Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт ИПР

Направление подготовки Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической

технологии, нефтехимии и биотехнологии Кафедра XTT и XK

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы Моделирование процесса каплеобразования при обезвоживании и обессоливании нефти

УДК 622.276.8

Студент

Jrs			
Группа ФИО		Подпись	Дата
2K21	Ефимова Елена Геннадьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры XTT и XK	Мойзес Ольга Ефимовна	кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Сечина Ася Александровна	Кандидат химических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата	
Профессор кафедры ЭБЖ	Ахмеджанов Рафик Равильевич	Доктор биологических наук			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой XTT и XK	Юрьев Егор Михайлович	Кандидат технических наук		

Планируемы результаты обучения по ООП

Код	Результат обучения (выпускник должен быть	Требования ФГОС
результата	готов)	ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
	Профессиональные компетенции	
D1	П	Т. С ФЕОС (ПИ
P1	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические и специальные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,14,16,17,18), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК- 4,5,9,15 ОК-7), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решатьзадачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.	Требования ФГОС (ПК-4,5,8,11 ОК-2,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Проектироватьи использовать энерго-и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК- 8,11,23,24), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследованияв области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-1,4,5,19-22, ОК-7,10), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Осваивать и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6,7,10,12,13,14,17 ОК-3,4,8), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
	Общекультурные компетенции	
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,6-10), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P8	Самостоятельно учитьсяи непрерывно повышать квалификациюв течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-6,7,8), Критерий 5 АИОР (2.6)
Р9	Владеть иностранным языкомна уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК- 11), Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3,4,5,12) , Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт природных ресурсов

Направление подготовки Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра Химической технологии топлива и химической кибернетики

				ГВЕРЖ, в. кафед	•		
			(По	одпись)	(Дата)	(Ф.И.О.)	
		ЗА Д	ДАНИЕ				
на выполі	нение і	выпускной	й квалис	фикаци	онной р	аботы	
В форме:							
		Бакалаврс	кой рабо	ты			
(бакалаврской	работы, д	ципломного пр	оекта/работ	гы, магист	ерской дис	сертации)	
Студенту:							
Группа				Ф]	ИО		
2K21			Ефимов	вой Еле	не Генн	адьевне	
Тема работы:							
Моделі	ирован	ние проце	есса каг	ілеобра	азовани	ІЯ	
при об	езвожі	ивании и	обессо.	пивани	и нефт	и	
Утверждена приказом директо	pa	1631/c	от 29.	02.2016	δ Γ.		
(дата, номер)							
		T					
Срок сдачи студентом выполно работы:	енной	3.06.2016	ό Γ.				

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	Физико-химические характеристики нефти; производительность установки промысловой подготовки нефти ОАО «Верхнечонскнефтегаз», диаметры подводящих трубопроводов.		
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений	 Литературный обзор; Теоретические основы процесса каплеобразования при подготовке нефти, методики расчета диаметра капель воды в нефти. Объекты и методы исследования; Водонефтяная эмульсия, математическое моделирование. 		

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).	3.2 Методик 3.3 Исследова параметр 4. Финансовый ресурсосбере	математической модели; и расчета диаметра капель жидкости; иние влияния технологических ров и анализ результатов; менеджмент, ресурсоэффективность и
Перечень графического материала	Mamaduminga	LOWIS LOWIS 1 TV
(с точным указанием обязательных чертежей)		нета капель — 1 л; роведенного исследования — 2 л.
Консультанты по разделам выпускной	квалификацион	ной работы
(с указанием разделов)		
Раздел		Консультант
«Финансовый менеджмент,		
ресурсоэффективность и ресурсосбереже	ие»	
«Социальная ответственность»		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной	8.02. 2016 г.
квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Помощт	Мойзес Ольга Ефимовна	к.т.н.,		
Доцент	Моизес Олы а Ефимовна	доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2K21	Ефимова Елена Геннадьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2K21	Ефимовой Елене Геннадьевне

Институт	ИПР	Кафедра	ХТТ и ХК	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Энерго- и	
			ресурсосберегающие	
			процессы в химической	
			технологии, нефтехимии	
			и биотехнологии	

Исход	цные данные к разделу «Финансовый менеджме	нт, ресурсоэффективность и
pecyp	сосбережение»:	
ма	поимость ресурсов научного исследования (НИ): териально-технических, энергетических, финансовых, формационных и человеческих	Бюджет затрат НИ составляет 457017рублей
2. Ho	рмы и нормативы расходования ресурсов	Нормы и нормативы расходования ресурсов
	пользуемая система налогообложения, ставки логов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Учтены отчисления во внебюджетные фонды
Переч	нень вопросов, подлежащих исследованию, проектир	ованию и разработке:
алғ	иенка коммерческого потенциала, перспективности и ытернатив проведения НИ с позиции сурсоэффективности и ресурсосбережения	Разрабатываемая модель является конкурентоспособной на рынке.
	анирование и формирование бюджета научных следований	Разработан календарный план-график проведения научного исследования
фи	пределение ресурсной (ресурсосберегающей), инансовой, бюджетной, социальной и экономической фективности исследования	Спроектирована конкурентноспособная разработка, отвечающая требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения
Переч	ень графического материала (с точным указанием об	язательных чертежей):
2. Ма 3. Али 4. Гра	ценка конкурентоспособности технических решений итрица SWOT ьтернативы проведения НИ афик проведения и бюджет НИ ценка ресурсной, финансовой и экономической эффекти	вности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	8.02.2016

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
		звание		
Доцент кафедры МЕН	Сечина Ася	Кандидат		
	Александровна	химических		
		наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2K21	Ефимова Елена Геннадьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2K21	Ефимовой Елене Геннадьевне

Институт	ИПР	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень	Бакалавр	Направление/специальность	Энерго- и
образования			ресурсосберегающие
			процессы в химической
			технологии,
			нефтехимии и
			биотехнологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объектом исследования является процесс обезвоживания и обессоливания нефти.

Экспериментальная часть бакалаврской работы велась на ПК.Рабочая зона - аудитория, которая оборудованная системами отопления, кондиционирования воздуха и естественным и искусственным освешением..

Область применения нефтеперерабатывающая промышленность.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

- 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:
 - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
 - предлагаемые средства защиты;
 - (сначала коллективной защиты, затем –

- 1.1В производственной среде и при применении вычислительной техники вероятно воздействие следующих вредных факторов:
 - повышенная яркость света;
 - *шум;*
 - повышенный уровень электромагнитных излучений;
 - ухудшение микроклимата,
 - вредные вещества.
- 1.2 Вредные вещества. На установке обессоливания и обезвоживания

индивидуальные защитные средства).

- 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:
 - механические опасности (источники, средства защиты;
 - термические опасности (источники, средства защиты);
 - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита источники, средства защиты);
 - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

присутствуют вредные вещества такие, как:

- сероводород,
- аммиак,
- окись углерода,
- *МЭА*,
- пары нефтепродуктов и т.д.

Средства защиты: хлопчатобумажные костюмы, защитные очки, ботинки кожаные, перчатки фильтрующие противогазы, каска.

