



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП/ОПОП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой
отрасли
Отделение школы (НОЦ Отделение автоматизации и робототехники)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка стенда физического подобию для синтеза водомасляных эмульсий с помощью физических методов

УДК 66.063.61

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Жэнь Хунфэй		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас А.А.	к.т.н., доцент		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент Отделения ОАР ИШИТР	Кучман А.В.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А.И.	д.т.н., проф.		

Нормоконтроль (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент Отделения ОАР ИШИТР	Кучман А. В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М. В.	к.т.н. доцент		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-6	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического

Код компетенции	Наименование компетенции
	оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления

Код компетенции	Наименование компетенции
	процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем

Код компетенции	Наименование компетенции
	автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Скороспешкин М. В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Жэнь Хунфэй

Тема работы:

<i>Разработка стенда физического подобия для синтеза водомасляных эмульсий с помощью физических методов</i>

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 33-43/с, 02.02.2023
---	-----------------------

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	09.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Исследования нацелены на водонефтяные эмульгаторы и нефть. Объектом проектирования является физическая модель, аналогичная исследованиям синтеза водонефтяной эмульсии.</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Изучение метода синтеза эмульгатора; Изучение метода ультразвукового синтеза для исследования эмульгаторов; Разработка устройства приготовления эмульсии; Разработка информационно-измерительной системы (ИИС) для анализа водомасляной эмульсии; Разработка алгоритмов работы ИИС, Проведение экспериментов для определения наилучшего рабочего состояния ИИС; Проведение экспериментов для получения статистических характеристик</p>

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Структурная схема.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна, доцент ОСГН ШБИП, к.э.н.
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович, профессор ООД ШБИП, д.т.н.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.,		02.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Жэнь Хунфэй		02.02.2023



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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Жэнь Хунфэй

Тема работы:

Разработка стенда физического подобию для синтеза водомасляных эмульсий с помощью физических методов
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	09.06.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2023 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас А. А.	к.т.н., доцент		02.02.2023

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент Отделения ОАР ИШИТР	Кучман А.В.	-		02.02.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М. В.	к.т.н., доцент		02.02.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Жэнь Хунфэй		02.02.2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 71 страниц, содержит 9 рисунка, 19 таблиц, 28 источников литературы.

Ключевые слова: эмульсия масла в воде , скамья физического подобия, Синтетическая масляно-водная эмульсия , Развитие физического метода

Объект исследования: Объектом данного исследования является водомасляная эмульсия, которая относится к промежуточному продукту, образуемому при смешивании двух несмешивающихся жидкостей, воды и масла. Это исследование направлено на разработку стенда для физического синтеза водонефтяных эмульсий для поддержки их последующего применения.

Цель работы: Целью данного исследования является разработка стенда физического подобия для синтеза водонефтяных эмульсий физическими методами и анализа их характеристик и подобия посредством измерения физических свойств. Стенд можно использовать для исследования и разработки приложений физических свойств водонефтяных эмульсий, обеспечивая экспериментальную поддержку для разработки существующих продуктов и продвижения новых продуктов.

Результаты в процессе исследования: с помощью экспериментальных измерений мы установили соотношение, время перемешивания и скорость перемешивания водомасляной эмульсии, а также измерили ее стабильность, радиус капель и другие физические свойства с помощью искусственного моделирования, чтобы проверить воспроизводимость и сходство масла. водоэмульсионный пол.

Области применения: результаты этого исследования могут быть применены для исследования физических свойств водно-масляных эмульсий и разработки новых продуктов в области косметики, продуктов питания и фармацевтики. Эмульсия масло-вода, прошедшая стендовые испытания на физическое сходство, может использоваться для имитации реальной среды

применения продукта, эффективного прогнозирования стабильности продукта и контроля качества, а также для предоставления надежных данных производителям.

Рентабельность работы: стоимость разработки стенда физического подобия относительно низка при высоком соотношении затрат и результатов. Оборудование и материалы, необходимые для его разработки, удобнее приобрести на рынке. Водно-масляная эмульсия, приготовленная с помощью стендовых испытаний, позволяет быстро оценить физические свойства, сократить цикл исследований и разработок, повысить эффективность исследований и разработок и повысить рентабельность работы.

В заключение, разработка стенда физического подобия обеспечивает эффективное средство для исследования и разработки приложений физических свойств водонефтяных эмульсий, и перспективы его применения очень широки, и он имеет высокую экономическую эффективность.

Содержание

Введение	13
1 Понятие эмульсии	15
1.1 Классификация эмульсии.....	16
1.2 Физико-химические свойства нефтяных эмульсий	17
2 Причины образования нефтяной эмульсии	19
3 Принцип приготовления водомасляной эмульсии	21
3.1 Конденсационные методы	21
3.2 Диспергационные методы.....	21
3.3 Ультразвуковая подготовка эмульсии масло-в-воде.....	22
4 Изучение способа приготовления эмульсии.....	24
4.1 Примеры распространенных методов приготовления эмульсий	24
4.2 Сравнение общих методов приготовления эмульсий.....	25
5 Способы стабилизации эмульсий.....	28
5.1 Сравнение методов стабилизации эмульсий	28
5.2 Ультразвуковая ванна для стабилизации эмульсий	29
6 Разработка устройства для подготовки эмульсии	31
7 Подбор оборудования	32
7.1 Выбор мембранного насоса воздух-вода	32
7.2 Выбрать Ультразвуковые небулайзеры	33
7.2 Изготовление модельных крышек.....	34
8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	38
8.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	38
8.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	38
8.2. Анализ конкурентных технических решений.....	38
8.3. SWOT- анализ.....	39
9. Планирование научно-исследовательских работ	41

9.1. Структура работ в рамках научного исследования	41
9.2. Определение трудоемкости выполнения работ	42
9.3. Разработка графика проведения научного исследования	45
9.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	47
9.4.1 Накладные расходы.....	49
9.4.2 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта	50
9.4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности исследования	50
9.5 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	53
10 Социальная ответственность	56
10.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
10.2 Производственная безопасность.....	57
10.2.1 Отклонение показателей микроклимата	58
10.2.2 Превышение уровня шума	59
10.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	61
10.2.4 Электробезопасность.....	62
10.2.5 Превышение уровня электромагнитных излучений	63
10.3 Экологическая безопасность	65
10.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	65
10.5 Вывод по разделу социальная ответственность	67
Заключение	68
Список литературы	69

Введение

Эмульсии - это дисперсные системы, при которых жидкость одной фазы распыляется в виде миниатюрных сферических капель в другой жидкости. Материал капель фазы считается диспергирующимся, дискретным или внутренним. Вместе с тем, вещество, составляющее окружающую жидкость, называется дисперсионной, сплошной или внешней средой.

Водонефтяные эмульсии (ВМЭ) широко используются как смазочно-охлаждающие жидкости, буровые растворы, в технологиях металлообработки, мастичном производстве и при добыче нефти. Помимо этого, они используются в производстве взрывчатых веществ, смазочных масел, насосов для добычи нефти и для изоляции воды в нефтяной пласт.

Поиск эффективных и простых способов устойчивого разделения водных и нефтяных эмульсий, образующихся при добыче и переработке нефти, является серьезной задачей для нефтяной отрасли. Но современные эмульсии, предназначенные для экспериментов, часто плохо стабильны, а способ их синтеза несовершенен. Мы не можем легко получить свойства, близкие к реальной водонефтяной эмульсии, или метод слишком сложен. Поэтому, чтобы лучше изучить разрушение эмульсий, одним из методов, который мы проводим для повышения энергоэффективности и улучшения процесса синтеза масляной эмульсии, является использование акустических излучателей звуковой и ультразвуковой частоты.

Акустический удар в нефтяной промышленности используется во многих технологических процессах, от нефтедобычи до нефтепереработки: повышение нефтеотдачи, снижение вязкости добываемых тяжелых нефтей, процессы внутрипластовой подготовки и интенсификация процессов нефтепереработки [12].

В частности, для операций с эмульсией было обнаружено, что два ультразвуковых воздействия влияют на синтез воды и масла. Это образование стоячих волн и кавитации [13]. В зависимости от режима обработки ультразвуком кавитация может либо усиливать образование

капель, либо стимулировать эмульгирование в жидкостях, содержащих несмешивающиеся жидкие фазы. Кавитация с сильным ультразвуковым воздействием может привести к тому, что более крупные капли разобьются на более мелкие, поскольку микро жидкостная активность разрушает капли, что приводит к эмульгированию.

Поэтому целью данного исследования является «Изучение каркаса физического подобия водно-масляной эмульсии, синтезированной физическим методом».

Для достижения установленной цели, следует решить ряд задач, приведенных ниже:

- Поиск и систематизация данных, необходимых для дальнейшей работы.
- Исследования причин возникновения эмульсий на промысле
- Исследование методов создания эмульсий
- Исследование методов стабилизации эмульсий
- Разработка устройства для подготовки эмульсий
- Разработка алгоритмов работы устройства для подготовки эмульсий с заданным дисперсным составом
- Проведение экспериментов по созданию эмульсий с заданным дисперсным составом
- Формирование отчета.

1 Понятие эмульсии

Термин "эмульсия" описывает гетерогенную систему, которая образуется из двух или более нерастворимых жидкостей, распределенных друг в друге. Одна жидкость состоит из мелких капель, называемых глобулами, которые находятся в другой жидкости. Диспергирующей средой называется жидкость, в которой глобулы распределены, а дисперсная фаза - жидкость, которая распределена в виде глобул[1].

Вода-нефтяные эмульсии обладают рядом специфических свойств, связанных с их поверхностной энергией. Известно, что у этих эмульсий высокий уровень свободной поверхностной энергии, что делает их неустойчивыми и склонными к слиянию капель, а затем к разделению на отдельные фазы - воду и нефть. Существуют три основных типа эмульсий: на водной основе - вода в нефти, на нефтяной основе - нефть в воде, и множественные эмульсии, в которых содержатся как вода, так и нефть.

