Лилия Васильевна, старший преподаватель
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Романюк Вера Борисовна, доцент, к.э.н.
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович, профессор, д.т.н.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Состав и свойства водонефтяной эмульсии.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шишмина Людмила Всеволодовна	к.х.н., с.н.с.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич

Школа	Природных ресурсов	Отделение школы	Нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление	21.04.01 Нефтегазовое дело

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет стоимости материально-технических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов, согласно технологическому регламенту предприятия и разделу человеческих ресурсов предприятия</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT – анализа проекта</i>
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ</i>
<i>3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки ресурсной, финансовой социальной и экономической эффективности</i>

Перечень графического материала:

<ol style="list-style-type: none"> <i>Матрица SWOT</i> <i>График проведения НИ (Диаграмма Ганта)</i>
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романюк Вера Борисовна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ94	Зырянову Михаилу Сергеевичу

Школа	ИПШР	Отделение	Нефтегазового дело
Уровень образования	Магистратура	Направление	21.04.01 Нефтегазовое дело

Тема работы: «Анализ эффективности воздействия физических полей на деэмульсацию нефти месторождения А (Томская область)»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Химическая лаборатория</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. 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.	Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений: перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты. При отклонении показателя предложить мероприятия.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Провести анализ вредных и опасных факторов, обосновать мероприятия по снижению негативного воздействия
3. Экологическая безопасность:	Указать область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечислить возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; Указать наиболее типичную ЧС.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2021 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		26.02.2021 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 94 _____ с., _____ 19 _____ рис., _____ 18 _____ табл.,
_____ 43 _____ источника, _____ 1 _____ прил.

Ключевые слова: ВОДОНЕФТЯНАЯ ЭМУЛЬСИЯ, ДЕЭМУЛЬГАТОР, МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА, ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ, ДЕЭМУЛЬСАЦИЯ.

Объектом исследования является малосернистая, парафинистая эмульсия нефти месторождения А.

Цель работы – исследовать воздействие магнитным полем и полем центробежных сил на деэмульсацию устойчивой водонефтяной эмульсии для интенсификации ее деэмульсации.

В процессе исследования проводились эксперименты с различным расположением точечных магнитов для определения оптимальных параметров воздействия магнитного поля на разделение водонефтяной эмульсии. Изучено влияние магнитного поля на реологические характеристики водонефтяной эмульсии. Исследовано воздействие центробежных сил для разрушения устойчивой эмульсии.

В результате исследования выявлена оптимальная схема магнитной обработки водонефтяной эмульсии с расположением пар магнитов N-S – S-N. Построена модель магнитного поля в программе QuickField и получены значения характеристик магнитного поля в определенных точках схемы конфигурации пар магнитов, что в дальнейшем позволит подобрать оптимальные параметры магнитного поля исходя из аналитических данных. Установлены зависимости дисперсности эмульсии от числа оборотов ротора и времени центрифугирования. При совместном использовании термообработки и толуола выделено 99,8% воды из устойчивой эмульсии.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: магнитная обработка должна предшествовать добавлению деэмульгатора; чередование пар магнитов N-S – S-N; исследованный диапазон параметров центрифугирования: число оборотов – 8000 об/мин., время – 10 мин.

Область применения: магнитная обработка эмульсий и центрифугирование могут быть применены на предприятиях нефтегазового комплекса для интенсификации разделения и разрушения устойчивых эмульсий после предварительной проверки в лабораторных условиях.

Экономическая значимость работы: метод магнитной обработки позволяет сократить количество используемого деэмульгатора X для разрушения эмульсии.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	14
1. ВОДОНЕФТЯНЫЕ ЭМУЛЬСИИ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ	15
1.1 Причины образования и свойства нефтяных эмульсий	15
1.2 Стабильность нефтяных эмульсий	16
1.3 Физико-химические свойства нефтяных эмульсий	18
1.4 Способы разрушения водонефтяной эмульсии	22
1.5 Механизм влияния магнитного поля на водонефтяную эмульсию	25
1.6 Гипотезы влияния магнитного поля на водонефтяную эмульсию	30
1.7 Центрифугирование	35
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	38
2.1 Характеристика нефти пласта М месторождения А.....	38
2.2 Схема ДНС с УПСВ на месторождении А.....	38
2.3 Методы и объекты исследования	38
2.3.1 Методика измерения реологических характеристик водонефтяной эмульсии	39
2.3.2 Модульный биологический микроскоп Olympus CX41 и анализ полученных изображений	40
2.3.3 Программа «QuickField» для моделирования магнитного поля	42
2.4 Обводненность водонефтяной эмульсии	43
2.5 Определение дозировки деэмульгатора	43
3 Исследование процесса деэмульсации нефти под действием физических полей	45
3.1 Первая серия экспериментов. Определение оптимальной схемы расположения магнитов	45
3.2 Вторая серия экспериментов. Исследование воздействия магнитного поля на реологические характеристики эмульсии	45
3.3 Анализ хаарактеристики магнитного поля	45

3.4 Третья серия экспериментов. Влияние центробежных сил на деэмульсацию водонефтяных эмульсий	45
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	52
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	52
4.2 SWOT – анализ	53
4.3 Планирование научно-исследовательских работ	55
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	55
4.4 Бюджет научно-технического исследования	57
4.4.1 Расчет материальных затрат	57
4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	57
4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	58
4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ	60
4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды	60
4.4.6 Накладные расходы	61
4.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	61
4.4.8 Расчет целесообразности проекта	62
5.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	69
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
5.2 Производственная безопасность. Анализ опасных и вредных производственных факторов	70
5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению	73
5.2.2 Анализ выявленных опасных факторов	74
5.3 Экологическая безопасность	75
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС)	77
Заключение	79
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	80

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	90
---	-----------

ВВЕДЕНИЕ

Обводнение продуктивных пластов нефтяных месторождений вызывает серьезные осложнения при добыче, сборе и подготовке нефти, связанные с образованием водонефтяных эмульсий в продукции скважин. Поэтому одной из главных задач подготовки нефти до товарных кондиций является разрушение водонефтяных эмульсий.

Объектом исследования является малосернистая, парафинистая и относящаяся к классу средних нефтей по плотности, нефть А месторождения.

Предметом изучения стали способы и современные технологии деэмульсации; изучение воздействия магнитных полей и центробежных сил, определение оптимальных параметров воздействия физических полей на свойства водонефтяных эмульсий;

В работе рассмотрены параметры воздействия магнитным полем и центробежными силами на водонефтяную эмульсию. Для определения характеристик магнитного поля освоена полнофункциональная программа «QuickField». Построена модель магнитного поля для исследуемых конфигураций пар магнитов. Проведен анализ методом ИК-спектроскопии эмульсионного слоя, образовавшегося при центрифугировании. Найдены зависимости дисперсности эмульсионного слоя от условий центрифугирования.

Основные результаты и выводы по проделанной работе докладывались на XXII, XXIII, XXIV и XXV Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова (г. Томск, 2018 – 2021 гг.), на международном ежегодном Каспийском петроконгрессе (г. Алматы, 2019г.), на международной конференции студенческой секции SPE «Нефтегазовые горизонты» (г. Москва, 2019г.).

1. ВОДОНЕФТЯНЫЕ ЭМУЛЬСИИ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ

1.1 Причины образования и свойства нефтяных эмульсий

Поскольку водонефтяная эмульсия представляет собой неустойчивую систему, тяготеющую к образованию минимальной поверхности раздела фаз, вполне естественно ожидать наличие у нее склонности к расслоению [1]. Однако в 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, обуславливающим агрегативную устойчивость 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 [2].

К естественным стабилизаторам эмульсий относят содержащиеся в нефти асфальтены, смолы, нафтены и парафины, являющиеся природными ПАВ. Кроме того, к ним относят мельчайшие твердые частицы веществ (глина, кварц, соли и т. д.), находящихся в продукции скважин во взвешенном состоянии.

Поверхностные пленки и устойчивость к коалесценции. Эмульсии стабилизируются пленками, которые образуются вокруг капелек жидкости на границе раздела нефть / вода. Считается, что эти пленки являются результатом адсорбции высокомолекулярных полярных молекул, которые являются

поверхностно-активными веществами. Высоковязкие граничные пленки замедляют скорость перемещения нефтяной пленки в процессе слияния капелек воды, создавая механический барьер для коалесценции, что может привести к уменьшению скорости разрушения эмульсии. Рисунок 1 показывает стойкую пленку в эмульсии типа вода-в-нефти. Присутствие примесей может также усиливать пленку на границе раздела фаз и дополнительно стабилизировать эмульсии.

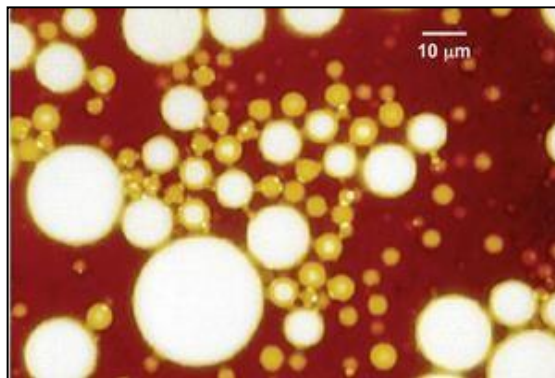


Рисунок 1– Микрофотография эмульсии с межфазными пленками [12]

Свойства межфазных пленок зависят от:

- типа нефти (асфальтеновая, парафиновая и т. д.);
- состава и рН воды;
- температуры;
- степени сжатия пленки;
- времени контакта или старения;
- концентрации полярных молекул в сырой нефти.

1.2 Стабильность нефтяных эмульсий

Поскольку межфазные пленки в первую очередь ответственны за стабильность эмульсии, необходимо понять факторы, которые влияют на них.

Такими факторами являются:

- тяжелые полярные фракции в нефти
- температура
- размер капель и распределение капель по размерам

- рН воды;

Тяжелые полярные фракции нефти. Рассмотрим влияние асфальтенов. Состояние асфальтенов в нефти влияет на свойства эмульсионной стабильности. В то время как асфальтены стабилизируют эмульсии, они находятся в коллоидном состоянии (еще не флокулированы), имеются убедительные доказательства того, что их стабилизирующие эмульгирующие свойства значительно улучшаются, когда они осаждаются из нефти и присутствуют в твердой фазе. Влияние полярных фракций (прежде всего асфальтенов) на свойства пленок было исследовано Стасснером [4]. В серии испытаний было продемонстрировано, что удаление асфальтенов (деасфальтизация) из нефти привело к получению очень рыхлой эмульсии, характеризующейся подвижными пленками. Добавление осажденных асфальтенов обратно в деасфальтезат в возрастающих количествах приводило к образованию твердых пленок и все более стабильных эмульсий.

Температура. Температура может существенно влиять на стабильность эмульсии. Температура влияет на физические свойства нефти, воды, межфазных пленок и растворимость поверхностно-активных веществ в нефтяной и водной фазах. Это, в свою очередь, влияет на стабильность эмульсии. Возможно, самый важный эффект температуры связан с вязкостью эмульсий, потому что вязкость уменьшается с увеличением температуры. Это снижение главным образом связано с уменьшением вязкости нефти. Когда присутствуют парафины (температура нефти ниже ее точки помутнения) и являются источником проблем с эмульсией, применение тепла может полностью устранить проблему путем повторного растворения парафинов в нефти. Температура увеличивает тепловую энергию капель и, следовательно, увеличивает частоту столкновений

капель. Это также уменьшает межфазную вязкость, что приводит к более быстрому дренажу пленки и более быстрому слипанию капли.

Влияние температуры на межфазные пленки сырая нефть / вода было детально изучено Джоунсом и др. [7], который показал, что повышение температуры привело к постепенной дестабилизации границ между поверхностными пленками нефти и воды. Однако даже при более высоких температурах кинетический барьер для слипания капель все еще существует.

Размер капель и распределение капель по размерам. Размеры капель эмульсии могут составлять от менее микрона до более 50 микрон. Распределение по размеру капли обычно представлено гистограммой или функцией распределения.

Эмульсии, которые имеют меньшие размеры капель, как правило, более стабильны. Распределение капель по размерам влияет на вязкость эмульсии, потому что она выше, когда капли меньше. Вязкость эмульсии также выше, когда распределение размера капель является узким (т.е. размер капель довольно постоянный).

pH воды. Добавление неорганических кислот и оснований сильно влияет на их ионизацию в межфазных пленках и радикально изменяет физические свойства пленок. pH воды влияет на жесткость межфазных пленок. В щелочной среде пленки становятся очень слабыми или превращаются в подвижные пленки. Пленки, образованные смолами, являются самыми сильными в основной и самыми слабыми в кислой среде.

1.3 Физико-химические свойства нефтяных эмульсий

Эмульсии должны удовлетворять следующим условиям:

1) Они коагулируют при добавлении электролитов, содержащих ионы поливалентных металлов, которые создают отрицательный заряд на глобулах.

2) Размер диспергированных частиц в эмульсии больше, чем в золях. Он варьируется в диапазоне от 1000 до 10000А.

3) Эмульсии могут быть преобразованы в две отдельные жидкости путем нагрева, центрифугирования и т.д.

Нефтяные эмульсии могут быть охарактеризованы с помощью таких свойств, как вязкость, дисперсность, плотность, электропроводность, и стабильность.

Дисперсность – это степень раздробленности дисперсной фазы в дисперсионной среде. Промысловые эмульсии никогда не бывают монодисперсны. Они всегда полидисперсны, т.е. содержат капли дисперсной фазы разных диаметров. Мерой дисперсности является удельная межфазная поверхность:

$$S_{уд} = \frac{S}{V} \quad (1)$$

Отношение суммарной поверхности капелек к общему их объему. Отсюда [22]:

$$S_{уд} = \frac{1}{d}, \quad (2)$$

где d – диаметр капли.

Размер капель пропорционален количеству затраченной энергии: чем больше затрачено энергии, тем меньше диаметр капель и больше их суммарная поверхность. Таким образом, дисперсность величина обратная диаметру капли.

Вязкость нефти влияет на коалесценцию капель воды. По мере увеличения вязкости нефти, устойчивость к случайным движениям капель воды становится больше. Таким образом, капли не передвигаются быстро или далеко. Это уменьшает энергию и частоту столкновений капель и отрицательно влияет на процесс коалесценции.

Плотность является одним из важнейших свойств эмульсий. Она зависит от плотности самой нефти и пластовой воды, образующих эмульсии, и их объемного содержания. При увеличении температуры эмульсии плотность ее снижается.

Электрические свойства. Электропроводимость нефтяной эмульсии зависит не только от количества содержащейся воды и степени ее дисперсности, но и от количества растворенных в этой воде солей и кислот. Экспериментально установлено, что при помещении в электрическое поле нефтяных эмульсий, капельки воды располагаются вдоль его силовых линий, что приводит к резкому увеличению электропроводимости этих эмульсий [6]. Явление это связано с тем, что глобулы воды имеют приблизительно в 40 раз большую диэлектрическую проницаемость, чем капли нефти.

Устойчивость – способность в течение определенного времени не разделяться на нефть и воду [8]. Это очень важный показатель для нефтяных эмульсий, он в значительной степени определяет выбор технологии их дальнейшей обработки, а также глубину отделения водной фазы от нефти.