К опасным факторам относятся:

- горючесть, взрывоопасность и токсичность веществ применяемых и получаемых на установке;
- наличие электротехнических устройств высокого напряжения;
- превышение токсичных веществ в воздухе рабочей зоны.

 СанПиН
 2.2.4.548-96, ГОСТ
 12.1.013-78;

 СанПиН
 2.2.1/2.1.1.1278-03;
 СанПиН

 2.2.4.1191-03, СанПиН
 2.6.1.1015-01;

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96, инструкция по охране труда при работе на ПК

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

Основными загрязнителями атмосферы на производстве являются:

- Сероводород;
- Аммиак;
- Оксид углерода(II);
- Углеводороды.

Повышения экологической безопасности можно достигнуть путем снижения выбросов во время эксплуатации за счет использования улучшенных фильтрационных и очистительных сооружений.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
- выбор наиболее типичной ЧС;
- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

Возникновение ЧС, требующих обспечение электро- и пожаровзрывобезопасности на рабочем месте.

Перечень возможных ЧС:

- пожар;
- *взрыв;*
- розлив продуктов/компонентов производства;

Для обеспечения безопасной эксплуатации установки предусмотрена рациональная технологическая схема с комплексной

	автоматизацией технологического процесса, позволяющая обеспечить его непрерывность и стабильную работу оборудования. Предусмотрено отключение электрооборудования со щита операторной.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	К нормативным актам, регулирующим вопросы охраны труда, в первую очередь относится Трудовой кодекс Российской Федерации. Для обеспечения безопасности на рабочем месте необходимо руководствоваться санитарными нормами и правилами. Для снижения вредного воздействия химических факторов работникам производства выдается молоко питьевое в количестве 0,5 литра за смену для выведения из организма токсических веществ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	8.02.2016
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Ахмеджанов Рафик Равильевич	Доктор биологических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2K21	Ефимова Елена Геннадьевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 74 стр., 6 рисунков, 18 таблиц, 26 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: промысловая подготовка, математическое моделирование, каплеобразование, обезвоживание, обессоливание, нефть, эмульсия,.

Объектом исследования является нефтяная эмульсия Верхнечонского месторождения.

Цель работы:

- поиск и разработка новых методик моделирования процесса обезвоживания;
 - внедрение их в существующий программный алгоритм;
- проведение исследований влияния технологических параметров на показатели процесса обезвоживания;

В процессе работы найдены методики для расчета размера капель воды в водонефтяных эмульсиях. С учетом полученных формул, разработан алгоритм и программный блок расчета процесса каплеобразования при промысловой подготовке нефти.

Проведены исследования влияния технологических параметров на показатели процесса каплеобразования с применением математической модели.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 2013.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	10
ВВЕДЕНИЕ	13
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	14
1.1 Основные физико-химические свойства нефтяных эмульсий	15
1.2 Методы разрушения водонефтяных эмульсий	20
1.3 Классификация и основные принципы выбора деэмульгаторов	24
1.4 Методика каплеобразования. Измерение размеров капель	28
2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	33
3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	39
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	44
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	45
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	45
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции	
ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
5.1.3 SWOT-анализ	47
5.2 Планирование научно – исследовательских работ	48
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	48
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	51
5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	53
5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	53
5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	53
5.3.3 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проек	
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой,	. -
бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	58

6.1. Производственная безопасность	61
6.2 Анализ вредных факторов на рабочем месте	62
6.3 Анализ опасных факторов на установке	66
6.4 Анализ факторов, характеризующих возникновение чрезвычайных ситуаций	67
6.5 Организация режима труда и отдыха при работе с ПК	. 68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	74
Приложение А- Результаты расчетов	77
Приложение Б- Блок программы	79

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее актуальных проблем сбора, транспорта и подготовки нефти является разрушение водонефтяных эмульсий, причем. Эта проблема требует разных подходов в зависимости от этапа разработки месторождения.

Опыт разработки нефтяных месторождений свидетельствует о том, что в процессе вскрытия и эксплуатации продуктивных пластов происходит постепенное ухудшение фильтрационных свойств пласта в прискважинной зоне. Чаще всего это происходит из-за отрицательного влияния воды, образующей с нефтью стабильную эмульсию. При наличии твердых частиц стабильность эмульсий значительно повышается, кроме того, увеличивается их вязкость. Основной причиной больших потерь нефти и удорожание ее транспортировки и подготовки к переработке является образование эмульсий при добыче. Поэтому важными считаются вопросы увеличения эффективности процессов добычи, транспорта и подготовки нефти, на воздействия на них химических основании исследования используемых в добыче нефти, улучшение применяемых деэмульгаторов, исследование методов оптимизации работы установок нефтеподготовки и технологий обработки водонефтяной эмульсии.

Большинство существующих месторождений находятся на завершающей стадии разработки. Продукция добывающих скважин таких месторождений характеризуется, прежде всего, снижением добычи нефти, ростом обводненности добываемой нефтяной фракции, а также увеличением количества стабилизаторов и эмульгаторов в ее составе.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Эмульсия — это дисперсная система, которая состоит из капель жидкости, находящейся в другой жидкости. Жидкость, содержащая мелкие капли другой жидкости, это дисперсная среда (внешняя, непрерывная, сплошная), а капли жидкости находящиеся в дисперсной среде это дисперсная фаза (внутренняя, разобщенная).

Эмульсии воды в нефти относятся к дисперсным системам с развитой поверхностью, отличаются высоким уровнем свободной поверхностной энергии И c точки зрения термодинамики являются системами неустойчивыми. Это выражается в стремлении к снижению уровня свободной энергии за счет процессов укрупнения капель И самопроизвольного расслоения смеси на нефть и воду [1].

Все нефтяные эмульсин разделяются на 3 категории [2]:

- 1. Обратные эмульсии (вода в нефти В/Н) І группа. Содержание дисперсной фазы в ней (воды) в дисперсионной среде (нефти) колеблется от 90 до 95 %; эти нефтяные эмульсиивходят в диапазон разбавленных и высококонцентрированных эмульсий, в которых проявляются различия в факторах их стабилизации.
- 2. *Прямые эмульсии*(нефть в воде H/B) II группа. Они образуются в процессе разрушения эмульсий обратного типа, при высоком содержании воды в продукции скважин и при деэмульсации нефти. Стойкие прямые эмульсии формируются в процессе паротеплового воздействия на пласт.
- 3. «Множественные эмульсии» III группа. Это эмульсия в эмульсиях: вода-нефть-вода и т.д., либо нефть-вода-нефть. Такие эмульсии характеризуются обычно повышенным содержанием различных механических примесей, в результате идет накопление на границе раздела фаз и в аппарате подготовки нефти и воды,что является одной из причин срыва технологического режима работы.

Когда обводненная нефть поднимается от забоя скважины до ее устья и при дальнейшем движении по промысловой

коммуникацииидетпостоянноесмешивание нефти с водой, которое сопровождается образованием стойких эмульсий. Стойкость эмульсий определяют в зависимости отдиаметра капель, от стойкости бронирующей оболочки, возникающей на их поверхности в результате адсорбции на границе раздела фаз нефть—вода асфальтово-смолистых веществ и тугоплавких парафинов и флотации каплями воды частиц механических примесей [3].