Эмульсия М/В представляет собой дисперсионную систему, формируемую путем диспергирования масляной фазы в водной фазе с помощью внешней энергии, такой как перемешивание, гомогенизация, диспергирование, ультразвук и т.д[2].

Водонефтяные эмульсии характеризуются нестабильностью в силу высокого уровня свободной поверхностной энергии, стремящейся к снижению за счет процессов увеличения размеров капель и разделения эмульсии на фазы нефти и воды[3].

Поступление пластовой воды в скважину или закачка воды в пласт для поддержания давления, приводит к образованию эмульсии, состоящей из нефти и воды. Обычные эмульсии сырой нефти на нефтяных месторождениях – это водно-масляные (В/М) эмульсии, включающие капли воды, диспергированные в нефти, и масло-водные (М/В) эмульсии, включающие капли нефти, диспергированные в воде. Встречаются и другие типы, например, водно-масляные и масло-водные эмульсии[6].

Рассмотрение свойств эмульсий имеют важное значение в различных областях, таких как нефтехимическая промышленность, пищевая промышленность, фармацевтика и другие. На практике широко используется целый ряд методов, позволяющих стабилизировать и управлять свойствами эмульсий, таких как использование поверхностно-активных веществ, ультразвук, электронные промышленные процессы и другие технологии.

1.1 Классификация эмульсии

Эмульсии обычно возникают, когда объем одной фазы очень мал по сравнению с другой, фаза с меньшей долей является дисперсной фазой, а другая является непрерывной фазой. Эмульсии масло-в-воде также называют «обратными» эмульсиями. Кроме того, более сложные эмульсии, называемые множественными эмульсиями, также проявляются смешиванием воды и сырой нефти. Например, капли воды, взвешенные в более крупных каплях масла, которые, в свою очередь, при взвешивании в непрерывной водной фазе образует эмульсию вода-в-масле-в-воде[10] (рисунок 1).

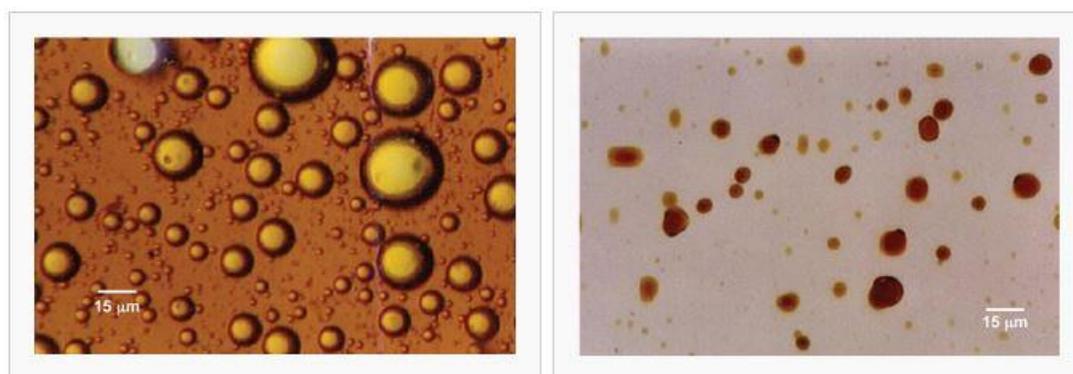


Рисунок 1 – Микрофотография эмульсии вода-в-масле

Цвет и внешний вид нефтепромысловой эмульсии могут широко варьироваться в зависимости от характеристик нефти, воды и содержания нефти/воды. Основные оттенки эмульсий темно-красновато-коричневые, черно-коричневые или серые; тем не менее, любой цвет может быть в зависимости от сорта масла и воды по определенному критерию. Эмульсия обычно выглядит непрозрачной и туманной в соответствии с рассеянием

света на границе раздела масло/вода. Эмульсия, содержащая крупные капли, выглядит менее яркой или темной, а светлая эмульсия состоит из мелких капель.

1.2 Физико-химические свойства нефтяных эмульсий

Прежде чем выбрать метод синтеза эмульсий масло-в-воде, необходимо разобраться в их физико-химических свойствах. Ключевые особенности включают в себя следующее.

1. Дисперсность эмульсий представляет собой степень раздробленности дисперсной фазы в дисперсной среде. Данная характеристика является основной для определения свойства эмульсий.

2. Вязкость эмульсии зависит от вязкости самой нефти, количества воды в ней, присутствия механических примесей, а также от температуры, при которой образуется данная эмульсия.

С увеличением обводнённости до определённого значения вязкость эмульсии возрастает и достигает максимума при критической обводнённости, характерной для данного месторождения. При дальнейшем увеличении обводнённости вязкость эмульсии резко уменьшается. Критическое значение коэффициента обводнения называется точкой инверсии, при которой происходит обращение фаз, т.е. эмульсия типа В/Н превращается в эмульсию типа Н/В. Значение точки инверсии для разных месторождений колеблется от 0,5 до 0,95 г [19].

3. Плотность эмульсии определяется плотностью воды и нефти, а также их содержанием в эмульсии:

$$\rho_{\text{э}} = \rho_{\text{н}}(1-W) + \rho_{\text{в}} W, \quad (1.2)$$

где $\rho_{\text{н}}$ – плотность нефти, кг/м³;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, кг/м³;

W – содержание воды в объёмных долях.

Так как вода и нефть в чистом виде являются диэлектриками, электропроводимость нефтяной эмульсии обуславливается как

количеством содержащейся в ней воды и степенью её дисперсности, так и количеством растворенных в этой среде солей и кислот [22].

4. Температура эмульсии влияет на ее вязкость, как описано выше. Снижение вязкости масла снижает стабильность эмульсии. В ходе экспериментов мы обнаружили, что при снижении температуры частицы парафина в воскообразном масле адсорбируются на поверхности капель воды, и в то же время повышается стабильность эмульсии. Поэтому на полях, расположенных на Крайнем Севере, наблюдались трудности из-за резкого повышения устойчивости эмульсии.

5. Способность эмульсии не разрушаться в течение определенного времени и не разделяться на нефть и воду характеризует устойчивость нефтяной эмульсии [20].

На данное свойство влияет множество показателей: дисперсность системы, физико-химические свойства эмульгаторов, образующих на поверхности раздела фаз адсорбционные защитные оболочки, наличие на капельках дисперсной фазы двойного электрического заряда, температура и время существования эмульсии.

Эмульсия имеет способность к «старению», Данный процесс обусловлен повышением устойчивости со временем, который в начальный период проходит интенсивно, а затем постепенно замедляется. Так как свежие нефтяные эмульсии легче поддаются разрушению, подготовку нефти, включающую в себя обессоливание и обезвоживание, проводят на промыслах [21].

2 Причины образования нефтяной эмульсии

В нефтяных пластах нефть и вода обычно существуют в виде отдельных фаз, которые не смешиваются друг с другом. Однако на месторождениях на более поздней стадии эксплуатации обычно происходит прорыв пластовой воды в призабойную зону [14].

Нефтяные эмульсии, как правило, синтезируются в местах интенсивного контакта фаз, где происходит перемешивание нефти и пластовой воды. В основном это происходит в местах, где нефть и пластовая вода претерпевают фазовые превращения с выделением из нефти растворенных газов и парафинов из-за непрерывно изменяющихся термобарических условий. Зачастую это происходит при подъеме от забоя до устья скважины [15]:

- в стволе скважины, где понижается давление и увеличивается интенсивность перемешивания нефтяной и водной фаз, а также увеличивается скорость движения продукции пласта, вследствие выделения газа;

- на подвижных частях насосного оборудования, штуцерах и запорной арматуре [16];

- в промышленном оборудовании при перепадах давления, пульсации газа, резкого изменения направления и диаметров технологических [17].

Было выявлено, что образование устойчивых водонефтяных эмульсий в призабойной зоне пласта происходит в результате фильтрации жидкости при наличии в породе мелкозернистого песка и глинистых фракций [18].

Таким образом, нефтяные эмульсии могут образовываться только при затратах энергии:

- 1) энергия расширения газа;
- 2) механическая энергия;
- 3) энергия силы тяжести.

Наиболее оптимальным и безопасным для реализации в лабораторных условиях является использование механической энергии.

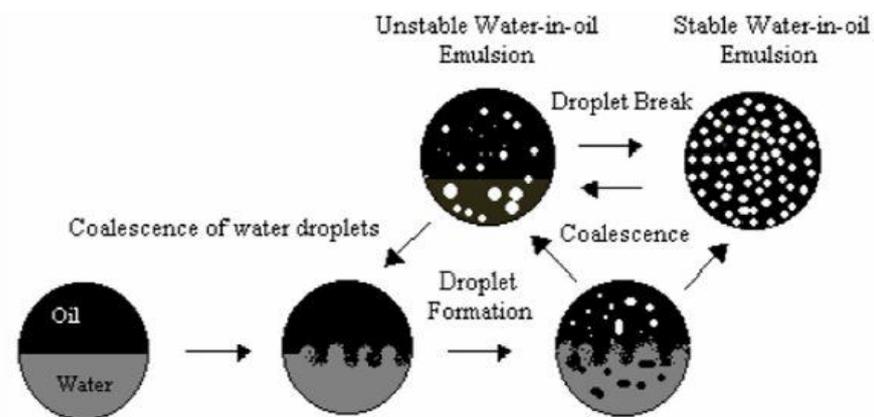


Рисунок 2-Образование эмульсий вода-в-масле

3 Принцип приготовления водомасляной эмульсии

Изменение свободной энергии Гиббса ΔG при образовании эмульсии из двух объемных жидкостей задается следующим уравнением:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S, \quad (3)$$

где ΔH – изменение энтальпии,

T – температура,

ΔS – изменение энтропии.