Устойчивость дисперсной системы характеризуется неизменностью во времени ее основных параметров: дисперсности и равновесного распределения дисперсной фазы в среде. При оценке стойкости нефтяных эмульсий следует различать два понятия: кинетическую и агрегативную устойчивость [8].

Кинетическая (седиментационная) устойчивость – это способность системы противостоять оседанию или всплыванию частиц дисперсной фазы под действием архимедовых сил. Кинетическая устойчивость разбавленных водонефтяных эмульсий пропорциональна вязкостным характеристикам нефти и обратно пропорциональна разности плотностей нефти, эмульгированных глобул воды и квадрату радиуса этих глобул.

Агрегативная устойчивость эмульсий – это способность глобул дисперсной фазы при их столкновении друг с другом или границей раздела фаз сохранять свой первоначальный размер [9].

Таким образом, высокодисперсные системы кинетически устойчивы (для них характерно установление седиментационно-диффузионного равновесия), а грубодисперсные системы разрушаются вследствие оседания (или всплытия) частиц дисперсной фазы.

Если частицы дисперсной фазы (глобулы воды) при столкновении друг с другом или границей раздела фаз слипаются под действием сил молекулярного притяжения (т.е. ван-дер-ваальсовых сил), образуя более крупные агрегаты, такой процесс называется коагуляцией.

Следствием потери агрегативной устойчивости является потеря седиментационной (кинетической) устойчивости.

В процессе подготовки продукции нефтяных скважин к расслоению должна быть максимально снижена агрегативная и кинетическая устойчивость газоводонефтяных эмульсий.

На устойчивость водонефтяных эмульсий влияют:

- 1) дисперсность системы: чем больше дисперсность эмульсии, тем стабильнее эмульсия при прочих равных условиях;
- 2) физико-химические свойства естественных эмульгаторов, образующих на границе раздела фаз адсорбционные защитные оболочки;
- 3) наличие двойного электрического слоя или заряда на капельках дисперсной фазы;
- 4) температура смешиваемых жидкостей;
- 5) вязкость и плотность нефти, содержание в эмульсии легких фракций углеводородов.

1.4 Способы разрушения водонефтяной эмульсии

Существуют следующие способы разрушения водонефтяных эмульсий:

- гравитационное холодное разделение (отстаивание);
- разделение в поле центробежных сил (центрифугирование);
- электрическое воздействие;
- термическое воздействие;
- внутритрубная деэмульсация;
- воздействие магнитного поля.

Отстаивание применяют при высокой обводненности нефти и осуществляют путем гравитационного осаждения диспергированных капель воды. На промыслах применяют отстойники периодического и непрерывного действия разнообразных конструкций. В качестве отстойников периодического действия обычно используют сырьевые резервуары, при заполнении которых сырой нефтью происходит осаждение воды в их нижнюю часть. В отстойниках непрерывного действия отделение воды происходит при непрерывном прохождении обрабатываемой смеси через отстойник. В зависимости от конструкции и расположения распределительных устройств, движение жидкости в отстойниках осуществляется в направлении горизонтально или вертикально [10].

Воздействие на эмульсии электрическим полем.

Широкое распространение получил электрический способ обессоливания и обезвоживания. Электрический способ обессоливания включает две операции:

1) введение в не полностью обезвоженную нефть воды высокой температуры для растворения солей и превращения нефти в эмульсию (расход воды на промывку эмульсии 10-15% от объёма нефти);

2) разрушение образовавшейся эмульсии в электрическом поле. При этом вода, выделяющаяся из эмульсии, уносит с собой соли. Как правило, при использовании этого способа остаточное содержание воды в нефти 0-2,5%; количество удаляемых из неё солей - 95% и более.

Элементарные глобулы образуют между электродами водяные нити-цепочки, что вызывает увеличение проводимости эмульсии и увеличение протекающего через неё тока. Между цепочками глобул возникают свои электрические поля, ведущие к пробое и разрыву оболочек и к слиянию глобул в капли, которые начинают быстрее оседать.

При помещении эмульсии в электрическое поле, созданное переменным током, скорость слияния глобул и расслоения эмульсии в 5 раз больше. Это объясняется большей вероятностью столкновения глобул при наличии переменного тока.

Термическое воздействие на водонефтяные эмульсии заключается в том, что нефть, подвергаемую обезвоживанию, перед отстаиванием нагревают до температуры 45 – 80 °С [11]. При нагревании уменьшается прочность слоев эмульгатора на поверхности капель, что облегчает их слияние. Помимо этого, уменьшается вязкость нефти и увеличивается разница плотностей воды и нефти, что способствует быстрому разделению эмульсии. Подогрев осуществляют в резервуарах, теплообменниках и трубчатых печах. К преимуществам данного метода следует отнести уменьшение времени разделения эмульсии, возможность применять с другими методами разделения водонефтяной эмульсии. С повышением температуры растворяются высокомолекулярные парафины, которые находятся в адсорбционном слое оболочки капли воды, в результате чего оболочка разрушается.

Внутритрубную деэмульсацию проводят посредством добавления в эмульсию химического реагента-деэмульгатора. Это позволяет разрушать эмульсию в трубопроводе, что снижает ее вязкость и уменьшает гидравлические потери.

Для каждого состава нефти подбирают свой наиболее эффективный деэмульгатор, предварительно оценив результаты отделения пластовой воды в лабораторных условиях.

Высокоэффективные деэмульгаторы, применяемые на нефтепромыслах и нефтеперерабатывающих заводах для обезвоживания и обессоливания нефти, содержат смесь ПАВ различных структур и модификаций, которые, как правило, являются синергистами (вещества, проявляющие синергизм, т.е. действующие таким образом, что активность их смеси превышает сумму активностей их компонентов) [10].

Теории, объясняющие механизм действия деэмульгаторов, разделяют на две группы:

- физическая, предполагающая протекание физической адсорбции молекул деэмульгатора на коллоидных частицах, разрыхляющее и модифицирующее действие деэмульгаторов на межфазный слой, которое способствует вытеснению и миграции молекул (частиц) стабилизатора в ту или иную фазу;
- химическая, основанная на предположении о преобладающей роли хемосорбции молекул деэмульгатора на компонентах защитного слоя с образованием прочных химических связей, в результате чего природные стабилизаторы нефти теряют способность эмульгировать воду [10].

Процесс разрушения нефтяных эмульсий является в большей степени физическим, чем химическим и зависит от:

- компонентного состава и защитных слоев природных стабилизаторов;
- типа, коллоидно-химических свойств и удельного расхода, применяемого деэмульгатора;
- температуры, интенсивности и времени взаимодействия нефтяной эмульсии с деэмульгатором.

Как правило, подбор высокоэффективного, оптимального для конкретной водонефтяной эмульсии деэмульгатора осуществляют эмпирически. Это обусловлено тем, что в зависимости от технологии добычи и подготовки нефти, ее химического состава, физико-химических свойств и обводненности, минерализации пластовой воды, наличия в ней механических примесей и других факторов, к деэмульгатору предъявляются специфические требования.

Кроме того, проблема подбора оптимального деэмульгатора возникает вследствие роста обводненности нефти и изменения состава стабилизаторов водонефтяной эмульсии. Последнее обусловлено применением химических реагентов для повышения нефтеотдачи пласта, обеспечения его гидроразрыва, а также для защиты промыслового оборудования от АСПО.

1.5 Механизм влияния магнитного поля на водонефтяную эмульсию

Магнитная обработка может действовать как высокочастотными, так и низкочастотными магнитными полями. Наибольший интерес представляют именно низкочастотное поле (до 50 Гц), так как его можно создать в движущемся потоке с помощью постоянных магнитов. При создании магнитного поля частотой более 50 Гц возникают сложности, такие магнитные поля требуют огромной скорости потока либо уменьшения напряженности магнитного поля из-за необходимости использования магнитов малого размера.

Известно, что сила, действующая в магнитном поле на частицы механических примесей, пропорциональна его градиенту, который при встречном расположении магнитов больше, чем при одноправленном. В частности, сила, которая действует на частицы при встречном расположении магнитов в три раза больше, чем при однонаправленном. Можем объяснить это явление используя закон Лоренца. Сила Лоренца максимальна, если движение частицы перпендикулярно магнитному полю ($\alpha=\pi/2$), равна нулю, если частица движется вдоль направления поля \mathbf{B} ($\alpha=0$) [15].

Ниже (рисунок 2) представлено направление силы Лоренца зависящей от знака заряда, перпендикулярной к плоскости, в которой лежат векторы \mathbf{V} и \mathbf{B} .

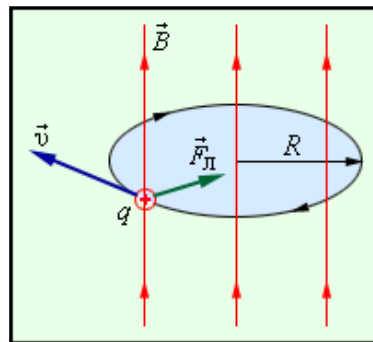


Рисунок 2 – Визуальная характеристика направлений сил Лоренца [13]

Сила Лоренца всегда перпендикулярна скорости и поэтому она не совершает работы, не изменяет модуль скорости заряда и его кинетической энергии. Но направление скорости изменяется непрерывно. Она будет изменять только направление скорости, заставляя заряд описывать криволинейную траекторию.

Введем систему декартовых координат, так, чтобы вектор индукции однородного магнитного поля \vec{B} был направлен вдоль оси Oz (рисунок 3). Пусть вектор скорости \vec{v}_0 частицы массы m , имеющей электрический заряд q , направлен под произвольным углом α к вектору индукции поля.

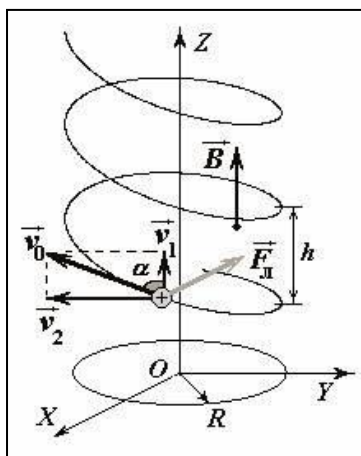


Рисунок 3 – Движение по винтовой линии в однородном магнитном поле [25]

Разложим этот вектор на две составляющих: \vec{v}_1 – параллельную вектору индукции и \vec{v}_2 – перпендикулярно ему.

Действующая на частицу сила Лоренца \vec{F}_L перпендикулярна векторам скорости и индукции, то есть лежит в плоскости xOy . Модуль этой силы равен:

$$F_L = qv_0 B \sin \alpha = qv_2 B \quad (3)$$

Уравнение второго закона Ньютона для частицы

$$m\vec{a} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (4)$$

на плоскость xOy , то получим уравнение, в котором компонента скорости перпендикулярная полю. Это уравнение описывает движение частицы, движущейся перпендикулярно вектору индукции. Оно представляет собой равномерное движение по окружности радиуса:

$$R = \frac{mv_2}{qB} = \frac{mv_0 \sin \alpha}{qB} \quad (5)$$

с угловой скоростью

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{q}{m} B \quad (6)$$

Таким образом, заряженные частицы движутся по спиралям (точнее по винтовым линиям), навивающимся на силовые линии магнитного поля. Такой же характер движения сохраняется и в неоднородном магнитном поле – частицы движутся по спиралям, навивающимся на силовые линии поля, при этом радиус и шаг спирали плавно изменяются с изменением индукции поля. Направление

смещения частиц в магнитном поле определяется направлением начальной скорости частиц и не зависит ни от знака заряда частицы, ни от направления вектора индукции поля, последние определяют только направление вращения вокруг силовой линии.

По сути, частицы, входящие в состав атома, обладают магнитным моментом, никак не связанным с токами. Также магнитным моментом обладают атомные ядра. Это – спиновый магнитный момент.

Электроны, вращающиеся по замкнутым орбитам, также имеют магнитный момент, он называется орбитальным.

Известно [19], что электрон, вращающийся по орбите как волчок, независимо от своего движения по орбите имеет определенный магнитный и механический момент, причем:

$$\frac{p_m}{p} = \frac{e}{m} \quad (7)$$

Суммируя магнитные моменты, существующие в данном атоме, молекуле нужно учитывать не только моменты замкнутых орбит, но и собственные магнитные моменты самих электронов.

Рассмотрим теорему Лармора, которая указывает, что единственным результатом влияния магнитного поля на орбиту электрона в атоме является прецессия орбиты и магнитного момента электрона с угловой скоростью ω_L вокруг оси, проходящей через ядро атома и параллельной вектору В. Ларморова частота ω_L одинакова для всех электронов, входящих в атом.

Слабромагнитные вещества делятся на два типа: диамагнетики и парамагнетики.

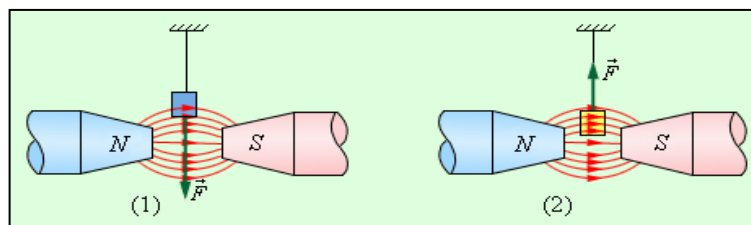


Рисунок 4 – Парамагнетик (1) и диамагнетик (2) в неоднородном магнитном поле [19]

Диамагнетики – это вещества, магнитные моменты атомов которых в отсутствии внешнего поля равны нулю, т.к. магнитные моменты всех электронов атома взаимно скомпенсированы.

Парамагнетиками называют вещества, атомы которых имеют в отсутствии внешнего магнитного поля, отличный от нуля магнитный момент \vec{p}_m .

К ферромагнетикам относятся вещества, магнитная восприимчивость которых положительна.

Намагниченность $\vec{J} = \chi \vec{H}$ и магнитная индукция $\vec{B} = (H + \vec{J})\mu_0$ ферромагнетиков растут с увеличением напряженности магнитного поля нелинейно, и в полях намагниченность ферромагнетиков достигает предельного значения, а вектор магнитной индукции растет линейно с \vec{H} :

$$\vec{B} = \vec{J}_m \mu_0 + \vec{H} \mu_0 \quad (8)$$

Характерной особенностью процесса намагничивания ферромагнетиков является гистерезис, т.е. зависимость намагничивания от напряженности магнитного поля.

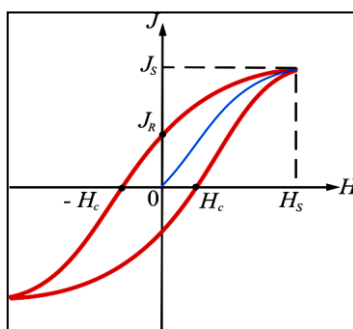


Рисунок 5 – Петля гистерезиса [19]

Напряженность магнитного поля полностью размагниченного ферромагнетика называется коэрцитивной силой, характеризующей способность ферромагнетика сохранять намагниченное состояние.

Большой коэрцитивной силой обладают магнитотвердые материалы.