Главными параметрами, характеризующими степень дисперсности эмульсий при общем движении воды и нефти, являются скорость потока, величина поверхностного натяжения на границе раздела фаз и масштаб пульсации.

Скорость потока при движении водонефтяной эмульсии от забоя скважины до конечного пункта транспортировки меняется в большом интервале [4]. Особенно большое изменение ее, а, следовательно, и дисперсности наблюдаются, когда смесь проходит через штуцирующее устройство, газовый сепаратор, центробежный насос. В этих местах скорость потока и турбулентность увеличиваются, как правило, на несколько порядков, что, при всех прочих равных условиях, приводит к сокращению диаметра капель воды в десятки и сотни раз.

1.1 Основные физико-химические свойства нефтяных эмульсий

Основными физико-химическими свойствами нефтяных эмульсий являются [5]:

- дисперсность;
- вязкость;
- плотность;
- электрические свойства;
- устойчивость (стабильность).

Дисперсность эмульсии –это степень измельчения дисперснойфазы в дисперсионной среде.

Дисперсность, определяющая свойства эмульсий, характеризуется тремя факторами:

- $\,$ диаметр каплиd;
- ДисперсностьD=1/d, величина обратная диаметру капли;
- удельная межфазная поверхность, т. е. отношение суммарной поверхности капель к общему их объему.

Все данные величины взаимосвязаны, и их можно представитьединой формулой:

$$S_{\text{VI}} = 6 / d - 3 / r$$
. (1)

Формула показывает, что удельная поверхность обратно пропорциональна диаметру и радиусукапель и чем меньше капли, тем больше удельная поверхность.

Основными параметрами, характеризующие степень дисперсности эмульсии или диаметр капли воды в нефти, являются скорость потока, поверхностное натяжение на границе раздела фаз, а также амплитуда и пульсаций. Критический размер капли, который может существовать в потоке с данным термодинамическим режимом, определяется многими факторами и в первом приближении его можно описать уравнением Колмогорова А. Н.:

$$d_{\rm Kp} = 4.82 \cdot \sqrt[5]{\frac{L^2 \cdot \sigma^3}{\vartheta^6 \cdot k \cdot \rho}},\tag{2}$$

где σ – величина поверхностного натяжения системы нефть–газ;

k –коэффициент, который учитывает вязкости воды инефти; ρ – плотность дисперсионной среды(внешней); L –масштаб пульсаций;v – скорость потока.

Очень быстро возрастает дисперсность эмульсий после штуцеров, которые устанавливают обычно перед сепаратором.

Вязкость эмульсии.При течении водонефтяной эмульсииобычно различают две вязкости [6]:

- вязкость, обусловленная пульсациями давления дисперсионной среды (нефти) и дисперсной фазы (воды);
 - динамическая вязкость.

Динамическая вязкость водонефтяной эмульсии не подчиняется правилу аддитивности:

$$\mu_{9} \neq \mu_{H} + \mu_{B}, \tag{3}$$

где $\mu_{\scriptscriptstyle 3}$ и $\mu_{\scriptscriptstyle B}$ – абсолютные вязкости нефти и воды.

Динамическая вязкость водонефтяной эмульсии находится в зависимости от нескольких факторов:

- от вязкости нефти;
- от температуры эмульсии;
- от количества воды в нефти;
- от степени дисперсности или диаметра капель воды в нефти.

При большом содержании воды в нефти (более 20 %) вязкость эмульсии начинает достаточно резковозрастать. Наибольшая вязкость наблюдается при критической концентрации воды $W_{\rm kp}$, которая определяется для данного месторождения. При дальнейшем увеличении концентрации воды в нефти вязкость эмульсии начинает резко уменьшатся. Значением коэффициента обводненности $W_{\rm kp}$, при котором вязкость эмульсии начинает уменьшаться, является *тором инверсии* (И).

В данной точке идет обращение фаз, в итоге дисперсная фаза (вода) становится дисперсионной средой (внешней, сплошной), а дисперсионная среда (нефть) — дисперсной фазой (разобщенной), получается что вода-нефть превращается в нефть-вода.

Обращение фаз нефтяных эмульсий имеет исключительно большой практическийсмысл. Например Транспортировка эмульсии типа нефть-вода, внешняя фаза которой вода, происходит при меньших энергетических затратах, чем транспортировка эмульсии типа вода-нефть, внешняя фаза которой нефть [6].

Поэтому, при транспорте эмульсий необходимо прийти к тому, чтобы внешней фазой была вода, а не нефть (при условии, конечно, что трубопроводы защищены от коррозии). Критическое значение коэффициента обводненности $W_{\rm kp}$ для нефти разных месторождений колеблетсяв промежутке 0.5-0.9, но в основном принимает значение 0.71. Большой интервал значений $W_{\rm kp}$, можно объяснить разными физико-химическими свойствами компонентов эмульсии, а так же концентрацией воды в нефти и присутствием в этой смеси разных эмульгаторов.

Плотность эмульсии. Плотность эмульсий определяется, в зависимости от плотностей нефти и пластовой воды, из которых образована эмульсия, и их объемное или процентное содержание. Плотность эмульсийрассчитывается по данным формулам:

$$\rho_{\mathfrak{I}} = \frac{V_{\mathfrak{H}} \cdot \rho_{\mathfrak{H}} + Q_{\mathfrak{B}} \cdot \rho_{\mathfrak{B}}}{V_{\mathfrak{H}} + Q_{\mathfrak{B}}},\tag{4}$$

$$\rho_{\scriptscriptstyle 3} = \rho_{\scriptscriptstyle H}(1 - \varphi) + \rho_{\scriptscriptstyle B} \cdot \varphi, \tag{5}$$

$$\rho_{9} = \frac{1}{\frac{0.01 \cdot q}{\rho_{9}} + \frac{1 - 0.01 \cdot 1}{\rho_{11}}},\tag{6}$$

где $V_{\rm H}$ и $Q_{\rm B}$ —расход нефти и расход воды, м³;

 $ho_{ exttt{9}}$, $ho_{ exttt{B}}$ –плотности эмульсии,нефти и воды,кг/м 3 ;

q —содержание солей растворенных в эмульсии, масс. %;

 φ –объемная доля дисперсионной среды: ϕ = $Q_{\mathrm{B}}\cdot(V_{\mathrm{H}}+Q_{\mathrm{B}})$.

Устойчивость При диспергировании эмульсии. ДВУХ несмешивающихся жидкостей одновременно образуются прямые и обратные эмульсии. При этом различаются два периода «жизни» капель: τ_1 – время «жизни» капель масла в воде и τ_2 – время «жизни» капель воды в масле. Отношение $\beta = \tau_1 / \tau_2$ — называется мерой способности системы к обращению фаз: если $\beta > 1$, то система из двух взаимно нерастворимых жидкостей при диспергировании расположена к образованию эмульсий прямого типа (Н/В), а при β < 1, наоборот, – к образованию обратных эмульсий. Способность образованию прямой эмульсииувеличивается системы К c

возрастаниемвеличины $\gamma = \frac{\tau_1}{\tau_2} \cdot \frac{V_2}{V_1}$, где V_1 и V_2 соответственно объем воды и объем масла [4].