Свободная энергия эмульгирования является положительной, и первым следствием этого является то, что эмульгирование редко является спонтанным процессом и, следовательно, требует ввода энергии.

Существует несколько методов создания эмульсий [4].

3.1 Конденсационные методы

Конденсационные методы заключаются в выращивании дисперсной фазы из малых центров каплеобразования:

- конденсация из паров – пар одной жидкости – будущей дисперсионной фазы – подается под поверхность другой жидкости – будущей дисперсионной среды. Далее следуют процессы перенасыщения и конденсации пара в виде капель;
- замена растворителя – вещество растворяют в «хорошем» растворителе.

3.2 Диспергационные методы

Методы диспергирования заключаются в измельчении дисперсной системы, состоящей из слоев несмешивающихся жидкостей:

- виброзависимые методы;
- Используйте смешанный подход.

Для смешения используются мешалки различной конструкции: пропеллерные и турбинные физические мешалки, коллоидные мельницы, гомогенизаторы. Стоит отметить, что гомогенизатор — это устройство,

которое диспергирует жидкость, пропуская жидкость через маленькие отверстия под высоким давлением.

Когда желаемый размер капель превышает ~ 10 мкм, нам целесообразно использовать только простые лопасти, но для более мелких капель обычно требуются более высокие силы сдвига для наших целей. Обычно мы пытаемся использовать роторно-статорный смеситель с большими сдвиговыми усилиями.

Нефтяные эмульсии обратного типа могут быть грубодисперсными – с каплями воды размером от 50 до 100 мкм, среднедисперсными – с каплями воды размером от 20 до 50 мкм, и мелкодисперсными – с каплями воды размером от 0,2 до 20 мкм [5].

Таким образом, эмульсия с каплями размером 10 мкм и более удовлетворяет размерам капель даже мелкодисперсной реальной нефтяной эмульсии, к тому же данный способ является наиболее простым в реализации, настройке и использовании. Поэтому в качестве способа приготовления эмульсии в процессе работы стенда, было выбрано смешивание с помощью лопастной мешалки, управляемой приводом.

3.3 Ультразвуковая подготовка эмульсии масло-в-воде

Приготовление ультразвуковой эмульсии масло-в-воде представляет собой особый метод приготовления эмульсии масло-в-воде. Его основной принцип заключается в использовании кавитационного эффекта ультразвуковых волн, так что масло и вода могут быстро смешиваться в ультразвуковом поле, и за счет воздействия ультразвукового поля способствуют образованию эмульсии масло-в-воде.

Конкретные шаги заключаются в следующем:

Налейте в емкость определенное количество масла и воды соответственно и хорошо перемешайте.

Подключите ультразвуковой генератор, отрегулируйте мощность ультразвука и время ультразвука, чтобы он соответствовал требованиям подготовки.

В ультразвуковом поле масло и вода быстро смешиваются, образуя маленькие капли.

Из-за кавитационного эффекта ультразвуковых волн на поверхности этих маленьких капель образуется большое количество крошечных пузырьков, и эти пузырьки заставляют капли сталкиваться друг с другом, образуя более крупные капли.

По мере того, как капля становится больше, ее поверхностное натяжение постепенно увеличивается, чтобы препятствовать образованию более крупных капель.

Мы обнаружили, что когда смешанная капля достаточно велика, ее поверхностное натяжение может достичь равновесия, образуя стабильную эмульсию масло-в-воде.

Приготовление эмульсий масло-в-воде ультразвуковыми волнами имеет преимущества простоты, быстроты и управляемости. С помощью этого метода мы можем приготовить различные типы эмульсий масло-в-воде, такие как прозрачные, непрозрачные и перламутровые. Кроме того, этот метод также может контролировать размер частиц, стабильность, свойства поверхности и другие характеристики целевой эмульсии для удовлетворения потребностей различных приложений.

4 Изучение способа приготовления эмульсии

4.1 Примеры распространенных методов приготовления эмульсий

Образование эмульсии не является спонтанным, и для производства капель необходим ввод энергии [9]. Как правило, в этом процессе используется много механических устройств, общие методы синтеза эмульсии масло-в-воде включают следующее:

1. Метод ультразвуковой подготовки: добавьте определенное количество масла и воды в контейнер соответственно и равномерно перемешайте их с помощью ультразвуковой вибрации, чтобы сформировать эмульсию масло-в-воде. Этот метод прост в эксплуатации и требует меньше оборудования, но время подготовки больше.

2. Метод гомогенной подготовки под высоким давлением: Этот метод заключается в том, чтобы добавить масло и воду в гомогенизатор по отдельности и заставить смесь масла и воды образовывать небольшие капли за счет действия высокого давления между высокоскоростным вращающимся ротором и статором. Затем мелкие капли однородно смешиваются путем сдвига между высокоскоростным вращающимся ротором и измельчителем статора с образованием эмульсии масло-в-воде. По сравнению с эмульсиями, приготовленными другими способами, частицы эмульсии, приготовленные данным способом, имеют меньший объем и более высокую прозрачность.

3. Метод быстрой однородной подготовки: этот метод заключается в добавлении масла и воды в контейнер соответственно, а также в том, чтобы смесь масла и воды образовывала небольшие капли за счет силы сдвига между ротором и статором, вращающимися с высокой скоростью. После образования мелких капель устройство мгновенно перемешивает их равномерно на высокой скорости. Вихревой, чтобы сформировать эмульсию воды-масла. Частицы эмульсии, приготовленные этим методом, крупнее, но время приготовления меньше, и этот метод обычно можно использовать для эмульсий, не требующих высокой точности.

4. Термодинамический метод приготовления: нагревание масла и воды до температуры несмешиваемости для образования перенасыщенного раствора, а затем быстрое охлаждение для образования эмульсии масло-в-воде. Этот метод дает более мелкие частицы эмульсии, но требует точного контроля температуры.

4.2 Сравнение общих методов приготовления эмульсий

Существует исследование с использованием новой гидрофильной поликарбонатной мембраны со средним размером пор 10 мкм для образования эмульсии с использованием процесса изготовления эмульсии. Процесс деформации капли анализируется с помощью видеосистемы микроскопа. Они заметили, что по мере увеличения скорости потока генерируются более высокие силы сдвига, которые ослабляют поверхностное натяжение между сырой нефтью и водой и уменьшают размер капель, тем самым способствуя образованию эмульсий [7].

В одном исследовании использовалась петля непрерывного потока для образования эмульсии вода-в-масле. Изучены такие параметры, как содержание воды (0–40%), число Рейнольдса, режим течения: ламинарный ($1100 < Re < 1800$) и турбулентный ($2400 < Re < 2800$) и усадка труб: постепенная усадка 0,50 и 0,75, усадка изучал. Коэффициенты внезапной усадки составляли 0,50 и 0,75 соответственно для изучения их влияния на процесс эмульгирования. Результаты показывают, что: с увеличением содержания воды напряжение сдвига в ламинарном и турбулентном режимах течения увеличивается от 0 до 10 %, чем больше единичный объем капель воды, тем выше частота столкновений диспергированных капель воды, тем больше энергия, поэтому эмульсия распадается на более мелкие капли; кроме того, сила сдвига больше в трубе, которая сжимается внезапно, чем в трубе, которая сжимается постепенно при растяжении, поэтому образуется больше эмульсии [8].

Мы проанализировали данные об эмульсии, полученной тремя вышеуказанными способами, в соответствии с экспериментальной последовательностью автора в [11] и получили таблицу 1.

Таблица 1 -Сравнение эмульсий типа М/В, приготовленных с помощью ультразвука, гомогенизации под высоким давлением и гомогенизации на высокой скорости.

Тип данных Способ производства	Ультразвуковая подготовка	Гомогенный препарат высокого давления	Быстрое гомогенное приготовление
ЕАІ и ESI)	20.73 м ² ·г ⁻¹ /0.8	11.76 м ² ·г ⁻¹ /2.0	7.76 м ² ·г ⁻¹ /2.2
Мутность и белизна	81.05	80.67	74.09
Реологические свойства	P < 0.05	P > 0.05	P < 0.05
размер эмульсии	От десяти до двух тысяч нанометров	От 1,5 до 3 тысяч нанометров	От 2 тысяч до 1 мкм

Значение ЕАІ эмульсии, полученной ультразвуком (20,73 м) 2 г-1), было значительно выше, чем у эмульсии, полученной методом гомогенизации высокого давления (11,76 м) 2 г-1) (P <0,05). Не было значительного изменения (P > 0,05) в значении ESI между эмульсиями, полученными методом гомогенизации под высоким давлением и ультразвуковым методом. Увеличивающиеся значения ЕАІ указывали на то, что белки проявляли более высокую эмульгирующую активность после обработки НРН и ОАЭ, особенно для эмульсий, произведенных в ОАЭ. Более высокие значения ESI образцов НРН и УАЕ свидетельствовали о более высокой стабильности этих эмульсий при хранении. При тех же условиях энергопотребления эмульсия, полученная ультразвуковым методом, показала более высокое значение ЕАІ, что означает, что ультразвуковой метод является лучшим методом для улучшения эмульгирующей активности.

Мутность и белизна — два показателя, отражающие цветовые характеристики эмульсий и влияющие на приемку эмульсий. Более высокие

значения мутности и белизны означают, что эмульсия имеет более молочный вид. По сравнению с эмульсией, полученной высокоскоростной гомогенизацией, эмульсии, полученные двумя другими способами, показали более высокие значения мутности и белизны, как показано в таблице 2. Белизна эмульсии, полученной гомогенизацией под высоким давлением и ультразвуковой волной, составила 80,67 и 81,05, что значительно выше, чем у эмульсии, полученной высокоскоростной гомогенизацией (74,09). Ультразвуковая мутность эмульсии была самой высокой среди 3 групп ($P < 0,05$).