1.6 Гипотезы влияния магнитного поля на водонефтяную эмульсию

В исследованиях Доломатова М.Ю. [28] описывается возможный механизм разрушения эмульсии под действием низкочастотного электромагнитного поля и деэмульгатора, заключающийся в резонансной дестабилизации водородных связей в водных глобулах. В работе Телина А.Г. с сотрудниками установлено, что при использовании деэмульгаторов и низкочастотного электромагнитного поля остаточная обводнённость уменьшается на 40 – 49 %, и при этом снижаются дозировка деэмульгатора, температура процесса и время отстоя. Гипотеза о резонансном влиянии низкочастотного электромагнитного поля на стабильность эмульсий также выдвигается Доломатовым М.Ю. и др. По этой гипотезе переменное электромагнитное поле вызывает резонанс водородных связей, ответственных за устойчивость сольватных оболочек частиц, образующих эмульсию [28].

В основе процесса дестабилизации эмульсии присутствует следующий механизм: 1) стабилизация эмульсии происходит за счет слабых водородных связей на межфазной границе раздела «вода – углеводород»; 2) в результате взаимодействия магнитного поля с диполями слабых водородных связей в эмульсиях происходит ангармонический резонанс водородных связей; 3) мицеллы, т.е. (*агрегаты ПАВ в коллоидном растворе, состоящие из большого количества амфифильных молекул*) становятся источником вторичного низкочастотного магнитного поля и способствуют дестабилизации всей системы; 4) время, за которое протекает процесс разрушения, соизмеримо со

временем релаксации слабых межмолекулярных (водородных) связей, то есть процесс является быстрым.

Исследование влияния магнитного поля на деформацию капель приводится в работах Ткачевой Е.С., Закирян А.Р. и Диканского Ю.И. [31, 32] Показано, что при воздействии низкочастотного поля на капли магнитной жидкости происходит их сплющивание, а при воздействии высокочастотного поля капли магнитной жидкости вытягиваются. При вращении магнитного поля низкой частоты происходит вытяжение капель, а при высокочастотном поле микрокапли сплющиваются. В работе Пивоваровой Н.А. и др. [29] водонефтяная система рассмотрена с точки зрения теории нефтяных дисперсных систем, мицеллы которых состоят из ядра и сольватной оболочки. Показано, что прочность межфазных слоёв имеет экстремальный характер, который зависит от концентрации смол и асфальтенов. Воздействие магнитного поля на систему, в которую добавлен деэмульгатор, способствует интенсификации процесса. Мустафин И.А., Имашев Р.Н., Ниязгулов С.А. установили, что воздействие импульсного магнитного поля приводит к слиянию капель. [33]

Выявлены закономерности, позволяющие определить время, необходимое для уменьшения дисперсности и качественно оценить время деэмульсации в зависимости от внешних факторов. При этом имеются данные что при действии магнитного поля снижается действие коррозии на трубопроводы на 40 % и кроме того достигается разделение эмульсий на 20-30 %.

Обработка водонефтяных эмульсий переменным магнитным полем приводит к увеличению выделившейся водной фазы до 50 %, что более эффективно, чем при использовании постоянного магнитного поля. Было отмечено, что при воздействии переменного магнитного поля глобула воды

вытягивается, наблюдается растяжение сольватной оболочки, из-за чего асфальтеновые и парафиновые слои разрушаются [24].

В своей диссертации Вольцов А.А. [34] указал, что основным механизмом разрушения водонефтяных эмульсий в магнитном поле является его воздействие на бронирующие оболочки глобул нефти в воде, заключающееся в разрыхлении бронирующих оболочек на границе нефть – вода, вследствие перемещения в них соединений железа в сторону источников магнитного поля. Данное предположение требует глубокого исследования нефтяных эмульсий, т.е. определения количества соединений железа в нефти и самого факта их нахождения в бронирующем слое.

Исходя из вышесказанного был сделан вывод, что в однородном магнитном поле, каждая глобула воды, в обратной эмульсии растягивается вдоль магнитных линий, испытывая давление окружающей ее нефти, подвергающейся в разы более сильному диамагнитному выталкиванию по сравнению с водой. При изменении геометрической формы глобулы с шара на любую другую будет увеличиваться площадь ее поверхности, а толщина бронирующего слоя будет уменьшаться, что является одной из главных составляющих процесса деэмульсации.

Для эффекта воздействия магнитного поля на жидкие системы характерна релаксация. Во всех случаях, когда во время магнитной обработки не происходят какие-либо необратимые изменения (возникновение устойчивых зародышей новой фазы и т.п.), эффект магнитной обработки после кратковременного возрастания постепенно самопроизвольно снижается и исчезает (рисунок. 6).

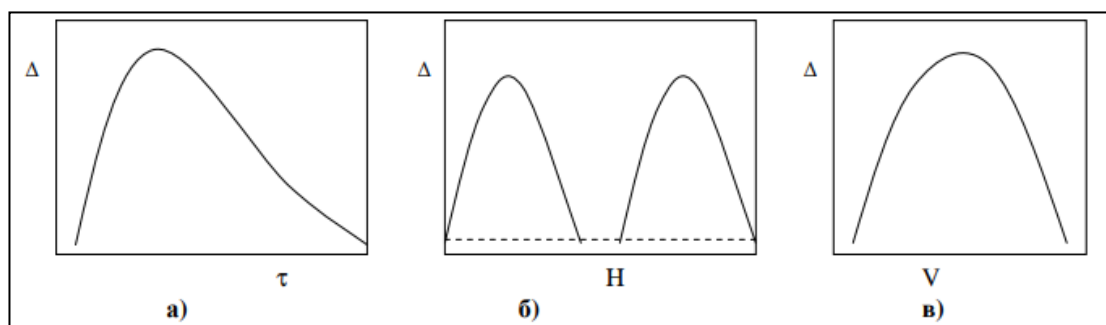


Рисунок 6 – Зависимость эффектов магнитной обработки водных систем от различных факторов [26]:

а – от времени после обработки; б – от напряженности магнитного поля; в – от скорости потока в межполюсном пространстве

Отмечается сложная зависимость эффектов от характеристик магнитного поля, например, от его индукции. Чаще всего, при достаточно малом шаге индукции магнитного поля наблюдается полиэкстремальная зависимость (рисунок 6). Периодическое изменение свойств жидкой системы с ростом напряженности магнитного поля можно объяснить закономерностью Лармора, согласно которой прецессия электронов в магнитном поле линейно связана с его индукцией.

Если отдельно взятый объем жидкости перемещать вдоль расположенных определенным образом постоянных магнитов, то поток жидкости будет находиться под воздействием магнитного поля, параметры которого зависят от скорости движения потока, параметров магнитов, их формы и расположения в пространстве [39]. При этом можно создать условия, когда поток будет обрабатываться постоянным или переменным магнитным полем с заданными параметрами.

Магнитная восприимчивость — величина безразмерная. Объёмная магнитная восприимчивость χ равна отношению намагниченности единицы объёма вещества J к напряжённости H намагничивающего магнитного поля: $\chi = J / H$. Магнитная восприимчивость, рассчитанная на 1 кг (или 1 г) вещества,

называется удельной ($\chi_{уд} = \chi / \rho$, где ρ — плотность вещества), а магнитная восприимчивость одного моля-молярной: $\chi_m = \chi_{уд} \times M$, где M — молекулярная масса вещества [17].

Парамагнетики и ферромагнетики существуют в нефтях в малых количествах. Они представлены различными металлами и их соединениями (солями, оксидами, гидроксидами).

На частицы механических примесей, обладающих магнитным моментом, в неоднородном магнитном поле действует сила:

$$F_y = \chi \mu_0 V H_y \left(\frac{dH_y}{dy} \right), \quad (9)$$

где χ — магнитная восприимчивость частиц (СИ); $\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6}$ Гн/м — магнитная постоянная; V — объем частицы, м³; H_y — напряженность магнитного поля, А/м; $\frac{dH_y}{dy}$ — градиент напряженности магнитного поля, А/м².

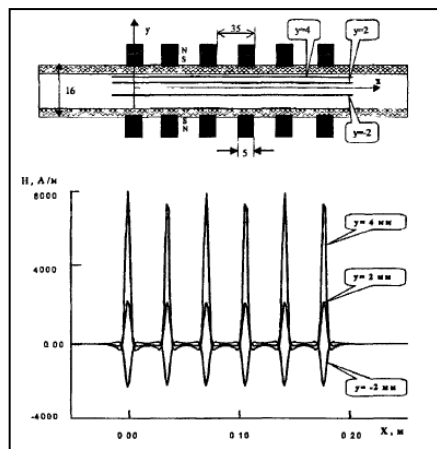


Рисунок 7 – Расположение магнитов и конфигурация магнитного поля по оси трубы [34]

Эта сила стремится переместить частицы в область более высоких значений напряженности. Поскольку частицы примесей имеют малые размеры, некоторые из них могут находиться в однодоменном состоянии, характеризующимся значительным магнитным моментом. Ускорение однодоменных частиц в неоднородном магнитном поле рассчитаем по формуле:

$$a_m = \frac{F_g}{pV} = \frac{Is}{p} \mu_0 \left(\frac{dH_y}{dy} \right) \quad (10)$$

где ρ – плотность вещества частицы, кг/м^3 ; I_s – спонтанная намагниченность, А/м.

Таким образом, частицы механических примесей в оболочках, бронирующих глобулы нефти, могут под действием неоднородного магнитного поля перемещаться внутри оболочек в сторону соответствующего полюса источника магнитного поля.

Проведенные исследования Ю.В. Лоскутовой и Н.В. Юдиной [39] показывают, что обработка нефтей с различным содержанием смолистых компонентов знакопеременным магнитным полем существенно влияет на размеры частиц коллоидно-дисперсной фазы нефтяных систем и, следовательно, на их реологические характеристики.

Для нефтей, характеризующихся повышенным содержанием полярных кислых смол, после магнитной обработки наблюдается снижение размеров ассоциатов, уменьшение вязкости, статического напряжения сдвига и энергии активации вязкого течения.

Для нефтей с повышенным содержанием неполярных нейтральных смол после магнитной обработки отмечено увеличение размеров ассоциатов значений реологических параметров. Через определенный промежуток времени происходит частичное или полное восстановление первоначальных размеров ассоциатов и релаксация реологических свойств магнитообработанных нефтей.

1.7 Центрифугирование

Центрифугирование производят в центрифуге, которая представляет собой вращающийся с большой скоростью ротор. Эмульсия подается в ротор по полуму валу. Под действием сил инерции эмульсия разделяется, так как вода и нефть имеют разные значения плотности.

Преимущество центрифугирования перед отстаиванием заключается в использовании центробежной силы, значительно превышающей силу тяжести.

Центробежная фильтрация осуществляется в центрифугах с дырчатым барабаном, на внутренней поверхности которого помещают фильтровальную ткань. Под действием центробежной силы суспензия отбрасывается к стенкам барабана, причем осадок остается на поверхности барабана, а жидкость проходит сквозь слой осадка, ткань и отверстия в барабане.

Эффективность работы центрифуг зависит от фактора разделения или центробежного фактора, представляющего собой отношение центробежного ускорения к ускорению силы тяжести:

$$K_{ц} = \frac{\omega^2 r}{g} \quad (11)$$

где: ω – угловая скорость вращения в рад/сек; r – радиус вращения в м; g – ускорение силы тяжести в м/сек².

С увеличением фактора разделения возрастает разделяющая способность центрифуги. Как видно из уравнения 11, разделяющая способность центрифуги должна возрастать пропорционально радиусу барабана и квадрату числа оборотов [40].

В процессе центрифугирования вода вместе с механическими примесями выделяются из нефти под действием центробежной силы:

$$F_{ц} = mw^2/R \quad (12)$$

Ускорение центробежной силы определяется:

$$a = w^2/R = (2\pi Rn)^2/R * (4\pi^2 Rn^2) \quad (13)$$

где w – окружная скорость частицы жидкости; n – число оборотов центрифуги; R – радиус вращения.

Для частицы, находящейся на расстоянии r от оси вращения, мгновенная скорость в радиальном направлении определится как:

$$w_r = dr/dt = 2\pi^2 n^2 R d^2 (\rho_v - \rho_H) / 9 \mu H, \quad (14)$$

То есть скорость отделения капель воды пропорциональна радиусу вращения и квадрату числа оборотов. Сравним с отстаиванием под действием силы тяжести.

В центрифуге частицы, перемещаясь в радиальном направлении, имеют переменный радиус вращения R , а, следовательно, на них действует переменная величина центробежной силы. Поэтому, по мере удаления частицы от оси вращения, скорость осаждения ее возрастает.

Таким образом, центробежная сила, действующая на частицу, может быть больше силы тяжести во столько раз, во сколько ускорение центробежной силы больше ускорения свободного падения. Отношение этих ускорений называется фактором разделения [18].

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика нефти пласта М месторождения А

Раздел удален так как содержит конфиденциальные сведения недропользователя.

2.2 Схема ДНС с УПСВ на месторождении А

Раздел удален так как содержит конфиденциальные сведения недропользователя.

2.3 Методы и объекты исследования

Метод воздействия магнитным полем на водонефтяную эмульсию является в некоторой мере «катализатором», который ускоряет разделение эмульсии. Ниже представлена диаграмма проведенных экспериментов.

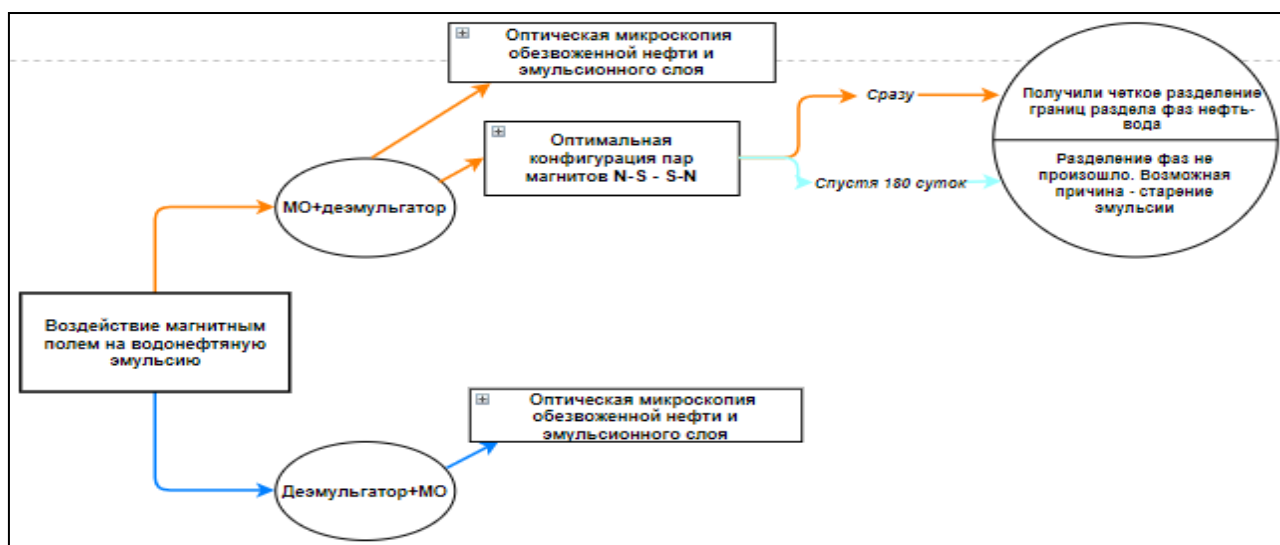


Рисунок 8 – Диаграмма первой серии экспериментов

Для первой серии экспериментов были поставлены следующие задачи:

- Определить обводненность эмульсии;
- Исследовать результаты микроскопии, понять, как меняется вязкость, дисперсность и процесс деэмульсации;
- Определить оптимальную схему расположения магнитов;
- Построить модель магнитного поля в программе QuickField;

- На основе полученных данных проанализировать зависимость между коэффициентом эффективности деэмульсации и плотностью потока магнитного поля.