С уменьшением γв большей степени образуется эмульсия типа В/Н. Все эмульсии являются термодинамически неустойчивыми и способны к расслоению.

Показателями стойкости водонефтяных эмульсий являются кинетическая и агрегативная устойчивость.

Кинетическая (седиментационная) устойчивость эмульсий — это способность системы предотвращать оседание или всплывание частиц дисперсной фазы под действием архимедовых сил [7]. Для эмульсий, содержание дисперсной фазыкоторых меньше 3 %, кинетическая устойчивость можно рассчитать по уравнению:

$$K_{y} = \frac{1}{v} = \frac{9 \cdot \mu}{2 \cdot (\rho_{\text{B}} - \rho_{\text{H}}) \cdot r^{2} \cdot g},\tag{8}$$

где K_{ν} -кинетическая устойчивость эмульсии;

 $(\rho_{\rm B}-\rho_{\rm H})$ -разность плотностей дисперсной фазы и дисперсионной среды; g-ускорение свободного падения; v-скорость оседания или всплытия частиц дисперсной фазы с радиусом r; μ — вязкость дисперсионной среды.

Из (8) следует, что кинетическая устойчивость прямо пропорциональна вязкостной характеристикенефти и обратно пропорциональная разности плотностей нефти и воды и квадрату радиуса капель воды [8].

Агрегативная устойчивость эмульсий —это способность капель воды сохранять свой первоначальный размер при столкновении друг с другом или с границей раздела фаз. Различают два процесса: коалесценция и флокуляция.

Флокуляция—слипание капель при столкновении с образованиемагрегатов из двух и более капель.

Коалесценция—процесс слияния (укрупнения) капель при столкновении друг с другом или с границей раздела фаз.

Время существования слоя эмульсии определяется уравнением:

$$\tau = \frac{H}{v},\tag{9}$$

где H — высота слоя эмульсии; v —средняя скорость самопроизвольного расслоения.

Так как большинство нефтяных эмульсий обладают очень высокой агрегативной устойчивостью, величину ее целесообразно оценивать по формуле:

$$A_{y} = \frac{W_0 - W}{W_0} \cdot 100,\tag{10}$$

где W_o – общее содержание дисперсной фазы в анализируемой эмульсии;

W —количество дисперсной фазы,расслоившейся в процессе центрифугирования.

Сущность нового подхода к процессу предварительной подготовки эмульсии к расслоению заключается в максимальном снижении ее агрегативной и кинетической устойчивости еще на подходах к отстойникам [9].

1.2 Методы разрушения водонефтяных эмульсий

В основе технологии обезвоживания и обессоливания нефти лежит процесс разрушения водонефтяных эмульсий, заключающийся в превращении их из агрегативно-устойчивого мелкодисперсного состояния в кинетически неустойчивые, крупнодисперсные, расслаивающиеся системы.

Существует условная классификация способов деэмульгирования нефти на:

- механические (фильтрация, центрифугирование, обработка акустическими и ультразвуковыми колебаниями и др.);
- термические (подогрев с отстаиванием, промывка горячей водой);

- электрические (обработка в электромагнитных полях);
- химические (обработка реагентами-деэмульгаторами).

Различают трубную и пенную деэмульсацию; термомеханическую, заключающуюся в интенсивном перемешивании нагретой эмульсии (без деэмульгатора) для разрушения бронирующих оболочек на каплях воды; метод обращения фаз и др. В основу подобной классификации способов деэмульсации нефтей положена та или иная особенность соответствующего метода, основанная на определенной стадии процесса деэмульгирования, поэтому при таком подходе все способы на практике получаются комбинированными, их невозможно сравнивать и сопоставлять друг с другом.

Выделяют три основных стадии процесса разрушения водонефтяных эмульсий: разрушение бронирующих оболочек, укрупнение капель, разделение фаз. Оценка различных методов воздействия на водонефтяные эмульсии по их эффективности и технологичности проведения процесса приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1- Оценка методов воздействия

Стади	Характерис	Значимость процесса по:			
И	тика	эффективности	Технологичности		
			применения		
I	Разрушение	1. Химические	1. Химические реагенты		
	бронирующ	реагенты	2. Нагрев		
	ИХ	2. Нагрев	3. Электростатические		
	оболочек	3. Электростатические	поля		
		поля	4. Перемешивание		
		4. Перемешивание			
II	Укрупнени	1. Электрические поля	1. Электрические поля		
	е капель	2. Коалесцирующие	2. Коалесцирующие		
		насадки	насадки		
		3. Гидродинамические	3. Гидродинамические		
		эффекты	эффекты		
		4. Импульсные	4. Импульсные		
		воздействия	воздействия		
		5. Промывка в слое	5. Промывка в слое воды		
		воды	6. Применение		
		6. Применение	флокулянтов		

		флокулянтов	7. Магнитное поле	
		7. Магнитное поле		
III	Разделение	1. Центрифугирование	1. Центрифугирование	
	фаз	2. Отстаивание	2. Отстаивание	
		3. Флотация, пенная	3. Флотация, пенная	
		деэмульсация	деэмульсация	
		4. Электростатические	4. Электростатические	
		поля	поля	

В І стадии главным и наиболее универсальным является действие реагентов-деэмульгаторов. В некоторых случаях возможно сильное ослабление и частичное разрушение бронирующих оболочек под действием нагрева или интенсивного перемешивания (передиспергирования). Также частично оболочки могут быть разрушены с помощью электростатического промышленной электромагнитного поля частоты $(\Pi \Psi)$. Способ бронирующих межфазных оболочек c разрушения использованием высокочастотных (ВЧ) или сверхвысокочастотных (СВЧ) электромагнитных полей в настоящее время находится лишь в стадии лабораторных испытаний и требует сложного оборудования [10]. При дальнейшем совершенствовании методов воздействия на этой стадии основное внимание должно быть уделено созданию новых высокоэффективных реагентов-деэмульгаторов и разработке рациональной технологии их применения (научно обоснованные методы подбора, точка ввода, режимы и время перемешивания с эмульсией и т. д.).

Наибольшее число интенсифицирующих факторов применяют на II стадии укрупнения капель. На этой стадии важнейшим и наиболее перспективным является применение электрических полей [11]. Этому направлению в последнее время уделяется большое внимание, создаются высокоэффективные работоспособные конструкции электродегидраторов (рис. 1.1).

Использование гидродинамических эффектов, несмотря на относительно малую интенсивность процесса, находит достаточно широкое распространение вследствие своей простоты и технологичности [12].

Также широкое распространение получил метод промывки эмульсии в слое воды, успешность которого во многом определяется равномерностью распределения струек жидкости перфорированными маточниками процессами коалесценции в промежуточном и кипящем слоях эмульсии. Имеется положительный опыт применения флокулянтов (полиэлектролитных композиций), коалесцирующих насадок, импульсных (акустических) воздействий для укрупнения капель эмульсии. Использование магнитных полей сдерживается сложностью оборудования (импульсные сверхсильные магниты) или необходимостью регенерации вводимых ферромагнитных частичек.