С точки зрения реологических свойств, как правило, чем меньше размер частиц эмульсии, тем выше вязкость, ниже индекс текучести, и эмульсия демонстрирует сильные характеристики разжижения при сдвиге. Это может быть причиной более высоких значений K и более низких значений n для эмульсий НРН и ОАЭ.

И как самый важный параметр - размер эмульсии, это то, что нас больше всего волнует. Размер эмульсии обычно выражается в диаметре или радиусе в нанометрах или микрометрах. Из данных табл. 2 видно, что эмульсия масло-в-воде, приготовленная методом ультразвуковой подготовки, имеет размер от десятков до тысяч нанометров. Размер эмульсии, полученной при гомогенном приготовлении под высоким давлением, больше, чем при ультразвуковом приготовлении, обычно от сотен до тысяч нанометров. Размер эмульсии, полученной быстрым однородным приготовлением, больше, чем у первых двух методов, обычно от нескольких тысяч до нескольких микрон.

Подводя итог, мы наконец выбрали ультразвук, чтобы сделать эмульсию.

5 Способы стабилизации эмульсий

Эмульсия масло-в-воде представляет собой эмульсию, состоящую из двухслойных капель, состоящих из водной и масляной фаз, и на ее стабильность влияют многие факторы, такие как температура, электролит, поверхностно-активное вещество и т. д. Вот некоторые распространенные методы стабилизации эмульсий масло-в-воде:

Контроль температуры: повышенная температура может повысить стабильность эмульсии, но слишком высокая температура вызовет разложение эмульсии. Следовательно, эмульсии масло-в-воде можно стабилизировать, контролируя температуру.

Добавление стабилизаторов: Стабилизаторы могут заполнить границу раздела между водной и масляной фазами, тем самым снижая поверхностное натяжение и повышая стабильность эмульсии. Обычные стабилизаторы включают жирные кислоты, ПЭГ, фосфолипиды и т. д.

Обработка электрическим полем: обработка электрическим полем может повысить стабильность эмульсии, поскольку распределение заряда на поверхности капель изменяется под действием электрического поля, тем самым уменьшая взаимодействие между каплями.

Ультразвуковая обработка: ультразвуковая обработка может вызвать вибрацию капель, тем самым уменьшая взаимодействие между каплями и повышая стабильность эмульсии.

Вакуумная обработка: Вакуумная обработка может уменьшить площадь контакта между каплями, тем самым уменьшая межфазное натяжение и повышая стабильность эмульсии.

5.1 Сравнение методов стабилизации эмульсий

Из вышеизложенного видно, что в методе стабилизации эмульсии масло-в-воде метод контроля температуры должен контролировать диапазон температур, в противном случае это может привести к разложению эмульсии; метод добавления стабилизатора требует выбора подходящего

стабилизатора. , в противном случае это может привести к ухудшению работы эмульсии; метод обработки электрическим полем может повысить стабильность эмульсии стабильность эмульсии, для этого нужно только подобрать соответствующие параметры ультразвука.

Таким образом, преимущества выбора ультразвукового метода стабилизации эмульсии:

Эффективность и стабильность: ультразвуковая вибрация может ускорить равномерное перемешивание эмульсии, делая ее более стабильной. Кроме того, ультразвуковая вибрация также может разрушать пузырьки внутри эмульсии, делая ее более прозрачной.

Энергосбережение: ультразвуковая ванна стабилизирует эмульсию масло-в-воде без использования нагревательного или охлаждающего оборудования, что позволяет экономить энергию.

Простота в эксплуатации: ультразвуковая ванна стабилизирует эмульсию масло-в-воде, нужно только добавить эмульсию и воду в контейнер, а затем ее можно завершить с помощью ультразвуковой вибрации. Простое управление, легко освоить

Защита окружающей среды и энергосбережение: использование стабилизированной в ультразвуковой ванне эмульсии масло-в-воде не приводит к образованию отходов, что помогает уменьшить загрязнение окружающей среды и соответствует концепции защиты окружающей среды и энергосбережения.

Разнообразные типы продуктов: эмульсия масло-в-воде для ультразвуковой ванны может одновременно использовать различные эмульгаторы и добавки, что позволяет удовлетворить различные потребности и различные свойства.

5.2 Ультразвуковая ванна для стабилизации эмульсий

Ультразвуковая ванна — это метод, используемый для стабилизации эмульсий масло-в-воде, что может быть достигнуто за счет:

Материалы для подготовки: эмульсия масло-в-воде, приготовленная по мере необходимости, ультразвуковой генератор, ультразвуковая ванна, дистиллированная вода, глицерин и т. д.

Налейте эмульсию масло-в-воде в ультразвуковую ванну. Как правило, для экспериментов эмульсию необходимо разделить на несколько партий, поэтому необходимо использовать достаточное количество ультразвуковых ванн, чтобы обеспечить достаточную стабилизацию каждой партии.

В соответствии с потребностями эксперимента установите мощность ультразвука и время ультразвука в соответствующем диапазоне. В общем, увеличение мощности ультразвука и времени может улучшить стабильность эмульсии.

Подключите соноотрод к ультразвуковой ванне и включите соноотрод. Высокочастотные звуковые волны, генерируемые ультразвуковым генератором, могут вибрировать и воздействовать на эмульсию, тем самым повышая стабильность эмульсии.

Добавьте соответствующее количество глицерина в ультразвуковую ванну, чтобы повысить вязкость и стабильность эмульсии.

6 Разработка устройства для подготовки эмульсии

Мы определили метод синтеза и стабилизации эмульсии и теперь конструируем аппарат для приготовления эмульсии. Схема устройства для подготовки эмульсии представлена на рисунке 3.

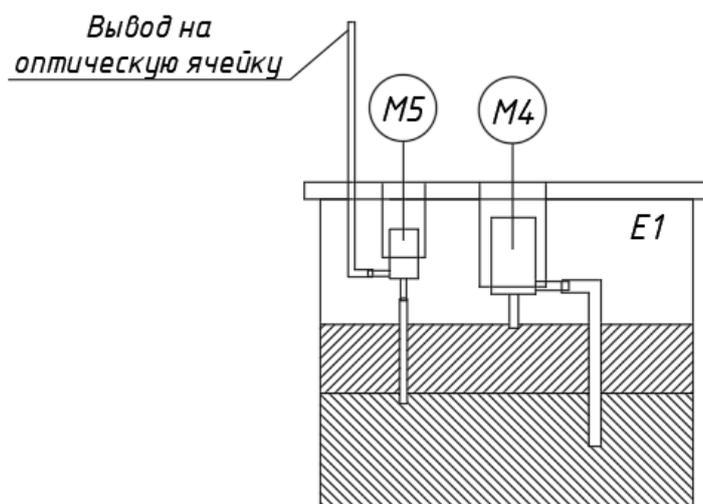


Рисунок 3-Схема устройства для подготовки эмульсии

Здесь E1 – емкость для подготовки эмульсии, Так же разместим пьезоэлектрический прибор (ультразвуковой генератор тоже размещен на внутренней стенке контейнера), M4 – насос для подготовки эмульсии, M5 – насос для подачи эмульсии в оптическую ячейку.

7 Подбор оборудования

7.1 Выбор мембранного насоса воздух-вода

Основным конструктивным элементом установки приготовления эмульсии является водовоздушный диафрагменный насос. Ожидаем производительность насоса (200-350) л/мин при напряжении питания (6-12) В. Выбираем TSSP370-B, его подробные параметры следующие:

Таблица 2 -Характеристики насоса ЦСП370-Б(Рисунок 4)

• Питание: до 12 вольт постоянного тока, до 100 мА
• Поток без нагрузки: 400...700л/мин
• Максимальное давление воздуха: 300 мм рт. ст.
• Диапазон рабочих температур: 5...45°C
• Шум: ≤ 55 dB
• Диаметр: 27 мм
• Длина: 58+6 мм
• Диаметр штуцера: 6,8 мм
• Вес: ~60 г



Рисунок 4 – Насос TSSP370-B воздушно-водяной мембранного типа

Как к насосу для приготовления эмульсий, нашим требованием является производительность не менее (70 - 100) л/ч. Из технических характеристик миниатюрного водяного насоса-помпы RS-360SH можно выделить следующие: Данный абстракт описывает параметры устройства для подачи воды. Устройство работает в диапазоне напряжения от 3в до 12в, с номинальным напряжением 7.2в. Средняя производительность устройства

составляет 1 литр воды за 75 секунд при питании 6в. Расход воды составляет 30 л/ч. Диаметр входного и выходного патрубков равен 4 мм. Давление воды при питании 12в равно 0.15 бар. Диаметр двигателя равен 27 мм, а высота двигателя составляет 52 мм. Общий размер устройства составляет 65x44 мм, изготовленное из металла и пластика. Вес устройства равен 75 граммам.

Очевидно, приведенные выше данные соответствуют нашим требованиям. Полученное устройство для подготовки эмульсии представлено на рисунке 5.



Рисунок 5-помпа RS-360SH

7.2 Выбор ультразвуковых небулайзеры

Для изготовления и стабилизации эмульсии в эксперименте необходимы наши ультразвуковые небулайзеры. Как правило, частота от 20 до 40 кГц может дать наилучший эффект эмульгирования, то есть на более низких частотах усилие сдвига будет иметь большее влияние на эффект эмульгирования [23]. По мере увеличения частоты ультразвука время, необходимое для расширения и схлопывания пузырьков, уменьшается, тем самым уменьшая степень сдвига.



Рисунок 6-Ультразвуковые небулайзеры

Таблица 3-Параметры ультразвукового генератора

Мощность: 2.5W макс. (Нормальное использование 1.5W)
Резонансная частота: 1,08-5,0кГц
Резонансный Импеданс: 150ohmmax
Входное напряжение: 5-13V DC
Рейтинговое напряжение: 70Vp-p max
Сервисная жизнь: больше, чем 3000h
Атомизация Amout: 50-100ml/hour
Длина шнура: 80 мм

Как и выше, параметры этого ультразвукового генератора (рисунок 6). Очевидно напряжение 5-13В и 1,08-5,0 кГц как раз то, что нам нужно.