2.3.1 Методика измерения реологических характеристик водонефтяной эмульсии

Реологические параметры растворов измеряются на вискозиметр Brookfield DV- II+ Pro (рисунок 9), который имеет следующие технические характеристики:

- диапазон измеряемой вязкости – $100 \div 4 \cdot 10^6$ мПа*с;
- погрешность – 1,0%;
- воспроизводимость – 0,2%;
- скорость вращения – $0,01 \div 200$ об. /мин.;
- число ступеней – 54.

Для того чтобы приступить к снятию вязкости эмульсии ее необходимо перемешать на мешалке в течение 5 минут при скорости 1000 об/мин. Далее эмульсия переливается в стакан Брукфильда. Включается вискозиметр с помощью кнопки на задней панели, затем снимается защитный колпачек с места под шпindel, нажимается любая кнопка и происходит автозачистка показаний вискозиметра. Когда все операции выполнены можно приступить к измерению вязкости при заданной скорости сдвига. Записываются показания через определенный промежуток времени для каждой из скоростей.



Рисунок 9 – Ротационный вискозиметр Brookfield DV- II+ Pro

Формула для расчета вязкости по показаниям вискозиметра Брукфильда:

$$\eta = [x(R_0) - \Delta x] \frac{f(S,N)}{1000} k \left[\frac{\xi_R(R_0)}{100} + 1 \right]^{-1}, \quad (15)$$

где Δx – аддитивная погрешность показаний вискозиметра; $f(S,N)$ – коэффициент зависящий от номера S шпинделя и скорости N .

С учетом аддитивной погрешности Δx происходит лучшее совпадение результатов измерений вязкости ньютоновских жидкостей для различных скоростей.

2.3.2 Модульный биологический микроскоп Olympus CX41 и анализ полученных изображений

Диаметры частиц определяли с использованием модульного биологического микроскопа Olympus CX41 (рисунок 10-а), включающего в себя программное обеспечения анализа изображений ImageScore Color и позволяющего проводить обработку изображений, калибровку размеров и ручных измерений по изображениям, статистическую обработку результатов (рисунок 10-б).

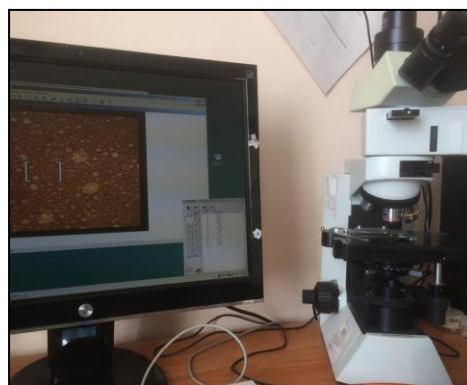


Рисунок 10-а – Olympus CX41; 10-б - процесс анализа изображений при помощи ImageScore Color

Распределение частиц по размерам позволяет вычислить ряд характеризующих дисперсную систему величин.

Среднеарифметический размер частиц был определен:

$$\bar{d}_{ap} = \sum_i x_{api} d_i. \quad (16)$$

Количественно дисперсность полидисперсных систем выражают через средние значения радиусов частиц, их массы, объема, молекулярной массы и других параметров. Различают три способа расчета средних значений этих параметров [41]:

Среднеарифметическое значение:

$$\bar{Y}_{cu(ap)} = \frac{\sum n_i Y_i}{\sum n_i} = \sum \frac{n_i}{\sum n_i} Y_i = \sum x_{api} Y_i \quad (17)$$

Среднеповерхностное значение:

$$\bar{Y}_{cn} = \frac{\sum n_i x_i^2 Y_i}{\sum n_i x_i^2} = \sum \frac{n_i x_i^2}{\sum n_i x_i^2} Y_i = \sum x_{si} Y_i \quad (18)$$

Среднеобъемное или среднемассовое значение:

$$\bar{Y}_{co} = \frac{\sum n_i x_i^3 Y_i}{\sum n_i x_i^3} = \sum \frac{n_i x_i^3}{\sum n_i x_i^3} Y_i = \sum x_{vi} Y_i, \quad (19)$$

где Y – величина, среднее значение которой (\bar{Y}) рассчитывается; n_i – число частиц в данной фракции; x_i – размер частиц i -той фракции; $x_{ar i}$, $x_{s i}$, $x_{v i}$ – соответственно арифметические (численные), поверхностные и объемные (массовые) доли от общего числа частиц, их поверхности и объема (массы).

Таким образом, если нужно определить среднечисленный диаметр частиц в полидисперсной системе, то по формуле (20) получим:

$$\bar{d}_{ap} = \frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i} = \sum \frac{n_i}{\sum n_i} d_i = \sum_i x_{api} d_i \quad (20)$$

Если нужно определить среднеповерхностный диаметр частиц в полидисперсной системе, то по формуле (21) получим:

$$\bar{d}_{cn(s)} = \frac{\sum n_i d_i^2 d_i}{\sum n_i d_i^2} = \sum \frac{n_i d_i^2}{\sum n_i d_i^2} d_i = \sum x_{si} d_i = \sum \frac{x_{api} d_i^2}{\sum x_{api} d_i^2} d_i \quad (21)$$

Если нужно определить среднеобъемный диаметр частиц в полидисперсной системе, то по формуле (23) получим:

$$\bar{d}_{co(v)} = \frac{\sum n_i d_i^3 d_i}{\sum n_i d_i^3} = \sum \frac{n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^3} d_i = \sum x_{vi} d_i = \sum \frac{x_{api} d_i^3}{\sum x_{api} d_i^3} d_i \quad (22)$$

В монодисперсной системе величины $\bar{Y}_{cн(ап)}$, \bar{Y}_s и \bar{Y}_v имеют одинаковые значения, а в полидисперсной системе они различны. Чем выше полидисперсность, тем сильнее различаются эти величины. Такая закономерность обусловлена относительным возрастанием удельной поверхности и еще сильнее – числа частиц в единице массы или объема по сравнению с удельным объемом (или массой) при уменьшении размера частиц. Для полидисперсной системы $r_{v(m)} > r_s > r_{ap}$.

2.3.3 Программа «QuickField» для моделирования магнитного поля

QuickField – пакет программ для моделирования электромагнитных, тепловых и стрессовых ситуаций с помощью комбинированного многополевого анализа с ограниченным числом узлов сетки.

Для расчета магнитных полей используется магнитостатическая формулировка, позволяющая определить индуктивность с учетом насыщения магнитных материалов для поля, созданного постоянными магнитами.

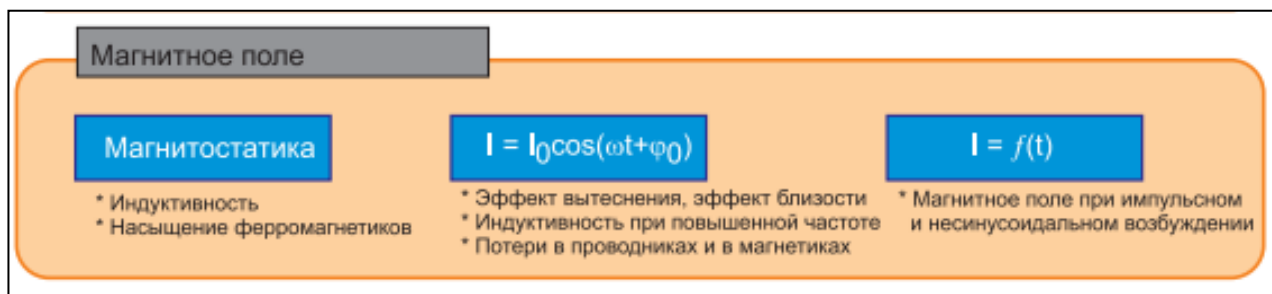


Рисунок 11 – Постановка задачи в программе QuickField

Задача моделирования магнитного поля решается во временной области с полным учетом реальной кривой намагничивания ферромагнетиков. Этот

анализ позволяет учитывать одновременное магнитное действие переменных, постоянных и импульсных токов и постоянных магнитов.

2.4 Обводненность водонефтяной эмульсии

Обводненность эмульсии была определена по ГОСТ 2477-2014 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды» по методу Дина и Старка, по формуле:

$$X = V/V_{\text{пр}} * 100\% \quad (23)$$

где V – объем воды в ловушке, мл; $V_{\text{пр}}$ – объем пробы в нефти, мл.

Сущность метода заключается в нагревании пробы нефти с растворителем (толуол) и измерении количества воды, сконденсированной в ловушке. Используются следующие пропорции:

- нефть – 25 мл;
- толуол – 100 мл;

Обводненность составила 9,2 мл или 36,8%. На рисунке 12 изображен прибор Дина-Старка.

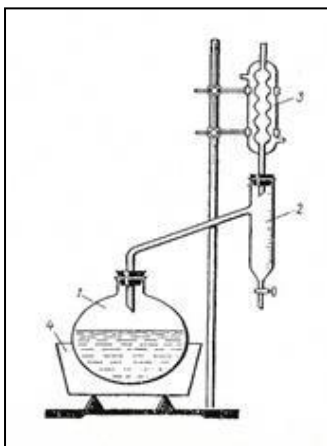


Рисунок 12 - прибор для определения содержания воды Дина и Старка:

1-колба; 2-приемник-ловушка, 3-холодильник, 4-колбонагреватель

2.5 Определение дозировки деэмульгатора

Дозировку деэмульгатора X рассчитывали в лабораторных условиях методом пропорций. Так как предприятие X использует дозировку 60 г/т, было рассчитано, сколько нам потребуется деэмульгатора исходя из этих данных.

Объем нефти составил 150 мл. Отсюда: $X = 60 * 150 / 1 * 10^6 = 9$ микролитр.

В делительную воронку лабораторного экстрактора ПЭ был отобран нужный объем пробы и добавлен объем деэмульгатора с помощью микродозатора. Затем в течение 10 минут смесь перемешивали со скоростью 800 об/мин.

С целью снижения потребления деэмульгатора и увеличения скорости разделения эмульсии был применен комбинированный метод воздействия: постоянное магнитное поле и деэмульгатор «Х».

3 Исследование процесса деэмульсации нефти под действием физических полей

3.1 Первая серия экспериментов. Определение оптимальной схемы расположения магнитов

Раздел удален так как содержит патентоспособные сведения.

3.2 Вторая серия экспериментов. Исследование воздействия магнитного поля на реологические характеристики эмульсии

Раздел удален так как содержит патентоспособные сведения.

3.3 Анализ хаарактеристики магнитного поля

Раздел удален так как содержит патентоспособные сведения.

3.4 Третья серия экспериментов. Влияние центробежных сил на деэмульсацию водонефтяных эмульсий

Со временем исследуемая эмульсия стала более устойчивой и перестала разделяться под действием деэмульгатора, термической и магнитной обработки, поэтому дальнейшие эксперименты проводились, используя метод разрушения очень устойчивых эмульсий и промежуточных слоев – метод центрифугирования.

Перед нами стояла задача определить оптимальные параметры воздействия центробежных сил на эмульсию. При какой скорости и сколько времени потребуется, чтобы эмульсия разделилась на две фазы – нефть и воду.

Эксперименты проводились на центрифуге ОПн-8. Пробы водонефтяной эмульсии объемом 10 мл подвергали воздействию центробежных сил в течение 15, 20 и 25 минут при частоте вращения ротора 8000 об. /мин, что соответствовало относительному ускорению (*RCF*, Relative Centrifugal Force) 4830 *g*. Деэмульгатор не использовался.

В результате экспериментов в указанных условиях выделения воды в отдельную фазу не произошло. Эмульсия разделилась на два слоя: в верхней части – слой обезвоженной нефти, в нижней – концентрированный эмульсионный слой. Это можно трактовать как отсутствие в эмульсии воды в

агрегативно-неустойчивом состоянии. Концентрированный эмульсионный слой представлял собой вязкий осадок темно-коричневого цвета (рисунок 13).



Рисунок 13 – Эмульсионный слой

Обезвоженная нефть и эмульсионный слой в дальнейшем были исследованы методом оптической микроскопии. Для этого использовался модульный биологический микроскоп OLIMPUS CX41. На фотографиях (рисунок 14) представлен вид под микроскопом исходной эмульсии и эмульсионных слоев, полученных при разном времени воздействия центробежных сил на исходную эмульсию.

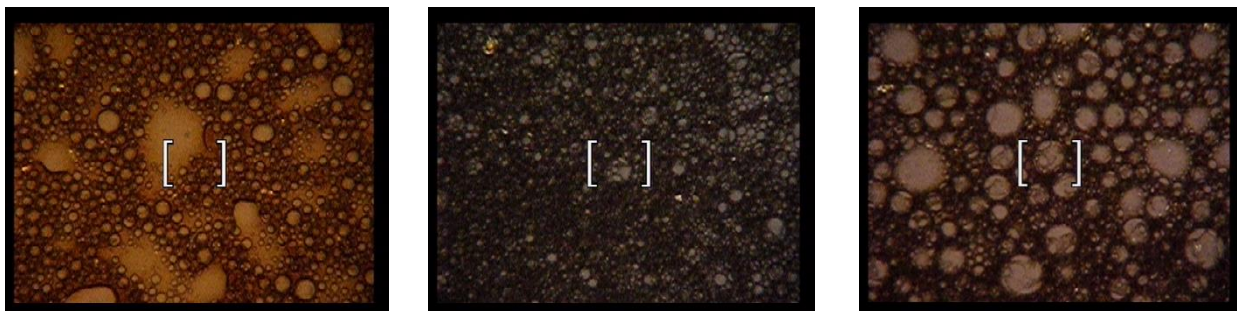


Рисунок 14 – Микрофотографии исходной эмульсии (а); эмульсионного слоя, полученного в результате действия центробежных сил в течение 15 мин (б); эмульсионного слоя, полученного в результате действия центробежных сил в течение 20 мин (в)

Можно заметить (рисунок 15), что при времени воздействия центробежных сил на эмульсию в течение 15 минут, происходит коагуляция глобул воды: доля частиц с размерами 10–19 мкм уменьшается, а доля частиц с размерами 22–44 мкм увеличивается. В этой области наблюдаются два

максимума количества частиц с размерами 25 и 29 мкм. При увеличении времени центрифугирования до 20 и 25 минут в составе эмульсионного слоя уменьшается доля частиц с размерами 14–24 мкм. Максимальная доля, 0,14–0,16, соответствует частицам с размером 9–13 мкм, доля частиц размером 4–8 мкм увеличивается вдвое.