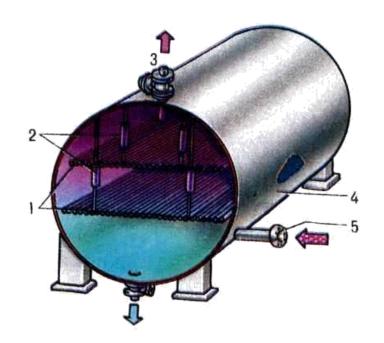


Рисунок. 1.1-Схема горизонтального дегидратора:

1 — электроды; 2 — изоляторы; 3 — клапан вывода чистой нефти; 4 — корпусдеэмульгатора; 5 — устройство для ввода эмульсии.

При разделении фаз (III стадия) процесс отстаивания — основной процесс, используемый на промыслах. В последние годы созданы высокопроизводительные конструкции отстойников, позволяющие эффективно использовать весь полезный объем аппаратов и учитывать физико-химические свойства эмульсионных систем.

Применение совершенных высокопроизводительных центрифуг представляется перспективным для обработки ловушечных эмульсий, содержащих значительное количество механических примесей.

Флотация, пенная деэмульсация описаны, в основном, теоретически. Для их практического применения необходимо преодолеть большие технические трудности.

Электростатическое поле для разделения фаз эмульсии может быть применено лишь для систем с высоким удельным электросопротивлением дисперсионной среды, поскольку метод основан на зарядке капель воды и выводе их под действием кулоновской силы из очищаемой жидкости [11, 13]. В реальных нефтях, вследствие их относительно высокой электропроводности, происходит очень быстрое стекание свободных зарядов с капель и кулоновская сила в электрическом поле на них не действует.

Рассмотренный подход к классификации методов воздействия на водонефтяные эмульсии по стадиям процесса деэмульсации позволяет выделить главные факторы, сравнить их друг \mathbf{c} другом, перспективность и значимость. Однако при пользовании подобной схемой следует учитывать факторы, косвенно влияющие на процесс деэмульсации. Например, нагрев эмульсии способствует ускорению процессов на всех нефти стадиях деэмульсации вследствие снижения ee вязкости. Гидродинамический режим потока эмульсии, физико-химические особенности ее вносят определенную корректировку в значимость различных методов интенсификации для конкретных систем. В настоящее время больше всего распространён в процессе промысловой подготовки нефти метод деэмульгирования – применение химических реагентов [14].

1.3 Классификация и основные принципы выбора деэмульгаторов

Большое осложнение при добыче, сборе и подготовке нефти вызывает обводнение продуктивных нефтяных пластов, способствующее образованию нефтяных эмульсий. Это образование водонефтяных эмульсий

уменьшаетэффективность работы насосов, так как происходит увеличение перегрузки электродвигателя или увеличение давления жидкости. В результате чего возникают сложностипри сепарации газа и предварительного сброса воды. Из-за необходимости разрушения водонефтяной эмульсии, в системах подготовки нефти возникает проблема металло- и энергоемкости. Этот фактор может быть решен с помощью специализированных реагентовдеэмульгаторов. На рисунке 1.2 показан пример разрушения водонефтяных эмульсий с помощью разных деэмульгаторов.

Реагенты-деэмульгаторы, которые используются для разрушения водонефтяных эмульсий, делят на две группы: *ионогенные* и *неионогенные*.

Ионогенные деэмульга торы это деэмульга торы диссоции рующие в водных растворах наионы. Ионогенные деэмульга торы делятся на *анионо активные* и *катионо активные*, в зависимости от того, какие ионы (анионы или катионы) являются поверхностно-активными [15].

Анионоактивные вещества- деэмульгаторы диссоциирующие в водных растворах на отрицательно и положительно заряженные ионы.

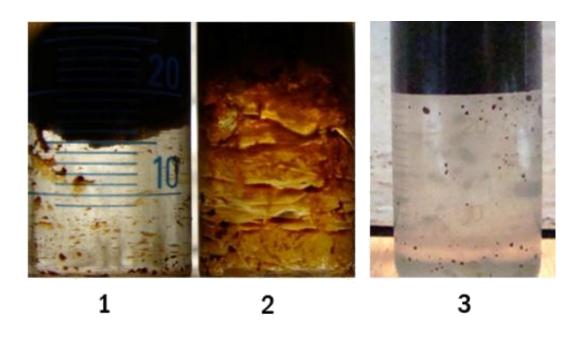


Рисунок 1.2.- Фотография водонефтяной эмульсии через 2 часа после ввода: слева –Separol WF 41 с концентрацией 200 мг/л (1) и 400 мг/л (2); справа–нанодеэмульгатора ТюмГУ(3)

Катионоактивные вещества в растворах воды распадаются наположительно заряженные радикалы и отрицательно заряженные ионы кислоты. К катионоактивным относят в большинстве азотистые основания: нечетвертичные или четвертичные.

Катионоактивные вещества как деэмульгаторы применяются весьма ограниченно.

Неионогенные вещества не распадаются в водных растворах на ионы. Их получают присоединением окиси этилена к органическим веществам с подвижным атомом водорода, т.е. содержащим карбоксильную, гидроксильную, сульфгидрильную, аминную или амидную группы.

В водных растворах неионогенные вещества с помощью водородной связи между водородами воды и атомами кислорода полиэтиленгликолеой цепи образуют гидраты.

Гидратированные молекулы приобретают способность растворяться в воде и при этом незначительно диссоциировать на ионы. Деэмульгирующая способность неионогенных веществ легко регулируется, меняя количество молекул присоединяемых окиси этилена, т.е. меняя длину полиоксиэтиленовой цепи. При увеличении цепи растворимость ПАВ в воде возрастает.

Гидрофильная часть неионогенных поверхностно-активных веществ химически инертна, и это дает шанс еще больше усиливать деэмульгирующюю способность этих веществ, при использовании их в смеси с самыми различными компонентами для достижения синергического эффекта [8].

Неионогенные деэмульгаторы имеют некоторые преимущества перед ионогенными:

- незначительный удельный расход — для дипроксамина-157 и дисолвана 4411 40-50 г/т эмульсии при температуре эмульсии 60-70 °C; обводненность нефти достигается около 1 %;

- хорошо растворяется в воде, они не реагирует с солями и кислотами, содержащихся в пластовой воде и нефти, и не дает осадка в трубах и аппаратах;
- неионогенные деэмульгаторы применимы только для разрушений эмульсии типа вода в нефти (В/Н), при этом не образуя эмульсии типа нефть в воде (Н/В); (ионогенные деэмульгаторы могут превращать эмульсию В/Н в эмульсию Н/В, что способствует увеличению содержания нефти в канализационной воде, что крайне нежелательно);
- стоимость неионогенных поверхносто-активных веществ в 4-6 раз выше стоимости ионогенных деэмульгаторов НЧК, однако при этом расход их в сотни раз меньше.
- Из числа представленных зарубежными фирмами деэмульгаторов, по имеющимся данным о низкотемпературных свойствах этих продуктов, климатическим условиям применения соответствуют, например:[7]
- дисолван V 2830, 3146-2, V 3431-1, V 2673, F-10 (фирмы Хехст, Германия);
 - прогалит R 2263, R 2669, R 2268, R 1265, R 2270 (фирмы БУНА);
 - сепарол WF-41, WK-25, WF-34, WF-42 (фирмы БАСФ);
 - деэмульгатор R-11, M-240, F-929 (фирмы TOXO);
- десеканафт 20 (фирмы CECA), доуфакс DF-70N14D, DF-131D, DF-115D, DF-50C15D (фирмы "ДАУ Кемикэл") [7].