7.2 Изготовление модельных крышек

Процесс подготовки включает в себя непосредственно налив смешиваемых жидкостей в емкость для подготовки эмульсии и их смешивания. Для захвата всего объема масла необходимо, чтобы заборный патрубок насоса располагался на уровне жидкости в емкости, а выходной в нижней части емкости. Для обеспечения необходимого положения насоса, а

также исключения брызг была разработана крышка, устанавливаемая на емкость для подготовки эмульсии (рисунок 7).

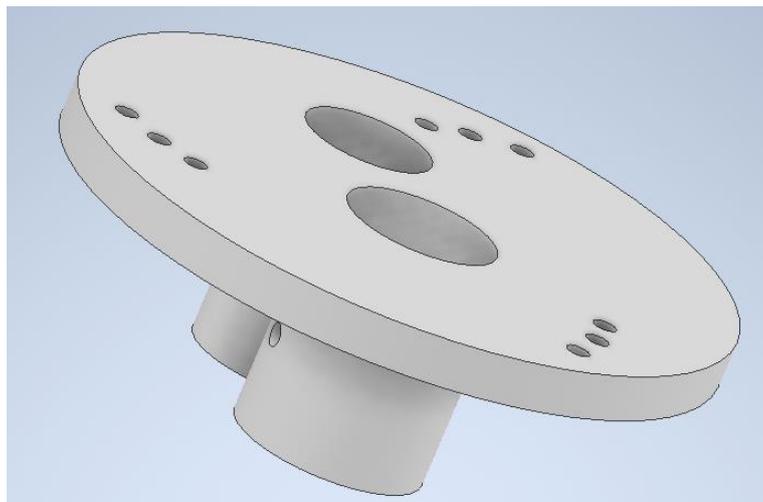


Рисунок 7 – 3Д-модель крышки

Отверстия на поверхности крышки предусмотрены для установки упоров по размерам емкости. Также в крышке располагаются крепления для насоса подачи эмульсии и его вывода на оптическую ячейку.



Рисунок 8 – Устройство для подготовки эмульсии

Питание на насосы подается с программируемого источника питания Rigol DP832 (рисунок 9).



Рисунок 9 – Устройство для подготовки эмульсии, подключенное к источнику питания

Данная конфигурация устройства (рисунок 9) позволяет регулировать такие параметры как: время непрерывной работы насоса для приготовления эмульсии: (3 - 30) минут, производительность насоса: (200 - 350) л/ч, объемный процент дисперсной фазы: (3 - 20) %, а также регулируя различные параметры, такие как ультразвуковые волны различной частоты (1,08-5,0кГц), генерируемые пьезоэлектрическими устройствами, для получения эмульсионных дисперсных фаз различных размеров.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
158Т92	Жэнь Хунфэй

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость ресурсов определялась по средней рыночной стоимости, и в соответствии с окладами сотрудников организации.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент 30%; укладные расходы 10%;
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Представить оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Разработать план научно-исследовательских работ и рассчитать затраты.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определить интегральный показатель ресурсоэффективности научного исследования

Перечень графического материала:

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. 2. Матрица SWOT-анализа 3. Морфологическая матрица 4. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей 5. Временные показатели проведения НИ 6. Бюджет НИ 7. Оценка характеристик вариантов исполнения 8. Сравнительная эффективность разработки.

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т. В.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Жэнь Хунфэй		

8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

8.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Эмульсии масло-в-воде являются незаменимой и важной частью нашей жизни. Нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) включает в себя участок эмульгирования и представляет собой современный комплекс по обработке, транспортировке, хранению и переработке. В этом процессе важную роль играют контроль и управление техническими процессами.

Потенциальными потребителями результатов данного исследования являются компании, работающие в нефтегазовой отрасли, в основном за счет производства и транспортировки эмульсий, таких как «Эмульсии Роснефть», «Эмульсии Китая» и др.

8.2. Анализ конкурентных технических решений

Чтобы проанализировать данные, мы можем составить таблицу 4

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект синтеза эмульсии	Существующая система синтеза эмульсии	Эмульсии, разработанные сторонними компаниями	Проект синтеза эмульсии	Существующая система синтеза эмульсии	Эмульсии, разработанные сторонними компаниями
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,15	3	1	4	0,45	0,15	0,6
Удобство эксплуатации	0,08	5	2	3	0,4	0,16	0,24
Помехоустойчивость	0,09	2	3	3	0,18	0,27	0,27
Энергоэкономичность	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18
Надежность	0,12	5	3	3	0,6	0,36	0,36
Уровень шума	0,05	1	3	2	0,05	0,15	0,1

Продолжение таблицы 4

Безопасность	0,1	5	2	4	0,5	0,2	0,4
Простота эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Качество интеллектуального интерфейса	0,12	5	1	4	0,6	0,12	0,48
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,1	4	0	1	0,4	0	0,1
Итого:	1	38	31	30	3,95	2,17	3,13

Из полученных результатов можно сделать вывод, что синтез эмульсионной физической системы является наиболее эффективным. Благодаря большой производственной мощности, простоте эксплуатации, защите от помех, высокой производительности, надежности, безопасности и другим причинам легко привлечь больше потребителей и получить большую долю рынка, чем конкуренты.

8.3. SWOT- анализ

SWOT-анализ подразумевает выделение четырех аспектов, а именно Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). Таким образом SWOT – это комплексный анализ всего научно-исследовательского проекта [24].

SWOT-анализ представлен в таблице 5

Таблица 5-SWOT-анализ внешней и внутренней среды производства

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Автоматизированный режим работы.</p> <p>С2. Наличие разных режимов работы.</p> <p>С3. Актуальность разработки.</p> <p>С4. Углубленное исследование технологического процесса.</p> <p>С5. Возможность использования стенда в учебных целях</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа.</p> <p>Сл2. Медленный вывод на рынок разработанного стенда.</p> <p>Сл3. Большие габариты установки.</p> <p>Сл4. Наличие в составе системы компонентов импортного производства.</p> <p>Сл5. Возможность утечки нефтесодержащих жидкостей.</p>
--	---	--

Продолжение таблицы 5

<p>Возможности:</p> <p>В1. Исследуйте различные способы усиления синтеза эмульсии.</p> <p>В2. Разработка автоматического режима работы.</p> <p>В3. Модернизация промышленных синтезаторов нефти и газа по результатам стендовых исследований.</p> <p>В4. Использование результатов экспериментов для других проектов.</p> <p>В4. Публикация статей.</p> <p>В5. Договоры с различными фондами поддержки проектов НИ ОКР.</p>	<p>Благодаря актуальности разработки и выявлении уникальных данных, основанных на углубленном изучении процесса, проект может представлять интерес для крупных компаний нефтеперерабатывающей промышленности.</p> <p>Изучение технологического процесса даст возможность использования полученной информации для написания статей и привлечения интереса фондов поддержки проектов.</p>	<p>Большие габариты стенда и возможность утечки нефтесодержащих жидкостей могут создать трудности в процессе исследований, а также стать причиной отказа спонсирования разработки.</p> <p>Использование импортного оборудования может стать проблемой для внедрения разработки в отечественную промышленность.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на стенд.</p> <p>У2. Развивающаяся конкуренция на рынке.</p> <p>У3. Малый объем рынка сбыта.</p> <p>У4. Введение санкций на оборудование, используемое в стенде.</p>	<p>Актуальность разработки и отсутствие труднодоступного оборудования устранил отсутствие спроса на проект.</p> <p>Полученные из исследований технологического процесса данные позволят усовершенствовать стенд и выделить проект среди конкурентов, а также увеличить объем рынка сбыта.</p> <p>Использование стенда в учебных целях может увеличить рынок сбыта.</p>	<p>Отсутствие прототипа и медленный вывод на рынок разработанного стенда могут поспособствовать значительному отставанию от конкурентов.</p> <p>Конструктивные и технические недостатки могут быть весомой причиной отсутствия спроса на стенд.</p>

Разработанный SWOT-анализ позволил дать оценку внутренней и внешней среды проекта, выявить сильные и слабые стороны, а также определить дальнейшие пути развития. Для уменьшения угроз и борьбы со слабыми сторонами необходимо:

- для уменьшения влияния мировой экономической регрессии стремиться к замене импортных элементов системы на отечественные;
- совершенствовать степень безопасности стенда и разработать систему аварийной защиты;

– производить анализ деятельности конкурентов на рынке и действовать на опережение, расширяя функционал системы и повышая качество элементной базы.