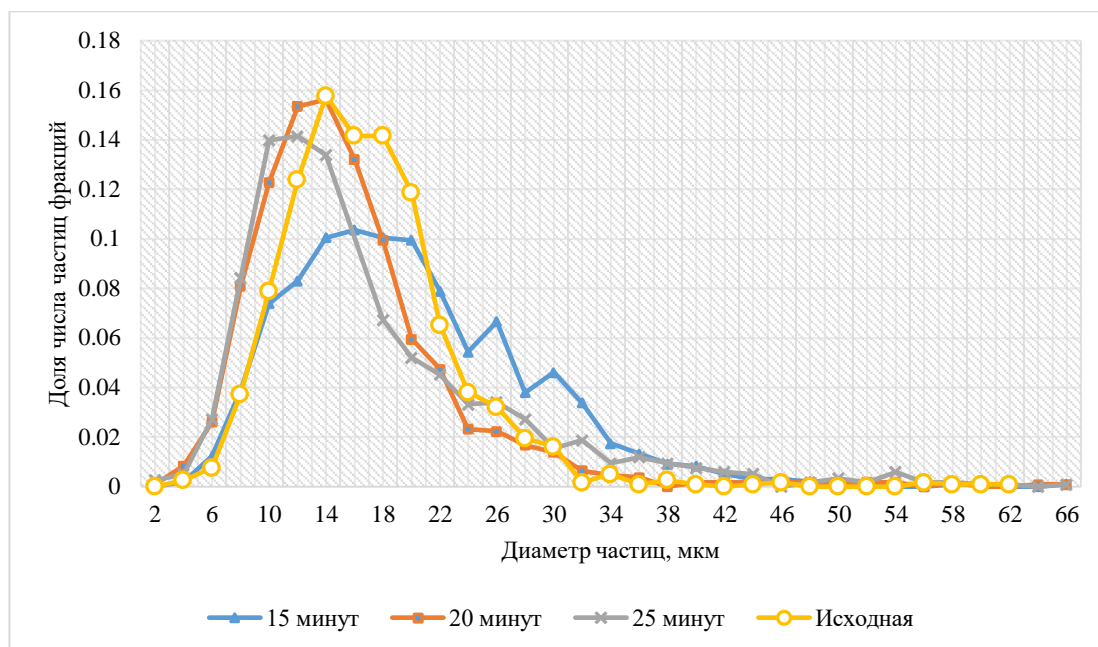


Рисунок 15 - Плотность распределения частиц дисперсной фазы в эмульсионном слое по размерам при разной длительности воздействия центробежных сил

Малое время центрифугирования приводит к уменьшению диаметра капель воды в эмульсионном слое. Увеличение времени обработки до 15 минут привело к снижению доли капель воды размером 2–22 мкм, и увеличению доли капель размером 24–42 мкм. Дальнейшее увеличение времени обработки вновь привело к увеличению дисперсности системы. С учетом литературных данных [32] было решено взять время обработки равное 10 минутам.

Была исследована и найдена экспериментальным путем оптимальная скорость центрифугирования эмульсии (число оборотов - 8000 об/мин.) (рисунок 16).

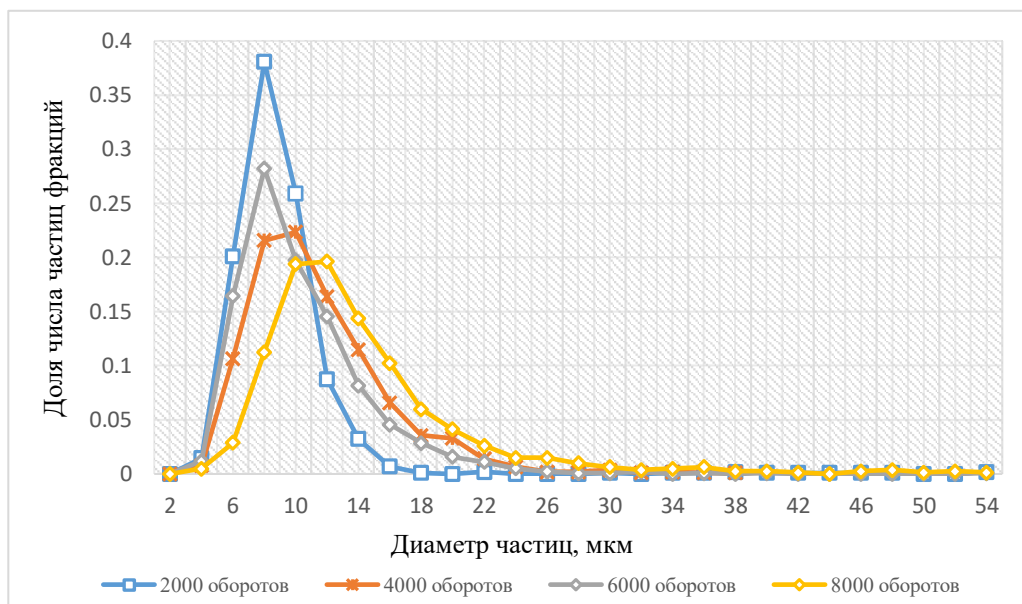
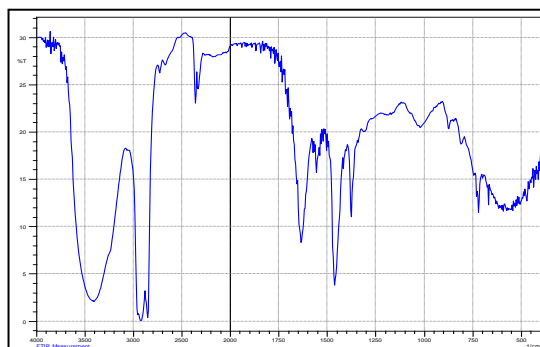


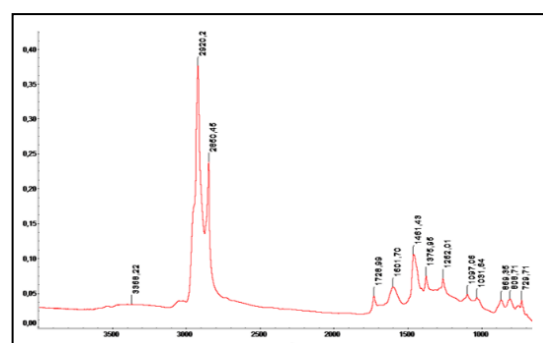
Рисунок 16 – Зависимость размера частиц от числа оборотов центрифуги
 В зависимости от времени центрифугирования и частоты вращения ротора изменяется дисперсность частиц, содержащихся в эмульсионном слое.

Анализ верхнего слоя, обезвоженной нефти, методом оптической микроскопии показал, что в нем присутствует небольшое количество отдельных глобул воды. Это указывает на значительную степень обезвоживания нефти.

Для изучения природы эмульсионного слоя использован метод ИК-спектроскопии. ИК-спектры снимались на инфракрасном Фурье-спектрометре Nicolet iS10 корпорации Thermo Fisher Scientific (США), оснащенный приставкой нарушенного полного внутреннего отражения с алмазным кристаллом. Параметры эксперимента: разрешение 4 см^{-1} , число сканов пробы и спектра сравнения 64, диапазон сканирования $4000\text{-}650 \text{ см}^{-1}$. Регистрация спектра сравнения проводилась перед снятием спектра пробы.



а



б

Рисунок 17 (а) – ИК-спектр эмульсионного слоя; (б) – ИК-спектр асфальтенов из нефти месторождения А

На основании сравнения спектров можно считать, что в эмульсионном слое сосредоточились высокомолекулярные компоненты нефти. В первую очередь это смолы и асфальтены. Такой состав слоя и присутствие воды в качестве дисперсной фазы обуславливают его высокую вязкость.

Далее, была проведена еще одна серия экспериментов с термообработкой и добавлением растворителя в эмульсию для дальнейшего ускорения ее разрушения. Для этой серии экспериментов использовалась проба промышленной эмульсии с обводненностью 49,4%.

Эмульсия является устойчивой и не поддается разрушению при добавлении деэмульгатора, было решено добавить термическую обработку в первом случае, а во втором добавить деэмульгатор и растворитель (толуол).

Описание эксперимента:

- Добавили деэмульгатор 60 г/т и толуол (растворитель) 1:1 в эмульсию;
- Перемешали 5 минут и подвергли термической обработке при температуре 60°C в течение 20 минут.

Толуол был выбран как один из самых эффективных растворителей асфальтенов (рисунок 18).

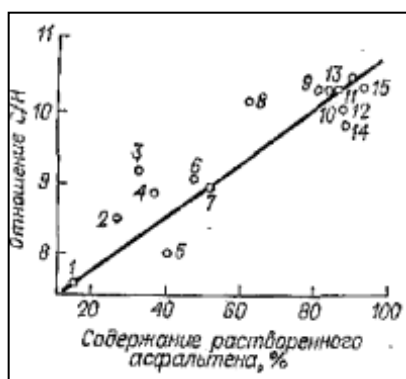


Рисунок 18 – Содержание растворенного асфальтена, % [43]

Следует отметить, что при воздействии температуры в присутствии деэмульгатора результат получился неудовлетворительный – образовалась

гелеобразная система по всему объему пробы. Поэтому было решено использовать для разрушения эмульсии растворитель.



Рисунок 19 – Вид пробы эмульсии после центрифугирования: внизу эмульсионный слой, вверху – слой обезвоженной нефти; воды в отдельной фазе нет

После добавления растворителя произошло очень четкое разделение эмульсии на две фазы: нефть и воду. Коэффициент эффективности деэмульсации составил 99,8%. В дальнейшем планируется изучить, возможно ли применение одного только растворителя без деэмульгатора.

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

Студенту:

Группа
2БМ94

ФИО
Зырянов Михаил Сергеевич

Школа	Природных ресурсов	Отделение школы	Нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление	21.04.01 Нефтегазовое дело

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет стоимости материально-технических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов, согласно технологическому регламенту предприятия и разделу человеческих ресурсов предприятия</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT – анализа проекта</i>
<i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ</i>
<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки ресурсной, финансовой социальной и экономической эффективности</i>

Перечень графического материала:

Матрица SWOT
График проведения НИ (Диаграмма Ганта)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романюк Вера Борисовна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

При добыче и переработки нефть дважды перемешивается с водой, образуя, в результате водонефтяную эмульсию. На А. месторождении для предотвращения образования эмульсий используют поверхностно-активные вещества (ПАВ) типа Интекс-1018, МЛ-72Б, МЛ-80.

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

		Комбинированные методы магнитной обработки эмульсии			
		Постоянные магниты с применением деэмульгатора	Электромагниты с применением деэмульгатора	Термическое обезвоживание с применением деэмульгатора	Ультразвуковое воздействие с применением деэмульгатора
Размер компаний	Крупные	1	1		
	Средние		2		2
	Мелкие			3	3

Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает определить, что будет являться сильными и слабыми сторонами конкурентов.

Объектом исследования является метод магнитной обработки эмульсии с добавлением деэмульгатора для ее деэмульсации.

Для наглядности сравним два метода: метод магнитной обработки на основе постоянных магнитов и электромагниты.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _т	Б _х	Б _м	К _т	К _х	К _м
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Г	Б _Х	Б _М	К _Г	К _Х	К _М
1	2	3	4	5	6	7	8
Удобство в эксплуатации	0,06	3	4	3	0,18	0,24	0,18
Помехоустойчивость	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
Энергоэкономичность	0,06	3	5	4	0,18	0,3	0,24
Надежность	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
Уровень шума	0,01	4	4	3	0,04	0,04	0,03
Безопасность	0,08	4	3	2	0,32	0,24	0,16
Потребность в ресурсах памяти	0,02	4	5	1	0,08	0,1	0,02
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Простота эксплуатации	0,06	5	5	3	0,3	0,3	0,18
Качество интеллектуального интерфейса	0,04	4	3	5	0,16	0,12	0,2
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,06	5	3	2	0,3	0,18	0,12
Уровень проникновения на рынок	0,01	3	4	3	0,03	0,04	0,03
Цена	0,2	4	1	3	0,8	0,2	0,6
Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,08
Послепродажное обслуживание	0,01	4	2	2	0,04	0,02	0,02
Финансирование научной разработки	0,04	4	4	3	0,16	0,16	0,12
Срок выхода на рынок	0,03	4	3	5	0,12	0,09	0,15
Наличие сертификации разработки	0,02	2	2	4	0,04	0,04	0,08
Итого	1				4,08	2,96	3,02

Исходя из оценочной карты, можно сделать вывод, что наиболее конкурентоспособным методом является метод магнитной обработки основанный на постоянных магнитах. Данный метод прост в обслуживании и не требует затрат электрической энергии. Также, является довольно простым во внедрении на производство и эксплуатации. Установка магнитного активатора происходит в насосно-компрессорные трубы, через которые происходит омагничивание протекающей жидкости.

4.2 SWOT – анализ

Метод SWOT анализа является универсальной методикой, позволяющий достаточно просто и в правильном разрезе взглянуть на положение товара в

отрасли, поэтому является наиболее популярным способом управления рисками и принятия управленческих решений.

Таблица 3 – SWOT-анализ

	Сильные стороны С1.Экономичность и энергоэффективность метода. С2. Экологичность метода С3.Высокая надежность метода С4.Высокий срок эксплуатации	Слабые стороны Сл1.Отсутствие прототипа научной разработки Сл2.Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров п работе с научной разработкой Сл3.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности В1.Использование инновационной инфраструктуры нефтяных компаний В2.Использование уже имеющегося оборудования для реализации проекта В3.Появление дополнительного спроса на новый продукт В4.Повышение стоимости конкурентных разработок	В1С1С4С5; В2С4; В3С3; В4С3С5, В1В2С4; В1В4С5	В1Сл2Сл3; В2Сл1Сл4; В3Сл2Сл3Сл4.
Угрозы У1.Отсутствие спроса на новые технологии производства У2.Развитая конкуренция технологий производства У3.Ограничения на экспорт технологии У4.Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5.Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	У1С5; У2С1С3С4; У3С1С2С3С4С5; У4С2С4С5; У5С1С3.	У1Сл1Сл3Сл4; У3Сл1Сл2Сл4; У4Сл3.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны			Слабые стороны		
		C1	C2	C3	Сл1	Сл2	Сл3
Возможности	B1	+	-	+	-	-	-
	B2	+	-	+	-	-	+
Угрозы	У1	+	-	-	+	-	-
	У2	0	-	-	0	0	-
	У3	-	-	-	-	+	-

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе составлен перечень этапов проведения работ в рамках научного исследования в форме календарного плана (таблица 8) и диаграммы Ганта (таблица 9).

Таблица 5 - Календарный план представлен в таблице

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исследователь
	6	Разработка методики проведения эксперимент	Руководитель, инженер

Продолжение таблицы 6

	7	Построение моделей и проведение экспериментов	Исследователь, инженер
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Исследователь, руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	инженер
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	инженер
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Исследователь, руководитель
	12	Выбор и расчет метода	Руководитель темы, исследователь, инженер
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемой разработки	Инженер
Изготовление опытного образца	14	Лабораторные испытания разработки	Исследователь
Оформление комплекта документации по ОКР	15	Составление эксплуатационно-технической документации	Инженер

На основании календарного плана построена диаграмма Ганта (таблица 7), которая представляет собой столбчатые диаграммы (гистограммы). Отрезки на ней показывают даты начала и окончания выполнения различных видов работ в период исследования.