Из числа отечественных деэмульгаторов [10]:

- маслорастворимый деэмульгатор дипроксамин 157;
- водорастворимые деэмульгаторы проксанол 186.

Выбор боле эффективных деэмульгаторов и оценка их пригодности при промысловой подготовке нефти проводится на основании лабораторных и опытно-промышленных исследований.

Деэмульгаторы должны быть однородными жидкостями без взвешенных и оседающих частиц. Температура застывания деэмульгатора должна соответствовать климатическим условиям нефтяного региона, характеризуемым абсолютными минимальными температурами воздуха.

Для эффективной работы насоса типа НД (дозировочных) в условиях их применения вязкость реагентов должна быть не выше указанной в паспортенасоса.

Не приемлемо если деэмульгаторы вызывают коррозию труб и оборудования. В условиях обработки высокообводненных нефтей необходимо учитывать не только технологию дозирования реагента в поток сырой нефти, но и его природу.

Таким образом, при выборе типа деэмульгаторов нужно учитывать их свойства, характеризующее сродство активного начала к полярной фазе, т.е. степень гидрофильности и гидрофобности молекул. Следует отдавать предпочтение нефтерастворимому деэмульгатору. По этому принципу наиболее предпочтительными являются: сепаролы WF-41, дисолваны 2830, виско K-23-E и т.д. Реагенты же типа R-11 обладают повышенным сродством к воде, т.е. сильнее вымываются при деэмульсации водой.

Реагент должен давать требуемое качество не только подготовленной нефти по содержанию воды, но и отделяемой воды по содержанию в ней нефти и твердых примесей.

Деэмульгаторы не должны снижать качество товарной нефти, в частности, недопустимо присутствие в товарной нефти хлорорганических соединений и других соединений, отрицательно влияющих на дальнейшую переработку нефти.

1.4 Методика каплеобразования. Измерение размеров капель.

При расчете процесса отстаивания ключевым параметром, влияющим на эффективность протекания данного процесса, является средний размер капель в эмульсии. Согласно закону Стокса увеличение исходного диаметра в два раза позволит повысить производительность установки в четыре раза. Предварительное укрупнение капель эмульсии перед вводом ее в отстойник

позволяет значительно сократить количество отстойников нефти и, следовательно, будет иметь значительный экономический эффект.

Для этой цели на промыслах применяют деэмульсаторы, трубопроводы-каплеобразователи [16] промысловые или емкостные каплеобразователи. Данная технология разработана в конце 60-х годов Основной данной прошлого столетия. целью технологии является разрушение бронирующих оболочек на каплях воды, что приводит к снижению устойчивости системы и, как следствие, укрупнению капель эмульсии. Необходимого эффекта нужно было достигнуть при минимальных экономических затратах. Для достижения этой цели авторы технологии предложили использовать специальные или промысловые нефтепроводы. Создавая в трубопроводах интенсивный турбулентный режим течения и применяя различные реагенты деэмульсаторы достигалось механическое и химическое разрушение стабилизирующего слоя капли. После разрушения оболочек необходимо произвести бронирующих укрупнения эмульсии. С этой целью В трубопроводе снижают интенсивность турбулентности потока.

С технологической точки зрения каплеобразователь представляет собой трубопровод, состоящий из двух частей: первая часть массообменная, где обеспечивается равномерное распределение реагента по объему дисперсной фазы и механическое разрушение стабилизирующего слоя, и вторая — коалесцирующая, в ней происходят основные процессы укрупнения капель эмульсии. По данным, представленным в работе , для достижения необходимого эффекта в первой секции поддерживаются высокие числа Re порядка 14000...84000 и скорость движения эмульсии составляет 1...3 м/с, время пребывания эмульсии в данной секции составляет 0,08...0,75 мин. Для коалесцирующей секции: Re=5200...44700, скорость потока — 0,2...0,82 м/с, и время пребывания от 1 ... 10 мин.

Таким образом, процессы массообмена и разрушение бронирующей оболочки протекают значительно быстрее, чем процессы коалесценции,

поэтому на промыслах часто можно отказаться от двухсекционного каплеобразователя (состоящего из двух труб разного диаметра) и применять односекционный, так как он проще по конструкции и дешевле в эксплуатации.

На промыслах могут применять и объемные каплеобразователи, но их применение ограничено дороговизной и сложностью в эксплуатации. При этом они значительно меньше по размерам по сравнению с трубными каплеобразователями.

Расчет размеров средних диаметров капель устойчивых В трубопроводе является сложной задачей, в связи с многофакторностью процесса. Так, наличие в эмульсии определенных стабилизаторов эмульсии, а также их свойства и количество определяют условия разрушения и Аналитически учесть влияние стабилизаторов формирования капель. без привлечения экспериментальных ЭМУЛЬСИИ данных практически невозможно, поэтому большинство предлагаемых формул для расчета среднего диаметра капель носит эмпирический или полуэмпирический характер.

Так, например, Троновым [4] была предложена методика процесса каплеобразования при разрушении водонефтяной эмульсии, в которой предполагается рассчитать максимальный диаметр капель, образующийся в данных условиях, по следующей формуле:

$$dmax = 43,3 \cdot \frac{\sigma^{1,5} + 0.7 \mu_{\text{B}} \cdot u^{0,7} \cdot \sigma^{0,8}}{u^{2,4} \cdot Re^{0,1} \cdot \mathcal{V}_{\text{cM}}^{0,1} \cdot \rho_{\text{H}} \cdot \mu_{\text{H}}^{0,5}}, \tag{11}$$

где dmax – максимальный диаметр устойчивых капель, м;

 $\sigma-$ поверхностное натяжение, H·м;

 $\mu_{\text{в}}$, $\mu_{\text{н}}$ — динамическая вязкость воды и нефти соответственно, $\Pi a \cdot c;$

и – линейная скорость потока, м/с;

 $\nu_{\scriptscriptstyle \mathsf{CM}}$ – кинематическая вязкость смеси, м

 $ho_{\rm H}$ – плотность нефти, кг/м

Re – критерий Рейнольдса.

Методика Медведева [4] характерна тем, что расчет диаметра капель осуществляется для водонефтяной эмульсии с учетом газосодержания.