9. Планирование научно-исследовательских работ

9.1. Структура работ в рамках научного исследования

Для реализации проекта необходимы два соответствующих сотрудника - руководитель и студент-дизайнер. Инженер осуществляет непосредственно разработку проекта. Перечень этапов работ и распределение исполнителей представлены в таблице ниже 6.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, студент

Продолжение таблицы 6

Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Студент
	12	Нарисуйте концептуальную графику системы	Студент
	13	Разработка модели системы	Студент
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Студент
	15	Разрабатывать системные модули	Студент
	16	Создавайте модели физических систем и экспериментируйте	Студент
	17	Оценить экспериментальные данные	Студент
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Студент

9.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Чтобы определить трудоемкость выполнения работ необходимо экспертной оценки ожидаемой трудоемкости выполнения каждой работы рассчитать длительность работ в рабочих и календарных днях для каждого из вариантов исполнения работ последующим формулам:

$$t_{ож} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (9.2.1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;
 $3t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (9.2.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

$$T_{ki} = T_{pi} + k_{\text{кал}} \quad (9.2.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях
(округляется до целых);

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48 \quad (9.2.4)$$

где $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности;

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

В расчетах учитывается, что календарных дней в 2018 году 365, сумма выходных дней составляет 118 дней. Используя эти данные рассчитаем коэффициент календарности который равен 1,48. Расчетные значения представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
	Составление и утверждение технического задания	2	3			
Подбор и изучение материалов по теме	1	6	3	Студ.	3	4,44
Изучение существующих объектов проектирования	2	4	2,8	Студ.	2,8	4,14
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	Рук. Студ.	0,35	0,51
Проведение теоретических расчетов и обоснований	2	4	2,8	Студ.	2,8	4,14
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	1	3	1,8	Студ.	1,8	2,66
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	Рук. Студ.	0,35	0,51

Продолжение таблицы 7

Разрабатывать системные модули	1	5	2,6	Студ.	2,6	3,84
Создавайте модели физических систем и экспериментируйте	1	4	2,2	Студ.	2,2	3,25
Оценить экспериментальные данные	2	3	2,4	Студ.	2,4	3,55
Составление пояснительной записки	Руководитель				4,85	7,12
Итого:	Студент				27,05	39,94

9.3. Разработка графика проведения научного исследования

На основе таблицы 8, построим календарный план-график. Диаграмма :

Таблица 8 – календарный график

№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя	Начало	Конец	Дни
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	09.04.2023	1.04.2023	3
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	12.04.2023	16.04.2023	6
3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент	17.04.2023	19.04.2023	4

Продолжение таблицы 8

4	Календарное планирование работ	Руководитель Студент	19.04.2023	21.04.2023	1
5	Проведение теоретических расчётов и обоснований	Студент	22.04.2023	24.04.2023	4
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент	25.04.2023	26.04.2023	3
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель Студент	27.04.2023	27.04.2023	1
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Студент	28.04.2023	29.04.2023	1
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель Студент	30.04.2023	30.04.2023	1
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент	01.05.2023	02.05.2023	3
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Руководитель Студент	03.05.2023	03.05.2023	1
12	Нарисуйте концептуальную графику системы	Руководитель Студент	04.05.2023	04.05.2023	1
13	Разработка модели системы	Студент	05.05.2023	08.05.2023	4
14	Разработка алгоритмов сбора данных	Студент	09.05.2023	11.05.2023	3

Продолжение таблицы 8

15	Разрабатывать системные модули	Руководитель Студент	12.05.2023	14.05.2023	1
16	Создавайте модели физических систем и экспериментируйте	Студент	15.05.2023	18.05.2023	5
17	Оценить экспериментальные данные	Студент	19.05.2023	22.05.2023	4
18	Составление пояснительной записки	Студент	23.05.2023	25.05.2023	3

Как видно из расписания, сведенного в таблицу, значительное количество времени отводится исследованиям и экспериментам в научно-технической литературе. Это необходимо, поскольку цель проектирования стенда связана с исследовательской деятельностью, которая уже находится на стадии создания, поэтому необходимо детально изучить варианты реализации того процесса, который является объектом исследования.

9.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Представим расчет материальных затрат в таблице 9.

Таблица 9–Материалы и комплектующие на выполнение работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Исп.1				
TSSP370-B воздушно-водяной мембранного типа	Шт.	1	8 910	8 910
помпа RS-360SH	Шт.	1	7 860	7 860
Прочие расходные материалы (провода, изоляция и т.д.)	Комплект	5	150	750
TSSP370-B воздушно-водяной мембранного типа	Шт.	1	8 910	8 910
помпа RS-360SH	Шт.	1	7 860	7 860
микроскоп	Шт.	1	1500	1500
Генератор Atten ATF20B	Шт.	1	20 305	20 305

Продолжение таблицы 9

Прочие расходные материалы (провода, изоляция и т.д.)	Комплект	5	150	750
Итого				56845
Исп.2				
TSSP370-B воздушно-водяной мембранного типа	Шт.	1	8 910	8 910
помпа RS-360SH	Шт.	1	7 860	7 860
Прочие расходные материалы (провода, изоляция и т.д.)	Комплект	5	150	750
TSSP370-B воздушно-водяной мембранного типа	Шт.	1	8 910	8 910
помпа RS-360SH	Шт.	1	7 860	7 860
микроскоп	Шт.	1	1500	1500
Генератор сигналов специальной формы МЕГЕОН 02010	Шт.	1	12000	12000
Прочие расходные материалы (провода, изоляция и т.д.)	Комплект	5	150	750
Итого				48540

Таблица 10 –Расчет затрат на спецоборудование для научных работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Цена (всего), руб.
компьютер хуавей	Шт.	1	29 099	29099
Итого				29099

Руководитель – доцент, к.т.н., студент – учебно-вспомогательный персонал. Расчет осуществляется по следующим формулам:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (9.4.1)$$

Где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника,

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 9); руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (9.4.2)$$

где Z_M – 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;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, 247 раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{\text{тс}} \cdot (K_{\text{пр}} + K_{\text{д}} + K_M) + Z_{\text{тс}} \quad (9.4.3)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 30% (для Томска).

Таблица 11– Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, $Z_{\text{тс}}$, руб.	Районный коэффициент, k_p , %.	Месячный должностной оклад работника, Z_M , руб.	Среднемесячная заработная плата, $Z_{\text{дн}}$, руб.	Продолжительность работ, T_p , р.д.	Заработная плата основная, $Z_{\text{осн}}$, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды
Руководитель	33 664	30	43 763,2	1 984,40	4,85	9 624,34	2887,30
Студент	16242	30	21114,6	957,42	27,05	25898,21	7769,46
Итого:						35522,55	10656,76

9.4.1 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернет. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп.1}} = (132123,31) * 0,1 = 13212,33 \text{ руб.} \quad (9.4.4)$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп.2}} = (123818,31) * 0,1 = 12381,3 \text{ руб.} \quad (9.4.5)$$

где 0,1 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

9.4.2 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 12.

Таблица 12- Расчет бюджета затрат НИИ

	Наименование статьи	Сумма, руб.	
		Исп.1	Исп.2
1	Материальные затраты	56845	48540
2	Затраты на специальное оборудование	29099	29099
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	35522,55	35522,55
5	Отчисления во внебюджетные фонды	10656,76	10656,76
6	Накладные расходы	13212,33	12381,83
7	Итого:	145335,64	136200,14

9.4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности исследования

Для оценки эффективности нам необходимо рассчитать следующие показатели:

Интегральный финансовый показатель разработки;

Интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (9.4.6)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ -интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} -стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} -максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный финансовый показатель разработки руководителя рассчитывается в следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{145335,64}{145335,64} = 1 \quad (9.4.7)$$

Интегральный финансовый показатель разработки инженера (студента) рассчитывается в следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{136200,14}{145335,64} = 0,94. \quad (9.4.8)$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитывается как:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i. \quad (9.4.9)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки.

Сравнительная оценка характеристик представлена в таблице 13.

Таблица 13- Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Баллы		Коэффициент ресурсоэффективности	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Удобство в эксплуатации	0.2	5	4	1	0,8
Безопасность	0.2	4	5	0,8	1
Быстродействие	0.1	5	3	0.5	0.3
Надежность	0.2	4	3	0.8	0.6
Долговечность	0.1	4	3	0.4	0.3
Точность измерений	0.1	5	4	0.5	0.4
Простота управления	0.1	4	3	0.4	0.3
Итого	1			4,4	3.7

Интегральный показатель эффективности разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p\text{-исп}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}}, \quad (9.4.10)$$

Интегральный показатель эффективности разработки руководителя показан в следующей формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p\text{-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}}} = \frac{4,4}{1} = 4,4, \quad (9.4.11)$$

Интегральный показатель эффективности разработки инженера (студента) показан в следующей формуле:

$$I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{p\text{-исп2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}}} = \frac{3,7}{0,94} = 3,9. \quad (9.4.12)$$

По расчету сравнительной эффективности, можно выбрать наиболее целесообразный вариант из руководителей или инженеров. Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\text{Эср} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}. \quad (9.4.13)$$

В таблице 14 показаны все показатели и результат сравнительной эффективности.

Таблица 14-Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,94
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	

9.5 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Сравнивая значения общих показателей эффективности, мы пришли к выводу, что общие показатели эффективности исполнения 1 выше, чем у исполнения 2 на 13%. По сравнению с существующими технологическими системами синтеза эмульсий разработанная система имеет следующие конкурентные преимущества: скорость, надежность, долговечность и ожидаемый срок службы.

Основные потребители, выделенные для разработки, могут быть крупными нефтяными компаниями и частично малыми и средними нефтяными компаниями. Анализируются конкурентные разработки, и конкурентоспособной разработкой будет являться синтезатор нефтяной эмульсии, разработанный НПО.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
158Т92	Жэнь Хунфэй

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<ul style="list-style-type: none"> • Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения) <p>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; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Объект исследования –создание физического подобия стендового устройства для создания водомасляной эмульсии.</p> <p>Области применения стенда - научные и учебные лаборатории организаций, занимающихся исследованиями в области нефтепереработки. Приводится перечень НТД, используемой в данном разделе.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ; 2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; 3. ППБ 01-93; 4. СанПиН 2.2.4.3359-16
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных факторов – Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	<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"> – отклонение показателей микроклимата; – превышение уровня шума; – недостаточная освещенность – поражение электрическим током; –превышение уровня электромагнитных излучений; <p>При отклонении показателя предложить мероприятия.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Утилизация бытовых отходов при поломке оборудования, а также нефти и воды, использующихся в процессе работы стенда.</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; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>Возможные ЧС: аварии на электроэнергетических объектах, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, обрушение здания, пожар. Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Жэнь Хунфэй		

10 Социальная ответственность

10.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Разработка проектируемого стенда включает в себя использование контрольно-измерительных приборов, мешалки с верхним приводом, клапанной арматуры, насосов, то есть технологического оборудования, которое, согласно статье 215 ТК РФ, должно соответствовать нормативным требованиям охраны труда. Это требование должно быть реализовано еще на стадии разработки проектной документации на эти объекты и затем — на стадии строительства, изготовления, модернизации. [25]

Рабочее место оператора стенда представляет собой трудовую зону, оснащенную техническими средствами, необходимыми для осуществления функций контроля и управления системой и объектом [26].