Таблица 7- Диаграмма Ганта

Вид работ	Исполнители	T _к кал дн.	Продолжительность выполнения работ												
			март			апрель			май						
			1	2	3	1	2	3	1	2	3				
выбор темы и подготовка материала для исследования	Руководитель и исполнитель	4	█												
Подбор и изучение теоретических материалов, соответствующих теме задания	исполнитель	8		█											
Обсуждение структуры работы	Руководитель, исполнитель	3			█										
Проведение теоретических	Исполнитель	21					█								

расчетов										
Подбор оборудования, необходимого для реализации проекта	Руководитель, исполнитель	7								

Условные обозначения:

■ – Исполнитель ▨ – Руководитель

4.4 Бюджет научно-технического исследования

4.4.1 Расчет материальных затрат

Материальные затраты необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Лаб.	Аналог	Аналог 2		Лаб.	Аналог 1	Аналог 2
Образцы нефти	баррель	0,05	0,03	0,07	3165	158,25	94,95	221,55
Лабораторная посуда (пробирки)	шт.	500	280	360	2,3	1150	644	828
Предметное стекло	шт	250	200	235	1,31	327,5	262	307,85
Одноканальный механический дозатор переменного объема от 100 мкл до 1000 мкл	шт.	1	2	4	8000	8000	16000	32000
Одноканальный механический дозатор переменного объема от 1 мл до 10 мл	шт	1	3	2	8000	8000	24000	16000
Дезмульгатор Интекс 1018	мл	50	45	60	16,67	833,5	750,15	1000,2
Канцелярские товары	шт.	1	1	2	1000	1000	1000	2000
Итого						19469,25	42751,1	52357,6

4.4.2 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 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.		
	Лаб.	Аналог	Аналог		Лаб.	Аналог 1	Аналог 2
Модульный биологический микроскоп Olympus CX41	1	3	2	364 999	364 999	1094997	729998
Перемешивающее устройство ПЭ-6300	1	2	3	51 000	51000	102000	153000
Экстрактор ПЭ-8000	1	1	2	33 550	33 550	33550	67100
Сушильный/сухожаровый шкаф FD-53	1	2	1	86 780	86 780	173560	86780
Итого					536 329	1 404 107	1036 878

4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочих дней (таблица 12)

Таблица 9 – Показатель рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер	Исследователь
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	117	117	117
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	50	50	50
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	198	198

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_r	$Z_{гс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	3	1,5	16000	0,3	0,4	1,3	35360	1833	2,85	5225
Инженер	2	1,2	14000	0,3	0,4	1,3	30940	1625	33,85	55011
Исследователь	1	1	11000	0,3	0,4	1,3	24310	1277	32,8	41882

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$, $Z_{доп}$ – основная и дополнительная заработная плата;

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}},$$

где $Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

При отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала.

4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей НИИ

Расчет дополнительной заработной платы производится путем произведения основной заработной платы на коэффициент дополнительной заработной платы, который на стадии составляет от 0,12 до 0,15. Результаты расчета приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	З _{доп} , рублей
Руководитель	784
Инженер	8252
Исследователь	6282
Итого, З _{доп}	15318

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10–15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб; $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты; $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 12).

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	5225	784
Исследователь	55011	8252

Исполнитель	Основная заработная плата руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Инженер	41882	6282
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого, рублей	31825	

4.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии (табл.16). Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 16.

Таблица 13 – Накладные расходы

Наименование расходов	Стоимость расходов, рублей			Величина накладных расходов рублей		
	Лаб.	Аналог	Аналог	Лаб.	Аналог	Аналог 2
Печать и ксерокопирование	500	450	400	80	72	64
Оплата услуг связи	2000	2300	3000	320	368	480
Оплата услуг электроэнергии	1500	1200	950	240	192	152
Итого				640	632	696

4.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Лаб.	Ан.1	Ан.2
Материальные затраты НТИ	19469,25	42751,1	52357,6

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Лаб.	Ан.1	Ан.2
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	536329	1404107	1036878
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	102118		
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15318		
Отчисления во внебюджетные фонды	31825		
Накладные расходы	640	632	696
Бюджет затрат НТИ	737669,3	1596751	1239193

4.4.8 Расчет целесообразности проекта

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования (таблица 15). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Таблица 15 – Показатели для оценки целесообразности проекта

Затраты по статьям						
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
42751,1	1404107	102118	15318	31825	632	1596751
52357,6	1036878	102118	15318	31825	696	1239193

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^{\rho} = \frac{\Phi_{\rho i}}{\Phi_{\max}} = \frac{737669,3}{1239193} = 0,59,$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{\rho i}}{\Phi_{\max}} = \frac{1596751}{1239193} = 1,34$$

$$I_{\Phi}^{a2} = \frac{\Phi_{\rho i}}{\Phi_{\max}} = \frac{1239193}{1239193} = 1,$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{pi} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i^a,$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i^p,$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i -го параметра; b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог	Аналог
1. Способствует росту производительности труда	0,1	4	5	3
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	5	3
3. Помехоустойчивость	0,15	4	5	4
4. Энергосбережение	0,2	5	4	4
5. Надежность	0,25	4	5	4
6. Материалоемкость	0,15	5	5	3
ИТОГО	1	4,6	4,4	3,5

$$I_m^p = 4 \times 0,1 + 4 \times 0,15 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,2 + 4 \times 0,25 + 5 \times 0,15 = 4,35 ,$$

$$I_1^A = 5 \times 0,1 + 5 \times 0,15 + 5 \times 0,15 + 4 \times 0,2 + 5 \times 0,25 + 5 \times 0,15 \\ = 4,8 ,$$

$$I_2^A = 3 \times 0,1 + 3 \times 0,15 + 4 \times 0,15 + 4 \times 0,2 + 4 \times 0,25 + 5 \times 0,15 \\ = 3,9 .$$

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

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,35}{0,59} = 7,37 ,$$

$$I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\phi}^{a1}} = \frac{4,8}{1,34} = 3,58 ,$$

$$I_{\text{финр}}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\phi}^{a2}} = \frac{3,9}{1} = 3,9 ,$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 20).

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a1}} = \frac{7,97}{3,58} = 2,22 ,$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a2}} = \frac{7,97}{3,9} = 2,04 ,$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{m\varepsilon}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{m\varepsilon}^a$ – интегральный технико–экономический показатель аналога.

Таблица 17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Лаб. Разработка	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,34	0,59	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4,35	3,9

3	Интегральный показатель эффективности	3,58	7,37	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,22	2,04	

Заключение:

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены следующие вопросы:

- составление календарного плана проект, на основании которого была построена диаграмма Ганта;

- определение бюджета НИИ. При использовании лабораторного исполнения потребуется 737669 руб. – это наименьший показатель среди трех рассмотренных вариантов;

- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. У аналога 1 исполнения наилучшие показатели.

Разница среди затрат на бюджет НИИ трех исполнений большая. Наименьшая сумма – 782858,3 руб., а наибольшая – 1596751 руб. Учитывая показатели ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности, целесообразно для проведения исследования будет выбрать аналог вариант для лабораторных проведенных исполнения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич

ШКОЛА	ИШПР	Отделение	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Магистратура	Направление	Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Анализ эффективности воздействия физических полей на деэмульсацию нефти месторождения А (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>Рабочее место представляет из себя химическую лабораторию, оборудованную всем необходимым для проведения экспериментов. Все опыты с ядовитыми и пахучими веществами были проведены под вытяжкой в халате и средствах индивидуальной защиты. В лаборатории использовались реагенты, нагревательные установки, стеклянные колбы, компьютеры и сушильный шкаф. Освещение естественное, шумы в пределах нормы, ионизирующее излучение не превышало допустимых значений. Негативного воздействия на человека или окружающую среду не было выявлено. Чрезвычайных ситуаций не возникало. Все меры предосторожности были соблюдены.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность Анализ показателей шума и вибрации</p> <ul style="list-style-type: none"> • установление соответствие показателей нормативному требованию; <p>Анализ показателей микроклимата</p> <ul style="list-style-type: none"> • показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. <p>Анализ освещенности рабочей зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> • типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; • при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. <p>Анализ электробезопасности</p>	<p>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты; • привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления, • категорию пожароопасности помещения, • марки огнетушителей, их назначение. • При отклонении показателя предложить мероприятия.

<ul style="list-style-type: none"> • наличие электроисточников, характер их опасности; • установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. • при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. <p>Анализ пожарной безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре. 	<p>Анализ воздействия вредных факторов в процессе работы в лаборатории. К вредным факторам относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенный уровень шума и вибрации; - Недостаточная освещенность рабочей зоны; <p>Отклонение показателей климата на открытом воздухе.</p> <p>Анализ воздействия опасных факторов. К ним относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Поражение электрическим током; - Пожароопасность; <p>Все электроприборы необходимо оберегать от сырости и особенно от наличия в атмосфере шкафа, где они хранятся, паров соляной и других кислот.</p> <p>Лаборатория, в которой проводились исследования, снабжена огнетушителем, автоматической пожарной сигнализацией не оборудована.</p> <p>Лаборатория относится к пожароопасным помещениям категории «В», класс пожароопасности по ПЭУ – П - II класс. Класс взрывоопасности по ПЭУ – не взрывоопасно.</p> <p>По условиям окружающей среды — с нормальной средой.</p> <p>По степени опасности поражения электрическим током — без повышенной опасности.</p> <p>В лаборатории имеются огнетушители ОХП, песок, одеяло. В корпусах установлены пожарные краны и шланги.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.</p> <p>Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Рассматриваются 2 ситуации ЧС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) природная – сильные морозы зимой; 2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии). <p>Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 	<p>Приведены:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень НТД, используемых в данном разделе, • схема эвакуации при пожаре, • схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.

• организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.20 г.
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	Д.т.н.		26.02.20 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – это сознательное отношение субъекта социальной деятельности к требованиям социальной необходимости. При разработке новых решений обеспечивается: исключение несчастных случаев; защиту здоровья работников; снижение вредных воздействий на окружающую среду; экономное расходование невозобновляемых природных ресурсов.

Целью данного раздела является оценка условий труда, анализ вредных и опасных факторов, разработка мер защиты от них, также рассмотрение вопросов техники производственной, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, пожарной профилактики и охраны окружающей среды

Выполнение экспериментальной части магистерской диссертации производилось в лаборатории кафедры нефтегазового дела. 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. В данной главе проведена оценка параметров рабочей среды и исследована социальная ответственность при работе в химической лаборатории 20 корпуса.

В качестве персонала в данном разделе рассматривается лаборант.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Время отдыха и рабочее время регламентируется графиком работы на предприятии, который утверждается работодателем с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации в порядке, установленном статьей 372 ТК РФ для принятия локальных нормативных актов, и доводится до сведения работников не позднее чем за два месяца введения его в действие.

Согласно Постановлению Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13 января 2003 года №1/29 все сотрудники и руководитель обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда для обеспечения профилактических мер по сокращению производственного травматизма.

Также предусматривается время, необходимое для доставки работника на рабочее место и обратно. Для работников, выезжающих в районы крайнего севера и приравненные к ним местности:

- устанавливается районный коэффициент, и выплачиваются процентные надбавки к заработной плате в порядке и размерах, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих в районах крайнего Севера и приравненных к ним местностях;

- предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск в порядке и на условиях, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих:

- в районах крайнего Севера – 24 календарных дня, в местностях, приравненных к районам крайнего севера, - 16 календарных дней.

Требования промышленной безопасности соблюдаются согласно Федеральному закону от 19.04.2013 №28222 в области промышленной безопасности в нефтяной и газовой промышленности и эксплуатации объектов сбора, подготовки, хранения транспорта нефти и газа.

5.2 Производственная безопасность. Анализ опасных и вредных производственных факторов

По типу, лаборатория, в которых проводились опыты, относится к классу аналитической химии, что подразумевает проведение химических анализов различной продукции и веществ (воды, нефти, газа) в соответствие с нормативными требованиями.

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы химической лаборатории

Источник фактора, наименование	Факторы (по ГОСТ 21.01.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проведение опыта с химическими реагентами	1. Повышенный уровень освещения; 2. Загазованность рабочей зоны; 3. Утечка токсичных и вредных веществ;	1. Пожароопасность; 2. Электробезопасность 3. Попадание ядов в желудочно-кишечный тракт; 5. Острые кромки.	1. ГОСТ 12.01.003-2015. Система стандартов безопасности труда. 2. ГН 2.2.5.2309-07. ОБУВ вредных веществ в воздухе рабочей зоны. 3. ГОСТ 12.1.007. Вредные вещества. Классификация и

	4. Отклонение показателей микроклимата.		общие требования безопасности. 4. ГОСТ 12.2.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. 5. ГОСТ 12.1.005. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. 6. ГОСТ 12.1.004. Пожарная безопасность.
--	---	--	--

Вредные производственные факторы - факторы среды и трудового процесса, которые могут вызвать профессиональные заболевания или другие нарушения здоровья работника, как в течение трудовой деятельности, так и после ее завершения [36].

Работы с вредными производственными факторами:

- работы в условиях электромагнитного излучения;
- работы при повышенных или пониженных температурах;
- работы с ПЭВМ;
- работы с химическими и биологическими веществами;

Вредное химическое вещество, согласно ГОСТ 12.1.007, это такое вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения от нормы в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в период работы, так и в отдаленные сроки жизни нынешнего и последующего поколений [38].

Вредные вещества классифицируются в соответствии со следующими нормативными правовыми актами:

1. по степени воздействия на организм работника (по токсичности) на четыре класса опасности (ГОСТ 12.1.007):

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й - вещества высокоопасные;
- 3-й - вещества умеренно опасные;
- 4-й - вещества малоопасные.

2. По характеру воздействия на организм работника (ГОСТ 12.0.003 и ГОСТ 12.1.005):

– Общетоксические (углеводороды, хлорированные углеводороды, спирты, соли ртути, оксид углерода), вызывают мышечные судороги, влияют на кроветворные органы, взаимодействуют с гемоглобином.

– Раздражающие (хлор, аммиак, оксид серы, туманы кислот, оксиды азота), воздействуют на слизистые оболочки, верхние и глубокие дыхательные пути.

– Сенсibiliзирующие (органические диметиламиноазобензол и другие антибиотики), повышают чувствительность организма к химическим веществам, а в производственных условиях приводят к аллергическим заболеваниям.

– Канцерогенные, (бензапирен, нитроазосоединения, ароматические амины и др.), вызывают развитие всех видов раковых заболеваний [38].

3. По пути проникновения в организм работника, в частности попадающие через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров (по ГОСТ 12.0.003).

Основное сырье, с которым проводились испытания, является нефть и водонефтяная эмульсия. Она относится к легковоспламеняющейся жидкости, состоящей из смеси углеводородов. Из-за высокого содержания легких фракций и способности их быстрого выделения в атмосферу возможно образование взрывоопасных смесей.

Деэмульгаторы используемые в экспериментах, являются токсичными веществами, которые при попадании внутрь организма способны привести к химическому отравлению.

При неисправности электрооборудования или неосторожности в использовании человеком существует вероятность поражения электрическим током.

При несоблюдении правил хранения и противопожарных норм возможно загорание смазочных масел и обтирочного материала деэмульгатора.