По предлагаемой методике конечный средний диаметр, до которого возможно укрупнение капель в турбулентном потоке неустойчивой эмульсии в коалесцирующей секции, определяется по формуле:

$$d = \frac{1,4 \cdot \sigma^{0,6} \cdot D^{0,4}}{[(1-W)(1-0,863M^{0,15})]^{0,4} \cdot \rho_c^{0,6} u^{1,2}},\tag{12}$$

где W – объемная доля дисперсной фазы;

 $ho_{\rm c}$ – плотность сплошной среды, кг/м3;

D – диаметр трубопровода, м;

M – безразмерный комплекс: $M = \frac{\mu_c^5 \cdot u^3}{D \cdot \rho_c \cdot \sigma^4}$.

Слейчером [4] было получено выражение для определения диаметра образующейся капли при турбулентном течении неустойчивых эмульсий в трубах:

$$d = \frac{c \cdot \sigma^{1,5} \cdot [1 + 0.7 \cdot (\mu_{\pi} \cdot \mathbf{u}/\sigma)^{0.7}]}{\mu_{c} \cdot \rho_{c} \cdot \mathbf{u}^{2.5}},$$
(13)

где с=43 – эмпирический коэффициент;

 $\mu_{\text{д}}\,$ – вязкость дисперсной фазы, Па·с.

Левичем В.Г. [17] был предложена следующая формула для расчета критического диаметра капли:

$$d = 2\sqrt[5]{2} \left(\frac{\sigma}{k \cdot \rho_c}\right) \frac{D^{0,4}}{u^{1,2}}, (14)$$

где k – коэффициент сопротивления при обтекании капли.

Синайским [4], получено следующее выражение для расчета размера образующейся капли:

$$d = 2\left(\frac{\sigma}{K_f \cdot \rho_c}\right)^{3/5} \cdot \left(\frac{D \cdot \rho_c}{\rho_{\pi}}\right)^{2/5} \cdot u^{-6/5},\tag{15}$$

где K_f =0,4 – коэффициент сопротивления.

В работе [4] Гусейновым был предложен вариант расчета диаметра капель при образовании их в турбулентном потоке газа или жидкости. При развитом турбулентном режиме, была получена следующая зависимость:

$$d = 0.18D \left(\frac{\rho_{\rm c}}{\rho_{\rm A}}\right)^{1/7} \left(\frac{1}{u} \sqrt{\frac{2\sigma}{\rho_{\rm A} \cdot D}}\right)^{6/7},\tag{16}$$

Формула, предложенная в работе Васильева [4], имеет вид:

$$d = \frac{22 \cdot \sigma}{\rho_c \cdot U^2},\tag{17}$$

где U – критическая скорость потока:

$$U = 2,73 \frac{D^{0,026} \sigma^{0,41} [(\rho_{\pi} - \rho_{c}) \cdot g]^{0,205}}{\mu_{c}^{0,231} \cdot \rho_{c}^{0,384}},$$
(18)

Следует отметить, что из-за сложности описания явлений, происходящих в процессе коалесценции капель, все формулы являются эмпирическими или полуэмпирическими, основанными на гидродинамических соотношениях.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом данного исследования является водонефтяная эмульсия Верхнечоского месторождения.

Таблица 2.1-Основные физико-химические свойства эмульсии.

№ п/п	Параметр	Единица	Значение
		измерения	
1.	Нефть в сепаратор	т/год	212960,8
2.	Газ из сепаратора	т/год	85601,5
3.	Температура эмульсии	⁰ C	15
4.	Плотность газа	K_{Γ}/M^3	20
5.	Плотность нефтегазовой смеси	K_{Γ}/M^3	633,07
6.	Плотность эмульсии	K _Γ /M ³	829,51
7.	Динамическая вязкость воды	Пуаз.	0,0633
8.	Вязкость нефти	Пуаз.	0,0532
9.	Обводненность нефти		20

Метод исследования - математическое моделирование.

Для оперативного исследования влияния технологических параметров на процесс обезвоживания применяется математическая модель, разработанная, на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики, Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Ниже приведена *математическая модель* процесса каплеобразования, основанная на методике Тронова, разработанная на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики.

Расчет массообменной секции

Определение физико-химические характеристики эмульсии.

Вязкость эмульсии рассчитывается по формуле, предложенной Левитоном и Лейтоном :

$$\mu_{9} = \mu_{c} \cdot e^{2,5 \cdot \left(\varphi_{\phi} + \varphi_{\phi}^{5/3} + \varphi_{\phi}^{11/3}\right) \frac{\mu_{\phi} + 0,4\mu_{c}}{\mu_{\phi} + \mu_{c}}}, \tag{19}$$

где µ_э - вязкость эмульсии, Пуаз;

 μ_c - вязкость нефти, Пуаз;

μ_с - вязкость воды, Пуаз;

 ϕ_{ϕ} - объемная доля воды в дегазированной эмульсии.

Кинематическая вязкость эмульсии рассчитывается следующим образом:

$$v_{9} = \frac{\mu_{9} \cdot 0,1}{\rho_{9}}, \qquad (20)$$

где $\rho_{\scriptscriptstyle 9}$ - плотность эмульсии на выходе из блока сепарации, кг/м 3

 $v_{_{9}}$ - кинематическая вязкость эмульсии, м²/с.

Кинематическая вязкость нефти, определяется по формуле:

$$V_{H} = \frac{\mu_{c} \cdot 0,1}{\rho_{H}} , \qquad (21)$$

где $v_{_{\scriptscriptstyle H}}$ - кинематическая вязкость нефти, м 2 /c;

 $\rho_{\rm H}$ - плотность нефти на выходе из блока сепарации, кг/м $^3.$

Расчет гидродинамических параметров потока

Объемная скорость потока (эмульсии), выходящего из блока сепарации рассчитывается по формуле:

$$U = \frac{GS}{3600 \cdot \rho_{a}} , \qquad (22)$$

где GS - расход смеси на выходе из блока сепарации, кг/час;

U – объемная скорость потока, M^3/c .

Зная объемную скорость эмульсии, можно рассчитать линейная скорость потока:

$$U_0 = \frac{U}{3.14 \cdot D^2 / 4} , \qquad (23)$$

где D – диаметр массообменной секции, м;

 U_0 – линейная скорость потока, м/с.

Число Рейнольдса в массообменной секции определяется по формуле:

$$Re = U_0 \cdot D \cdot \frac{\rho_{_H}}{\mu_{^{\circ}} \cdot 0.1} . \tag{24}$$

Расчет кинетики массообмена

Время протекания процесса массообмена определяется с учетом того, что W_p — количество в нефти воды, обогащенной реагентом в результате массообменных процессов — задается обычно 0,999:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{1/0.999 - 1}{W - W_{p0}}W_{p0}\right)}{-K_{c}\sqrt{\frac{W}{\text{Re}}} \cdot \frac{u_{0}}{d_{cp}} \cdot 100},$$
(25)

где W_{p0} - количество первоначально введенного раствора реагента в объемных единицах по отношению к общему объему эмульсии;

К_с - константа эффективности столкновений;

 d_{cp} - средний диаметр капель, м.

 u_0 – линейная скорость потока, м/с.