Система предназначена для обеспечения управления с помощью автоматизированной системы, т.е. с помощью персонального компьютера. Поэтому выполняя планировку рабочего места необходимо учитывать следующее:

Рекомендуемый проход справа и спереди от стола 500 мм, слева допускается проход 300 мм;

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой (1,5-2,0) м. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600-700) мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Конструкция рабочего стола должна удовлетворять требованиям эргономики;

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-

плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего кресла следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ;

Кресло не может располагаться непосредственно на границе площади рабочего места. Рекомендуемое расстояние от спинки стула до границы должно быть не менее 300 мм [27].

10.2 Производственная безопасность

Для анализа вредных и опасных факторов необходимо воспользоваться ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Рабочее место оператора представляет собой помещение, в котором находится автоматический стенд с синтетическим физическим подобием водомасляной эмульсии, служащий для управления работой стенда. Технический процесс включает ввод данных о воде, контроль основных параметров, а именно температуры, давления и уровня жидкости, и реакцию на выходные сообщения. Система управления приготовлением эмульсии и процессом разделения состоит из насосов, клапанов, подвесной мешалки, генератора и пьезоэлементов, а также датчиков управления и ПК. В таблице 15 перечислены возможные опасности и опасности, источником которых могут быть все вышеперечисленные устройства.

Таблица 15-Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	-
2. Превышение уровня шума	-	+	+	

Продолжение таблицы 15

3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019);
				- СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
				- СП 51.13330.2011 Защита от шума.
				- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	- СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий.
5. Превышение уровня электромагнитных излучений	-	+	+	- СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона

10.2.1 Отклонение показателей микроклимата

К показателям микроклимата относятся температура воздуха и поверхностей, относительная влажность и скорость движения воздуха. Оптимальные значения вышеперечисленных показателей зависят от сезона и категории физической тяжести работ.

Категория тяжести легкая для оператора установки синтеза водомасляной эмульсии по физическому подобию кронштейна, так как работа выполняется сидя без физических нагрузок. (1а)

Оптимальные показатели микроклимата для данной категории тяжести в теплый и холодный период года приведены в таблице 16.

Таблица 16– Показатели микроклимата на рабочих местах производственных помещений для категории 1а

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	(23 – 25)	(21 – 25)	(40 – 60)	0,1
Холодный	(20-22)	(22-26)	(40-60)	0,1

Поддержание оптимальных показателей микроклимата обеспечивает создание благоприятных условий труда и повышению его производительности. Для этого должны быть предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

10.2.2 Превышение уровня шума

Воздействие шума на организм человека негативно сказывается на нервной системе, оказывая значительное психологическое воздействие. Длительное воздействие шумов уровня (70-90) дБ может привести к заболеваниям нервной системы. Кроме того, воздействие шума способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

Основными источниками шума в проектируемом стенде являются мешалка, компрессор, насосы и ПК. Произведем расчет ожидаемого уровня шума. В процессе работы возможны разные комбинации оборудования, находящегося в рабочем режиме, сделаем расчет для максимального возможного количества одновременно работающих устройств. В динамическом режиме работы стенда возможна одновременная работа мешалки, двух насосов, компрессора и ПК. Используемый в установке компрессор обладает уровнем шума 65дБ(А), насосы 40 – дБ(А), ПК – 40 дБ(А). Уровень шума мешалки указан производителем как «низкий», аналоги имеют уровень шума около 60 дБ(А).

При нескольких источниках шума определяется разность двух максимальных уровней, затем – соответствующую этой разности добавка. Далее добавка суммируется с максимальным уровнем и полученный уровень сравнивается со следующим и так далее [28]:

$$L_1 - L_2 = 65 - 60 = 5 \text{ дБ(А)}, \quad (10.2.1)$$

где L_1 – уровень шума компрессора, дБ(А);

L_2 - уровень шума мешалки, дБ(А).

Добавка при разности 5 дБ(А) составляет 1,2 дБ(А):

$$L_0 = 65 + 1,2 = 66,2 \text{ дБ(А)}, \quad (10.2.2)$$

$$L_0 - L_3 = 66,2 - 40 = 26,2 \text{ дБ(А)} \quad (10.2.3)$$

где L_0 – ожидаемый уровень шума, дБ(А);

L_3 - уровень шума насосов, дБ(А).

Допустимые показатели звукового давления в помещениях для данного типа работ представлены в таблице 17.

Таблица 17-- Допустимые уровни звука на рабочем месте оператора

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, ГЦ									Уровни эквивалентного звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая, научная деятельность	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Измерения, аналитические работы	93	84	79	70	68	57	55	52	49	60

Согласно расчетам, уровень шума превышает допустимый. Для его ослабления необходимо регулярно производить технического обслуживание оборудования: очищать от пыли, своевременно обрабатывать смазывающими веществами. Если данные меры окажутся недостаточно эффективными необходимо воспользоваться средствами индивидуальной защиты.

10.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Согласно СП 52.13330.2016 отсутствие освещения или его нехватка классифицируется как вредный производственный фактор. Работа при недостаточном освещении может привести к переутомлению, усталости глаз, головным болям, что неизбежно приводит к снижению работоспособности.

Контроль оператора за процессом установки синтеза нефти в воде оценивался как очень высокоточная зрительная работа с использованием ПК, при этом минимальный размер различаемых объектов ограничивался (0,15-0,3) мм (зрительная работа II класса). , которые см. в таблице 10.2.4 требования к освещению помещений промышленных предприятий с аналогичной работой.

Таблица 18-Требования к освещению рабочей зоны для работ очень высокой точности

Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Фон	Освещенность, лк (комбинированное освещение)	КЕО е, %	
				Верхнее или комбинированное освещение	Боковое освещение
а	малый	темный	400	4,2	1,5
б	малый средний	средний темный	300		
в	малый средний	светлый средний	200		
	большой	темный			
г	средний большой	светлый средний	200		

Для соблюдения требований освещенности необходимо, чтобы рабочее место оператора располагалось в помещении с наличием источника естественного освещения. Кроме того, рабочие окна SCADA-системы должны быть контрастными, а шрифт превышать наименьший размер

объекта размещения. Помимо этого, необходимо обеспечить рабочую зону источниками искусственного освещения.

10.2.4 Электробезопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 поражение электрическим током относится к опасным производственным факторам. Электрический ток способен привести к острому поражению или мгновенному воздействию относительно высокоинтенсивного воздействия, приводящий к летальному исходу.

Главной причиной поражения электрическим током в данной системе может быть прямой контакт со шкафом управления или другими электрическими приборами.

Именно питание от промышленной сети вызывает наибольшую опасность для персонала. Оборудование стенда питается как от переменного напряжения в 220 В, так и постоянного от 12 до 42В и постоянного от 12 до 42В.

Согласно ГОСТ Р 12.10.019-2017 все что питается от промышленной сети необходимо сопроводить предупреждающими знаками, чтобы персонал не делал ошибочных действий и движений.

Все токоведущие части стенда и ПК должны быть изолированы. Все оборудование должно быть заземлено. Значение сопротивления между заземляющим зажимом и каждой доступной прикосновению металлической частью, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом.

Согласно ГОСТ Р 51350-99 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования» электрическая изоляция цепей должна выдерживать испытательное напряжение 1 кВ переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин без пробоя или перекрытия. Стенд должен быть оборудован автоматическими выключателями для защиты от короткого замыкания и перегрузок.

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденным приказом Минтруда России от 24.07.2013 N 328н, управлять стендом «Синтетические водонефтяные эмульсии», то есть пользоваться ПК для анализа параметров установки и проведения экспериментов может пользоваться персонал, имеющий I группу электробезопасности. При этом обслуживать стенд, производить подключения и любые манипуляции с оборудованием стенда он не может. Для присвоения I группы электробезопасности достаточно пройти инструктаж со стороны специально назначенного лица с группой допуска не ниже III и ответить на контрольные вопросы.

Обслуживать стенд может персонал со II квалификационной группой, но без возможности производства подключений и под присмотром персонала с III группой и выше. Персонал может быть аттестован на вторую группу допуска при отсутствии специального образования и при минимальном стаже работы в электроустановках по первой группе

Персонал, единолично обслуживающий стенд, должен иметь группу по электробезопасности не ниже третьей. III группа электробезопасности присваивается по результатам аттестации в комиссии предприятия или отделения Ростехнадзора.

Знания электриков, непосредственно использующих кронштейн физического подобия «Синтетические водонефтяные эмульсии», должны проверяться ежегодно.

10.2.5 Превышение уровня электромагнитных излучений

Аппаратная часть установки состоит из насосов, электромагнитных клапанов, верхнеприводной мешалки, нагревателя, компрессора, контрольно-измерительных приборов контроллера и ПК. Всё это оборудование создает электромагнитное излучение, которое возникает от любого устройства, потребляющего или создающего электроэнергию. Воздействие электромагнитного излучения наносит вред организму человека.

СанПиН 2.2.4.3359-16 устанавливает допустимые нормы электромагнитного излучения.

Проектирование АСУ предполагает, что рабочее помещение, в котором находится оператор станда «Синтетические водонефтяные эмульсии», снабжено ПК, с помощью которого требуется контролировать процесс. Кроме того, периферийные устройства также создают электромагнитное поле. В результате продолжительной работы персонала в зоне электромагнитного излучения оборудования, у людей появляется усталость, снижение реакции, ухудшение зрения.

Допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания персонала без средств защиты в электромагнитном поле представлены ниже в таблице 19.