5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны

При проведении экспериментов с химическими продуктами, возможно образование повышенной концентрации вредных веществ в воздухе, а также запыленность при несоблюдение санитарных норм в лаборатории. В данном случае все сотрудники должны использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

К СИЗОД относятся, как и респираторы, так и специальные костюмы, покрывающие кожный покров, так как вредные химические вещества могут проникнуть через кожу в кровь.

Перед началом работы с вредными химическими реагентами проводится инструктаж по технике безопасности.

Неудовлетворительная освещенность

Освещенность рабочих мест должна быть достаточной и равномерной, чтобы избежать возникновения бликов и слепящих пятен на поверхности приборов в лаборатории [38].

Для регулирования естественного освещения в лаборатории используются жалюзи синего цвета. При недостаточном освещении могут быть использованы лампы накаливания и другие осветительные приборы.

Из дополнительных параметров светильников отметим несколько факторов, определяющих эффективность труда сотрудников:

- коэффициент пульсации применяемых источников света не должен превышать 15%;
- в лабораторных условиях не следует применять светильники с индексом цветопередачи менее 80;
- общее освещение рабочих мест не должно создавать резко выраженные тени на рабочем месте;
- нормируемый показатель дискомфорта исключает большие колебания яркости на рабочих местах сотрудников лаборатории;

Наилучший эффект в создании системы света в лаборатории дает сочетание общего и индивидуального освещения рабочих мест. При этом следует учесть, что источники местного света должны располагаться по центру или с левой стороны рабочего места сотрудника.

5.2.2 Анализ выявленных опасных факторов

Поражение электрическим током

Основные меры предотвращения электротравм в лаборатории – защита от прикосновения к находящимся под напряжением частям электрооборудования и применение защитного заземления.

Действующие электронагревательные приборы нельзя оставлять без присмотра. При их включении соединительный шнур сначала присоединяется к прибору, а затем уже прибор включается в общую сеть. Выключение производится в обратном порядке. Если при работе на электроустановке появилось слабое ощущение действия тока, необходимо прекратить работу, выключить рубильник и сообщить ответственному лицу за лабораторией [37].

Средства защиты от поражения электрическим током:

- 1) Перчатки
- 2) Обувь
- 3) Подставки

Пожаровзрывоопасность

Работа с горючими веществами в лаборатории требует дополнительных мер для предотвращения возможных возгораний.

Основным сырьем, с которым проводились эксперименты является нефть – легковоспламеняющаяся жидкость с температурой вспышки – (минус 21°C).

Нефть является смесью углеводородов. Некоторые соединения, входящие в состав нефтяных паров, имеют концентрационные пределы воспламенения, указанные в таблице 4, % (по объему).

При проведении экспериментов с химическими реагентами есть риск попадания в воздушную среду вредных веществ. Чтобы избежать данного инцидента все опыты с реагентами должны проводиться в вытяжном шкафу.

Если есть вероятность, что при проведении опыта будут происходить выделения или брызги, то рекомендуется опустить экранированное стекло до уровня рук, чтобы вещества не попали на лицо и верхнюю часть тела.

Средства пожаротушения и пожарной сигнализации

Особая осторожность в лаборатории необходима при работе с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) – нефтью, ацетоном, бензином и т.д. Для предотвращения возможности возгорания необходимо внимательно следить за тем, чтобы вблизи нагревательных приборов и открытого пламени не находились ЛВЖ, нельзя допускать соприкосновения резиновых шлангов, бумаги, полотенца с открытым пламенем.

К первичным средствам пожаротушения в лаборатории относятся:

1. огнетушители;
2. покрывала из теплоизоляционного полотна.

Огнетушители являются наиболее эффективным видом первичных средств пожаротушения. В лаборатории установлены огнетушители пенного и углекислотного типа, предназначенные для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

При тушении пожара следует учитывать следующие факторы:

1. Скорость развития пожара в помещении около 5м/мин.;
2. В течение 20 мин. помещение полностью поглощается огнем;
3. Температура в помещении повышается до 950 градусов Цельсия;

Необходимое время эвакуации людей с учетом воздействия опасных факторов пожара составляет 1,5-2,0 мин.

5.3 Экологическая безопасность

Распыление и разлив нефти и химических реагентов сопутствует выделениям углекислого газа и метана в атмосферу. Потери при испарении легких фракций нефти во время хранения в резервуарах и производстве сливных и промывочных операций.

Защита гидросферы

В ходе работ с химическими реагентами при неправильной утилизации остаточных веществ могут происходить различные воздействия на гидросферу.

Например:

- загрязнение поверхностных и подземных вод остатками реагентов, загрязнение поверхностных водоемов, при утечке кислот (щелочей) или других веществ (нефтепродуктов);
- утечка нефтепродуктов и химических реагентов из резервуаров и дозирующих установок.

Мероприятия по защиты гидросферы: герметизация всего оборудования и трубопровода; установка фильтров в пунктах сброса и применение первичных отстойников для уменьшения агрессивности химической среды реагентов; создание сети контрольных пунктов для наблюдения за составами поверхностных и подземных вод.

Защита литосферы

При проведении опытов в лаборатории могут возникнуть нарушения загрязнениями почвенного и растительного покрова утечками (проливами) кислот, щелочей, технических жидкостей и нефтепродуктов.

Охрана окружающей среды достигается комплексом мероприятий, направленных на предотвращение утечек и сокращение потерь от испарения.

Мероприятия, направленные на уменьшение воздействия УПН на окружающую среду:

- герметичная схема подготовки нефти;
- оснащение технологического оборудования предохранительными устройствами со сбросом в специальные емкости с последующим возвращением жидких продуктов в технологический процесс; использование факельных установок для сжигания аварийных выбросов газа.

К технологическим источникам, загрязняющих атмосферу УПН, относятся:

- выбросы при продувках оборудования и коммуникации;

- утечки через неплотности оборудования и сальники, фланцевые соединения.

Мероприятия, ограничивающие вредное воздействие процессов производства и выпускаемой продукции на окружающую среду

С целью охраны воздушного бассейна выполняются следующие технологические мероприятия, обеспечивающие минимальные выбросы вредных веществ в атмосферу:

- сброс газов от предохранительных клапанов сепараторов технологической площадки производится в факельную систему;

Для исключения попадания вредных веществ на почву предусмотрено:

- обвалование резервуарного парка.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС)

Возможные аварийные ситуации и порядок предотвращения их

В химических лабораториях проводятся работы, связанные с применением химических веществ, которые могут оказывать вредное действие на организм человека. Значительная часть химических соединений, анализируемых и синтезируемых в лабораториях, представляет собой горючие и легковоспламеняющиеся вещества. В виде газов, паров и пыли эти вещества с кислородом воздуха могут образовывать взрывоопасные смеси.

При несоблюдении техники безопасности или неправильной эксплуатации оборудования может произойти чрезвычайная ситуация. В качестве примера рассмотрим пожар в лаборатории.

На случай возникновения пожара в лаборатории должны быть необходимые первичные средства пожаротушения. Если возникло загорание, все сотрудники лаборатории должны четко действовать в соответствии с разработанной противопожарной инструкцией: немедленно перекрыть газ, выключить вентиляцию и электроприборы, вынести из помещения все огнеопасные, взрывоопасные вещества и баллоны с газами, применить наиболее эффективные средства пожаротушения и одновременно вызвать пожарную охрану по телефону или включив пожарную сигнализацию.

Одна из возможных причин пожара в лаборатории является короткое замыкание и связанное с ним загорание проводов. При загорании электрических проводов или электрооборудования нужно прежде всего обесточить сеть. После этого можно гасить пламя любыми подручными средствами (кроме воды – возможна порча оборудования). При тушении электрических проводов или оборудования, находящихся под током, исключается возможность использования пенных огнетушителей. В этом случае разрешается тушить песком или углекислотой. Чтобы избежать данной ситуации нужно следить за состоянием проводки и ее изоляции [38].

К работе в любой химической лаборатории допускаются только лица, прошедшие инструктаж по охране труда, технике безопасности и противопожарным мероприятиям.

Вывод по разделу

В данной главе рассмотрены требования промышленной безопасности при проведении работ в химической лаборатории, был проведен анализ основных опасных и вредных факторов. Приведены меры по ликвидации влияния опасных и вредных факторов по предотвращению чрезвычайных случаев.

Заключение

Раздел удален так как содержит патентоспособные сведения.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Зырянов, М.С., Чеканцева Л.В. Влияние магнитного поля на деэмульсацию водонефтяных эмульсий // Проблемы геологии и освоении недр: Труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2018. – 2018. – С. 126-128.
2. Зырянов М.С., Фомичев Е.В. Исследование способов воздействия магнитного поля на разделение водонефтяной эмульсии // Проблемы геологии и освоении недр: Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2019. – С. 107-109.

Zyryanov M.S. Impact of the magnetic field on the separation of water-oil emulsion / Zyryanov M.S., Chekanceva L.V. // Book of Abstracts of the Eleventh International Youth Scientific and Practical Congress "Oil and Gas Horizons". – Moscow, 2019. – P. 45.

Приложение

(справочное)

Stability and physicochemical properties of oil-water emulsions

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ94	Зырянов Михаил Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шишмина Людмила Всеволодовна	к.х.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Людмила Михайловна	к.ф.н.		

STABILITY AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF OIL-WATER EMULSIONS

Since interfacial foils are initial responsible for emulsion consistency, it is influential to understand the factors that affect them. Significant factors are:

- Heavy polar fractions in oil;
- Temperature;
- Droplet size and droplet size distribution;
- pH of water;

Heavy polar fractions in oil. Consider the effect of asphaltenes. The state of asphaltenes in oil affects the emulsion stability properties. While asphaltenes stabilize emulsions, they are colloidal (not yet flocculated), there is strong evidence that their stabilizing emulsifying properties are significantly improved when they precipitate from oil and are present in the solid phase. The impact of polar fractions (original asphaltenes) on the properties of films was investigated by Stassner [4]. In a series of tests, it was demonstrated that the removal of asphaltenes (deasphalting) from oil resulted in a very loose emulsion characterized by movable films. The addition of precipitated asphaltenes back to the deasphaltezate in increasing amounts resulted in the formation of solid foils and increasingly sustainable emulsions.

Temperature. Temperature can considerable impact the stability of the emulsion. Temperature affects the physical properties of the oil, water, interfacial films and the solubility of surfactants in the oil, and water phases. This, in turn, affects the stability of the emulsion. Perhaps the most important effect of temperature is related to the viscosity of emulsions, because the viscosity decreases with increasing temperature. This decrease is mainly due to a decrease in the viscosity of the oil. When paraffins are present (oil temperature below its cloud point) and are the source of emulsion problems, applying heat can completely eliminate the problem by re-dissolving the paraffins in the oil. Temperature increases the thermal energy of the droplets and therefore increases the frequency of droplet collisions. It also reduces interfacial viscosity, which results in faster foil drainage and faster droplet adhesion.

The effect of temperature on the oil / water interface was studied in detail by Jones et al. [2], who recommended, in fact, that an increase in temperature leads to a

gradual destabilization of the limits between the surface oil and aqua films. However, even at higher temperatures, there is still a kinetic obstacle to the adhesion of drops.

Droplet size and droplet size distribution. The droplet sizes of the emulsion can range from less than a micron to over 50 microns. The droplet size distribution is usually represented by a histogram or distribution function.

Emulsions that have smaller droplet sizes are generally more stable. To separate the water, the droplets must stick together, and the smaller the droplets, the longer it takes to separate. The droplet size distribution affects the viscosity of the emulsion because it is higher when the droplets are smaller. The viscosity of the emulsion is also higher when the droplet size distribution is narrow (the droplet size is fairly constant).

The pH of water. The addition of inorganic acids and bases strongly affects their ionization in interfacial films and radically changes the physical properties of the films. The pH of the water affects the hardness of the interfacial films. It was reported [1] that interfacial films formed by asphaltenes are most stable in acids (low pH) and become increasingly weaker with increasing pH. In an alkaline environment, the films become very weak or turn into movable films. Films formed by resins are strongest in basic and weakest in acidic environments.

Oil-water emulsions can be characterized by properties like viscosity, dispersion, density, electrical properties and stability.

Dispersion is the degree of fragmentation of dispersed phase in a dispersion medium. The emulsion is never monodisperse. It is always polydisperse and contains droplets of the dispersed phase of different diameters. The measure of dispersion is the specific interfacial surface:

$$S_{sp} = S / V \quad (1.1.1)$$

The ratio of the total surface of the droplets to their total volume (upon dispersion, the surface S increases, but the volume of the system V does not change):

$$S_{sp} = 1 / d, \quad (1.1.2)$$

where d is the droplet diameter.

The droplet size is proportional to the amount of energy expended: the more energy expended, the smaller the droplet diameter and the larger their total surface area.

The main parameters that determine the degree of dispersion of the emulsion or the size of water droplets in oil are the flow rate, the value of the surface tension at the interface, the frequency and amplitude of pulsations.

Oil viscosity is an extremely important parameter in the design of field pipelines, in the selection of settling equipment, and its mode of operation.

Oil viscosity affects the coalescence of water droplets. As the viscosity of the oil increases, the resistance to random movements of water droplets becomes greater. Thus, the droplets do not move quickly or far. It reduces the energy and frequency of collisions between drops and negatively affects the coalescence process.

The viscosity of crude oil (as a non-Newtonian liquid) depends on many factors: the pH of water and its amount contained in the oil, temperature, the presence of mechanical impurities (especially iron sulfide FeS) [1].

Density is one of the most important qualities of emulsions. This depends on the density of the oil itself and the formation water forming the emulsion, as well as their size or percentage. With an increase in the temperature of the emulsion, its density is miniaturized.

Electronic qualities. The electrical conductivity of an oil emulsion depends not only on the amount of water contained and the degree of its dispersion, but also on the number of salts and acids dissolved in this water. It has been experimentally established that when oil emulsions are placed in an electronic background, water droplets are placed along its power lines, which actually leads to a sharp increase in the electrical conductivity of these emulsions. This phenomenon is due to the fact that water globules have a dielectric constant of approximately 40 one higher than oil droplets. This property of water droplets served as the basis for the use of electric fields for the destruction of circulating emulsions in the process of oil preparation.

Strength is the capacity not to divide into oil and water in the direction of a specific period of time. This is a fairly significant indicator for oil emulsions, it largely

determines the choice of technology for their subsequent processing, as well as the depth of the branches of the aqua phase from the oil. The stability of a dispersed system is characterized by the invariability in time of its main parameters: dispersion and equilibrium distribution of the dispersed phase in the medium. When assessing the stability of oil emulsions, two concepts should be distinguished: kinetic and aggregate stability.

Kinetic (or sedimentation) stability is the ability of a system to resist the settling or floating of particles of the dispersed phase under the action of Archimedean forces. The kinetic stability of diluted oil-water emulsions is proportional to the viscosity characteristics of oil and is inversely proportional to the difference in the densities of oil, emulsified water globules and the square of the radius of these globules.

The aggregate stability of emulsions is the ability of the dispersed phase globules when they collide with each other or with the phase boundary to maintain their original size.

Thus, highly dispersed systems are kinetically stable (they are characterized by the establishment of sedimentation-diffusion equilibrium), and coarsely dispersed systems are destroyed due to the settling (or floating) of particles of the dispersed phase.