Таблица 19– Допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания

Время пребывания, час	Допустимые уровни МП, [А/м] при воздействии	
	Общее воздействие	Локальное воздействие
1 и менее	1600	6400
2	800	3200
4	400	1600
8	80	800

Что касается способов защиты и уменьшения влияния электромагнитного излучения, то можно воспользоваться следующими действиями:

смена должна длиться менее 8 часов в день;

уменьшение времени нахождения человека в электромагнитном поле, а именно организация перерывов каждые (45 – 60) минут на (10 – 15) минут;

увеличение расстояния от персонала до источника электромагнитных излучений;

Таким образом, воспользовавшись данными действиями дополнительные средства защиты окажутся не востребованными.

10.3 Экологическая безопасность

При работе со стендом производства не осуществляется, то есть, как такового, конечного продукта нет. К отходам, производимым в помещении можно отнести бытовой мусор и периодическую замену нефти и воды в стенде. Утилизация отработанной нефти осуществляется в фирмах по утилизации отходов (масел).

Воздействие на атмосферу этой установки незначительное, так как для имитации газовой фазы в эмульсию с помощью компрессора подается воздух, он же выделяется в дальнейшем с парами воды и масла, которые не являются токсичными.

Согласно СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест» оборудование, используемое в АСУ, в случае полной неработоспособности и неремонтопригодности должно быть утилизировано на полигоне твердых бытовых отходов.

10.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее характерной ЧС для проектируемого стенда является пожар, это обусловлено использованием нефти, которая является горючим веществом.

Для ослабления последствий пожара в здании должны находиться углекислотный огнетушитель, сухой песок и внутренние пожарные водопроводы находиться. Они предназначаются для своевременного тушения небольших локальных возгораний.

Чем больше оснащена установка автоматизированными элементами, тем более вероятен риск возникновения пожара, так как количество и

функциональная сложность оборудования выше. Поэтому система совершенствуется таким образом, чтобы исключить возникновение искры в токопроводящих цепях. Для этого при достижении критических параметров, то есть предельных значений, включается аварийная сигнализация. Информация выводится на АРМ оператора, где принимаются действия по безопасной остановке технологического процесса. Кроме того, предусмотрено автоматическое выключение электропитания при достижении верхнего и аварийного уровня давления и температуры в основной емкости сепаратора и смесителе.

Для предотвращения пожара, многие датчики были выбраны во взрывозащищенном исполнении.

Действия, которые можно предпринять для предотвращения пожара:

- организация обучения персонала правилам пожарной безопасности;
- разработка мероприятий по действиям персонала на случай возникновения пожара и организация эвакуации людей;

- назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц.

К эксплуатационным мероприятиям относятся:

- поддерживание исправной изоляции проводников;
- поддержание свободного подхода к оборудованию;
- соблюдение противопожарных инструкций при прокладке электропроводок, эксплуатации оборудования, освещения.

Действия при пожаре на производстве регламентируются правилами обеспечения пожарной безопасности предприятия. Основой для подготовки инструкции по эвакуации служат Противопожарные правила, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 №390 «О противопожарном режиме». Общие правила же правила поведения при обнаружении пожара персоналом остаются неизменными:

- немедленно сообщить в пожарную службу;
- сообщить руководству предприятия;

включить сигнализацию, систему пожаротушения;
оказать помощь в эвакуации людей и тушении пожара.

10.5 Вывод по разделу социальная ответственность

В ходе реализации данного раздела были проанализированы нормативные документы, связанные с проектированием, внедрением и эксплуатацией разрабатываемой станции физического подобия «Синтетические водонефтяные эмульсии», с учетом организационно-правовых вопросов безопасности.

Проанализированы вредные и опасные факторы, с которыми могут столкнуться операторы, эксплуатирующие установку, и предложены меры по их минимизации или полному устранению.

Кроме того, учитывалась экологическая безопасность и безопасность в аварийных ситуациях. Пожар был определен как наиболее отличительная черта разрабатываемой аварийной станции.

Соблюдайте правила и меры, представленные в этом разделе, чтобы избежать аварийных ситуаций и обеспечить безопасность людей и окружающей среды.

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной стал « Разработка стенда физического подоби́я для синтеза водомасляных эмульсий с помощью физических методов » .

Изучен способ изготовления эмульсии масло-в-воде и определен наиболее подходящий способ - использование физической энергии, то есть совместное действие мембранного насоса и ультразвуковых волн для создания эмульсии. В ходе работы определен метод синтеза и определение устройства для приготовления эмульсий масло-в-воде, получены статистические характеристики распределения дисперсионных фаз.

Но теперь в обзоре методов измерения размера эмульгаторов во всем мире мы обнаружили, что метод, который в настоящее время лучше всего подходит для решения этой проблемы, — это световая микроскопия. Предлагаемое решение заключается в сокращении времени анализа и повышении эффективности оптического метода, то есть измерения системы и динамических характеристик системы с использованием информации от системы машинного зрения. Это будет основным направлением исследований в будущем.

Список литературы

1. Кольцов Л.В., Лосева М.А. Эмульсии: получение, свойства, разрушение: учебно-методическое пособие. – М.: изд-во СамГТУ, 2017 г. – 20 с.
2. ZHAO Guoyu, FAN Fangyu, HUANG Jin, et al. Preparation and properties of emulsions stabilized with four kinds of nano-SiO₂ modified macromolecular material[J]. Food Science, 2022, 43(8): 22-28. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-20210131-373. <http://www.spkx.net.c>
3. Типы эмульсий [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://info-neft.ru/index.php?action=full_article&id=577 – свободный (дата обращения 25.02.2020).
4. Приготовление и разрушение эмульсий физическими и комбинированными методами: статья/ Л.А. Кудишова, С. К. Мясников – Москва, 2010г.
5. Эмульсии: получение, свойства, разрушение: учебно-методическое пособие/ Л.В. Кольцов, М.А. Лосева – Самара: изд-во СамГТУ, 2017 г. – 20 с.
6. Факультет химического машиностроения, Технологический университет Кейп-Пенинсула, Symphony Way, PO Box 1906, Bellville, 7535, Кейптаун, Южная Африка <https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2022.01.007>
7. Kobayashi, M. Yasuno, S. Iwamoto, A. Shonomic Microscopic Observation of the Formation of Emulsion Droplets from a Polycarbonate Membrane, vol. 1, p. 207 (2002), pp. 185-196.
8. S.S. Dol, S.F. Wong, S.K. Vee, J.S. Lim Experimental study of the effect of water-in-oil emulsions on wall shear stress in pipeline flow J. Appl. Fluid Mech., 11 (2018), pp. 1309-1319.
9. M. Porras, C. Solans, C. Gonzalez, J.M. Gutiérrez Properties of water-in-oil (W/O) nanoemulsions prepared by low-energy emulsification
10. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 324 (1-3) (2008), pp. 181-188.

11. Lei Zhou, Wangang Zhang, Jingyu Wang, Ruyu Zhang, Jian Zhang, Comparison of oil-in-water emulsions prepared by ultrasound, high-pressure homogenization and high-speed homogenization, *Ultrasonics Sonochemistry*,
12. Check, G.R., Mowla, D. Theoretical and experimental investigation of desalting and dehydration of crude oil by assistance of ultrasonic irradiation. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2013, vol. 20, pp. 378–385.
13. Ye G., Lu X., Han P., Shen X. Desalting and dewatering of crude oil in ultrasonic standing wave field. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2010, vol. 70, pp. 140-144.
14. Сахабутдинов Р.З., Губайдуллин Ф.Р., Исмагилов И.Х., Космачева Т.Ф. Особенности формирования и разрушения водонефтяных эмульсий на поздней стадии разработки нефтяных месторождений – М.: ВНИИОЭНГ, 2005. – 324 с.
15. Дунюшкин И.И., Сбор и подготовка скважинной продукции нефтяных месторождений – М.: изд-во Нефть и газ РГУ им. И.М. Губкина, 2006. – 320 с.
16. Байков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансуров Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды – М.: Недра, 1981. – 24с.
17. Маркин А.Н., Низамов Р.Э., Суховерхов С.В. Нефтепромысловая химия: практическое руководство – М.: Дальнаука, 2011. – 288 с
18. Казымов Ш.П. Технология разрушения эмульсий в призабойной зоне скважин // Нефтепромысловое дело. – 2011. - №4. – С. 44-46.
19. Кварцов С.А. Разработка эмульсионных буровых растворов методом механохимической активации: Автореф. дис. на соис. учен. степ. канд. тех. наук. – Москва: ВНИИГАЗ, 2011. – 25 с.
20. Эмульсии [Текст] / Под редакцией А.А. Абрамзона // М.: Наука, 1972. – 321 с.
21. Щодро, А. И. Система автоматизированного управления нефтегазосепаратором с контролем плотности нефтесодержащей смеси [Текст] / В.А. Зеленский, Д.Б. Жмуров, А.И. Щодро // Вестник

- Самарского государственного технического университета. – 2016. – Серия «Технические науки», № 1(49). – С. 15–23.
22. Щодро, А. И. Определение скорости всплытия глобул в нефтесодержащей смеси высокой степени обводнённости [Текст] / В.А. Зеленский, А.И. Щодро, Д.А. Никитин Д.А. // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: тр. Всероссийской научно-технической конференции. – Самара: Изд-во СГАУ, 2016. – С. 109–111.
23. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1686941714010526964&wfr=spider&for=pc>
24. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова – Томск: изд-во ТПУ, 2014. – 73с.
25. Охрана труда и техника безопасности: учебник для прикладного бакалавриата / Г. И. Беляков – Москва: изд-во Юрайт, 2016 г. – 404 с.
26. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» – Москва: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013 г. – 288 с.
27. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913>, свободный (дата обращения 6.05.2020).
28. Суммарный уровень шума нескольких источников [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3940278/page:4/>, свободный (дата обращения 6.05.2020).