If the particles of the dispersed phase (water globules) collide with each other or the phase boundary under the action of molecular forces (i.e. van der Waals forces), forming larger aggregates, this process is called coagulation.

A consequence of the loss of aggregate stability is the loss of sedimentation (kinetic) stability.

In the process of preparing oil well products for stratification, the aggregate and kinetic stability of gas-oil-oil emulsions should be minimized as much as possible.

The stability of oil-water emulsions is influenced by:

1) dispersion of the system: the greater the dispersion of the emulsion, the more stable the emulsion, all other things being equal;

- 2) physicochemical properties of natural emulsifiers that forms adsorption protective shells at the interface;
- 3) the presence of a double electric layer or charge on the droplets of the dispersed phase;
- 4) temperature of mixing liquids;
- 5) viscosity and density of oil, the content of light fractions of hydrocarbons in the emulsion.

The dynamic viscosity of the emulsion depends on the viscosity of the oil itself; the heat at which the emulsion comes out; the number of water contained in the oil, and the level of dispersion. In oil emulsions that do not obey Newton's law, the viscosity changes depending on the velocity gradient. In this case, the viscosity is called the apparent viscosity. An increase in the water content in the oil emulsion leads to an increase in the apparent viscosity of the emulsion and, as a consequence, to a corresponding increase in energy consumption for pumping the emulsion. The main root cause of abnormal viscosity, from Rebinder's point of view, is a device for the destruction and fragmentation of large water droplets into smaller ones. For this, specific efforts must be made to pull these droplets into cylinders of critical volumes (length and radius). The work expended in this case is used to build up the surface energy of the system in connection with the build-up of the joint plane of the cylinders. Density is one of the most important properties of emulsions. It depends on the density of the oil itself and formation water that form the emulsions, and their volume or percentage.

Electronic properties - the electrical conductivity of an oil emulsion is oriented not only by the number of water contained in it and the degree of its dispersion, but also by the number of salts and acids dissolved in this water. It has been experimentally established that, in fact, in oil emulsions placed in an electronic background, water droplets are placed along its power rows, which in fact leads to a sharp increase in the electrical conductivity of these emulsions. The ego paradox is explained by the fact that the dielectric constant of water droplets is approximately 40 one more than that of oil droplets.

The strength of oil emulsions is an important indicator. It is guided by the emulsion's life span. As a measure of the strength of the emulsion, the change in its density has the ability to work for a specific stage of time in a specific layer or the amount of water released during settling.

The issue of the stability of emulsions deserves special attention. The modern theory of the stability of emulsions was created mainly in the works of Academician P. A. Rebinder and his school. According to this theory, a necessary condition for the stabilization of emulsions formed by two liquids is the presence of a third component, a stabilizer, which is adsorbed at their interface with the formation of protective layers that prevent coalescence [4].

Oil emulsions, namely water-in-oil emulsions, in some cases have sufficient stability even at a high concentration of the dispersed phase (water), which is possible only if the stabilizing factor is the increased structural and mechanical properties of the surface layers on the emulsified water droplets. The structure of the surface layers at the oil-water interface is very complex, and the components that make up them are very diverse. The first indications of the structure and composition of protective layers on drops of emulsified water and their role in the stability of oil emulsions were made by the prominent oil scientist L. G. Gurvich, who pointed to the colloidal nature of the substances that form a protective foil.

The composition of the surface layers at the oil-water interface includes a number of substances: naphthenic acids, low molecular weight resins, colloidal particles of high molecular weight resins and asphaltenes, paraffin microcrystals, as well as particles of mineral and carbonaceous suspensions.

The most probable assumption is the formation of a surface layer at the oil-water interface as a result of the accumulation of mineral, highly condensed carbonaceous particles and paraffin microcrystals at this interface under the influence of selective wetting by the aqueous phase of the hydrophilic areas of their surface. Along with the process of accumulation of particles on the interface of both liquids, adsorption of asphalt-resinous substances is carried out, passing into a gel-like state, which leads to cementation of the particles into a single monolithic layer. Gels of

asphalt-resinous substances are solvated from the side of the oil phase, which leads to a thickening of the surface layer and to the manifestation of a wedging action when water droplets covered with such layers' approach each other.

The stability of emulsions is greatly influenced by: dispersion of the system; physicochemical properties of emulsifiers that form adsorption protective shells at the interface; the presence of a double electric charge on the globules of the dispersed phase; a temperature of mixing liquids; pH value of emulsified formation water.

The higher the dispersion of the emulsion, that it is more stable with other things being equal. However, due to the large increase in the interface between the two liquids, the system acquired by the dispersion method buys a huge supply of free surface energy and becomes thermodynamically unstable. This system will tend to spontaneously transmit to a measured position, lowering the supply of free surface energy, in fact, which is performed by reducing the area or surface tension as a result of the entry of surfactants into the emulsion.

The stability of oil emulsions also largely depends on the electric charge on the surface of the particles (globules). The resulting double electric layer protects the particles of the emulsion from sticking together like adsorption shells. The origin of the double electric charge at the interface is explained as follows. In a homogeneous (homogeneous) phase under equilibrium conditions, the electric potential of any component has a constant value throughout the entire volume. The water phase of the oil emulsion is a good electrolyte dissociated into flatter and negative ions. These ions are adsorbed at the oil-water interface. Polarized ions are adsorbed only on surfaces consisting of polar molecules. Microregions on the plane of a polar water droplet, carrying a specific charge, adsorb oppositely charged ions. In this case, the electrolyte ions of the opposite symbol are not adsorbed, but under the influence of the forces of electrostatic attraction, they remain close to the adsorption ions, forming a double electron layer with them on the plane of the adsorbent. Particles with similar charges on the plane are mutually repulsed.

The effect of temperature on the strength of oil emulsions can be attributed in the future. With an increase in temperature, the strength of the emulsion decreases,

because the mechanical strength of adsorption casings, especially those containing paraffin and ceresin, is miniaturized to zero, as a result of which the droplets are combined and the mixture is carried away. With a decrease in the temperature of these emulsions, the mechanical strength of the adsorption shells increases, in fact, which leads to a corresponding increase in the stability of the emulsions.

The meaning of the pH of formation water still has a significant effect on the strength of oil emulsions, because it affects the elastic properties of the surface layers, and the level of its effect on different oils is not the same. With an increase in the meaning of pH, the rheological qualities of the surface layers at the oil-water interface decrease, in fact, which pulls with it the stratification of the emulsion. The increase in pH is usually achieved due to the introduction of alkali into the emulsion, which helps to lower the mechanical strength of the armored shells and, as a consequence, the decomposition of the emulsion into oil and water. Thus, the stability of water-in-oil emulsions is associated with the formation of protective layers on the surface of the drops, which mechanically prevent their aggregation and fusion. Any change in the stability of oil emulsions under the influence of certain factors (temperature, time of existence, composition of the water and oil phases, introduction of a reagent, and other factors) can be carried out only within those limits in which these factors affect the rheological properties of surface layers at the interface oil-water [12].

During the formation of an emulsion, the plane of the dispersed phase increases, as a consequence of this, to carry out the emulsification process, it is necessary to carry out specific work, which is concentrated at the interface in the form of free surface energy (surface interfacial tension). The free energy of droplets of the dispersed phase promotes their coalescence (coalescence), but in measured emulsions this is hindered by emulsion stabilizers. Emulsions are formed as a result of two competing processes: crushing into smaller drops and merging (increasing) drops of the dispersed phase.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оринбасаров К.О. Повышение эффективности деэмульсации высокопарафинистых нефтей месторождений Южно-Торгайского прогиба: автореф. дис. к-та тех. – Москва, 2005. – 123с.
2. Дерягин Б.В. Вода в дисперсных системах / Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Овчаренко Ф.Д. – М: Химия, 1989. – 288с.
3. Лаптаев А.Б., Рахимов С.Р. Коррозионная активность водонефтяных эмульсий // Нефть. Газ. Новации. – Уфа, 2012. - №9. С. 60-63.
4. Strassner J.E. Effect of pH on Interfacial films and stability of crude oil-water emulsions // Production operations. – 1968. – SPE-1939-PA. – P.303-312.
5. Филиппова Т.В. Моделирование процесса каплеобразования при промышленной подготовке нефти Приобское месторождения // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы Международной Научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени Л.П. Кулева: в 2 т. – Томск: ТПУ, 2016.
6. Технологии переработки высокоустойчивых водоуглеводородных эмульсий / И.Ш. Хуснутдинов, Р.Р. Заббаров, А.Г. Ханова, В.Ф. Николаева, Г.Ш. Скворцова. – Казань, 2012. – 180с.
7. Jones T.J. Water-in-crude oil emulsion stability and emulsion destabilization by chemical demulsifiers / T.J. Jones, E.L. Neustadter, K.P. Whittingham // Can Pet Technol. – 1978. - №17.
8. Тронов В.П. Механизм образования смолопарафиновых отложений и борьба с ними / В.П. Тронов. – М.: Недра, 1969. – 192с.
9. Позднышев Г.Н., Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий. – М.: Недра, 1982. – 221с.
10. Зачиняев Я.В., Сергиенко Ю.В., Гладилин Ю.А., Харитоненко А.Л. Модульные передвижные установки с воздействием на водонефтяные эмульсии магнитным полем // Актуальные проблемы гуманитарных естественных наук. – 2012. - №3. С. 46-51.

11. Амелин И.Д. Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии / И.Д. Амелин, М.Л. Сургучев, А.В. Давыдов. – М.: ТОО «ГИСА», 1994. – 308с.
12. Schramm L.L. Emulsions: fundamentals and applications in the petroleum industry / L.L. Schramm // Advances in chemistry – 1992. - №231.
13. Гимазова Г.К., Вахитова А.К., Ермеев А.М., Елпидинский А.А. Изучение влияния магнитного поля на процесс обезвоживания нефтяных эмульсий// Вестник технологического университета – Казань, 2015. -№8. С. 107-109.
14. Мухаметшин В.Х. Разработка методов физико-химического воздействия на продукцию нефтяных скважин для предотвращения осложнений их эксплуатации: Автореферат. Дис. канд. тех. наук. – Уфа, 2011г. – 113с.
15. Галикеев Р.М. Исследование закономерностей структурообразования парафиносодержащих нефтей в добыче и системе сбора: Автореферат. Дис. канд. тех. наук. – Тюмень, 2011г. – 104с.
16. Ермеев А.М., Елпидинский А.А. О применении магнитного поля в процессах разрушения водонефтяных эмульсий// Вестник Казанского технологического университета – Казань, 2013.-№2. С. 170-173.
17. Ермеев А.М., Елпидинский А.А. О применении магнитного поля в процессе разрушения водонефтяных эмульсий / А.М. Ермеев, А.А. Елпидинский // Вестник Казан. Технол. ун-та. – 2013, Т.16, №2, С.170.
18. Методы разрушения нефтяных эмульсий // studizba URL: <https://studizba.com/lectures/32-dobycha-resursov/904-sbor-i-podgotovka-produkcii-neftyanyh-i-gazovyh-skvazhin/16730-metody-razrusheniya-neftyanyh-emulsiy.html> (дата обращения: 8.06.2021).
19. Движение заряженных частиц // Инфоурок URL: <https://infourok.ru/dvizhenie-zaryazhennyh-chastic-v-magnitnom-pole-4784753.html> (дата обращения: 16.05.2021).
20. Шайдуллин Л.К., Шушков П.Д. Анализ влияния различных факторов на реологические свойства водонефтяных эмульсий Ромашкинского

месторождения// Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых.– Пермь, 2014. – № 1. С. 335-338.

21. Лесин. В.И. Физико-химический механизм разрушения водонефтяных эмульсий под действием магнитного поля// Актуальные проблемы теории адсорбции, модификации поверхности и разделения веществ: Материалы Всерос. Симпоз. М.-Клязьма.2002. С.102.

22. Тронов В.П. Промысловая подготовка нефти. Казань, 2000, 423 с.

23. Классен В.И. Омагничивание водных систем, М.: Химия, 1982, 296 с.

24. Жумаев К.К., Хабибов Х. Причины образования водонефтяных эмульсий // Молодой ученый. - 2016. - №2. - С. 153-155.

25. Слободянюк А.И. Физика для любознательных. Механика: пособие для учащихся учреждений общего среднего образования / А.И. Слободянюк. – Минск: Беларус. асоц. «Конкурс», 2014. – 336с.

26. Пивоварова Н.А. Магнитные технологии добычи и переработки углеводородного сырья: Обз. информ. – М.: ООО «Газпром экспо», 2009. – 120с.

27. Долوماتов М.Ю. Фрагменты теории реального вещества. – М.: Химия, 2005. – 208с.

28. Пивоварова Н.А., Кириллова Л.Б., Такаева М.А., Щугорев В.Д. О свойствах и строении нефтяных дисперсных систем// Вестник Астраханского государственного технического университета – Астрахань, 2008. -№6. С. 138-144.

29. Пивоварова Н.А. Интенсификация процессов переработки углеводородного сырья воздействием постоянного магнитного поля: Дис. доктор тех. наук – Москва, 2005. – 256 с.

30. Диканский Ю.И., Закинян А.Р. Динамика немагнитной капли, взвешенной в магнитной жидкости, во вращающемся магнитном поле // Журнал технической физики. – 2010. – Т.80, вып. 8. – С.8-12.

31. Диканский Ю.И., Нечаева О.А., Закинян А.Р., Константинова Н.Ю. О магнитной проницаемости магнитоэлектрической эмульсии // Журнал технической физики. – 2008. – Т. 78, Вып. 1. – С. 21 – 26.
32. Медведев В.Ф. Сбор и подготовка неустойчивых эмульсий на промыслах. М.: Недра, 1987. – 144с.
33. Вольцов А.А. Интенсификация процесса расслоения водонефтяных эмульсий путем их магнито-вибрационной обработки: Дис. канд. тех. наук – Уфа, 2005г. – 116с.
34. Кухленко А.А. Совершенствование методов расчета технологических параметров аппарата роторно-пульсационного типа для приготовления эмульсий: Автореферат. Дис. канд. тех. наук. – Бийск, 2007г. – 125с.
35. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. – «Система стандартов безопасности труда, опасные и вредные производственные факторы»
36. ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».
37. ГОСТ 12.2.003-2015. «ССБТ - Опасные и вредные производственные факторы».
38. Изменение реологических свойств высокопарафинистых нефтей под влиянием виброструйной магнитной активации / Ю.В. Лоскутова [и др.] // Инженерно-физический журнал. 2004. – Т.77. - №5. – С. 146-150.
39. Установки магнитной обработки жидкости УМЖ для промышленных трубопроводных систем // KazEdu URL: <https://www.kazedu.kz/referat/9132/1> (дата обращения: 29.05.2021).
40. Добыча нефти и газа // neftandgaz URL: <http://neftandgaz.ru/?p=5166> (дата обращения: 2.06.2021).
41. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные систем. Учебник для вузов. – 2-е изд. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

42. Зырянов М.С., Фомичев Е.В. Исследование способов воздействия магнитного поля на разделение водонефтяной эмульсии // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2019. – С. 107-109.

43. Сюняев З.И., Сафиева Р.З., Сюняев Р.З. Нефтяные дисперсные системы. – М.: Химия, 1990. – 224с.