Формула изменения объема жидкости, получившей реагент и существующей в потоке в виде капель, имеет следующий вид:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{1}{1 + \frac{W - W_{p0}}{W_{p0}}} e^{-K_c \sqrt{\frac{W}{Re^{0.25}} \cdot \frac{u_0}{d_{cp}} \cdot t}},$$
 (26)

где $W_{\rm p}$ - часть обводненности, представленная раствором реагента, об.доли;

W – обводненность нефти, об. доли;

 W_{p0} — количество первоначально введенного раствора реагента, об.доли;

Re – число Рейнольдса;

К_с – константа эффективности столкновений, обычно задается 0,0001;

 d_{cp} — диаметр капель воды в нефти, обрабатываемой в массообменной секции, м;

 u_0 – линейная скорость потока в массообменной секции, м/с;

t – время протекания процесса, с.

Расчет коалесцирующей секции

Линейная скорость потока в коалесцирующей секции определяется по формуле:

$$U_2 = \frac{U}{3.14 \cdot \frac{d_2^2}{4}},\tag{27}$$

где U_2 – линейная скорость потока, м/с;

U - объемная скорость потока, M^3/c ;

 d_2 - диаметр коалесцирующей секции, м.

Число Рейнольдса в коалесцирующей секции:

$$Re_{1} = \frac{U_{2} \cdot D_{2} \cdot \rho_{3}}{\mu_{2} \cdot 0.1},$$
(28)

где $\rho_{\scriptscriptstyle H}$ - плотность нефти на выходе из блока сепарации, кг/м³;

 $\mu_{\scriptscriptstyle 9}$ - вязкость эмульсии, Пуаз.

Максимальные размеры устойчивых капель, которые могут существовать в турбулентном потоке при движении по трубопроводам, зависят от многих факторов, в том числе от скорости потока, поверхностного натяжения на границе раздела нефть-вода, режима движения, и определяются выражением:

$$d_{\text{max}} = 43.3 \cdot \frac{\sigma^{1.5} + 0.7 \mu_{\%} (u_2 \cdot 100)^{0.7} \sigma^{0.8}}{(u_2 \cdot 100)^{2.4} \operatorname{Re}_{1}^{0.1} (v_2 \cdot 10000)^{0.1} (\rho \cdot /1000) \mu_{1}^{0.5}},$$
(29)

где d_{max} — максимальный диаметр капель, см;

 σ - поверхностное натяжение, дин/см;

 $\mu_{\text{в}}, \, \mu_{\text{н}}$ - динамическая вязкость воды и нефти, Пуаз;

 ${\bf u}_2$ - линейная скорость потока в коалесцирующей секции, м/с;

 v_3 - вязкость эмульсии кинематическая, m^2/c ;

 $\rho_{\scriptscriptstyle H}$ - плотность нефти, кг/м 3 .

Расчет кинетики процесса коалесценции

Коэффициент турбулентной диффузии определяется по формуле:

$$D_{myp\delta} = \frac{0.0033 \cdot d_2 \cdot U_2}{\sqrt[8]{\text{Re}_1}},\tag{30}$$

где U_2 – линейная скорость потока в коалесцирующей секции, м/с;

 d_2 - диаметр коалесцирующей секции, м;

Re₁ – число Рейнольдса.

Для расчета коалесценции были использованы следующие основные уравнения:

$$W_{1} = \frac{W}{1 + K_{c} \cdot \frac{24W}{d_{-p}^{2}} \cdot D_{\oplus p^{\dagger}} \cdot t},$$

$$W_{2} = W \left(1 - \frac{W}{1 + K_{c} \cdot \frac{24W}{d_{-p}^{2}} \cdot D_{\oplus p^{\dagger}} \cdot t} \right),$$
(31)

где W_1 и W_2 - обводненности при каплях диаметром d_1 и d_2 ;

 d_{cp} - исходный диаметр капель воды, м;

W - обводненность нефти при каплях диаметром d_{cp};

t - время процесса; при t=0 $W=W_1+W_2$.

Для завершения попарного слияния капель диаметром d_{cp} (см) необходимо время, определяемое по формуле:

$$t_4 = \frac{(W - W_1)d_{-p}^2}{24 \cdot K_c \cdot W \cdot W_1 \cdot D_{\oplus pt}} , \qquad (32)$$

Поскольку на каждом этапе диаметр капель возрастает в $\sqrt[3]{2}$ раз, а время обработки прямо пропорционально квадрату диаметра, то продолжительность каждого последующего этапа возрастает в $\sqrt[3]{4}$ раз, т.е. на 160 %. Общее время t_n , необходимое для проведения п этапов, определяется по формуле геометрической прогрессии:

$$t_n = t_4 \cdot \frac{\left(\sqrt[3]{4}\right)^n - 1}{0.59} \,\,\,(33)$$

где п - число этапов, определяемое по следующей формуле:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{d_{\text{max}}}{d_{cp} \cdot 100}\right)}{\frac{1}{3}\ln 2}.$$
(34)

Таким образом, по разработанной модели (основанной на методике Тронова) можно рассчитать первые две ступени процесса обезвоживания нефти. На первой ступени завершаются массообменные процессы и разрушение бронирующих оболочек, на второй - укрупнение капель дозаданных.

3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

В литературе были найдены зависимости, позволяющие рассчитать диаметры капель воды, образующихся в потоке водонефтяной эмульсии при движении по трубопроводу.

Методика Тронова:

$$dmax = 43,3 \cdot \frac{\sigma^{1,5} + 0.7\mu_{\text{B}} \cdot u^{0,7} \cdot \sigma^{0,8}}{u^{2,4} \cdot Re^{0,1} \cdot v_{\text{CM}}^{0,1} \cdot \rho_{\text{H}} \cdot \mu_{\text{H}}^{0,5}}, \tag{I}$$

где dmax – максимальный диаметр устойчивых капель, м;

 σ – поверхностное натяжение, $H \cdot M$;

 $\mu_{\text{в}}$, $\mu_{\text{н}}$ — динамическая вязкость воды и нефти соответственно, $\Pi a \cdot c;$

и – линейная скорость потока, м/с;

 $\nu_{\rm cm}$ – кинематическая вязкость смеси, м

 $ho_{\scriptscriptstyle
m H}$ – плотность нефти, кг/м

Re – критерий Рейнольдса.

Методика Синайского:

$$d = 2\left(\frac{\sigma}{K_f \cdot \rho_c}\right)^{3/5} \cdot \left(\frac{D \cdot \rho_c}{\rho_{\text{A}}}\right)^{2/5} \cdot u^{-6/5},\tag{II}$$

где K_f =0,4 – коэффициент сопротивления.

Методика Гусейнова:

$$d = 0.18D \left(\frac{\rho_{\rm c}}{\rho_{\rm A}}\right)^{1/7} \left(\frac{1}{u} \sqrt{\frac{2\sigma}{\rho_{\rm A} \cdot D}}\right)^{6/7},\tag{III}$$

Методика Медведева:

$$d = \frac{1,4 \cdot \sigma^{0,6} \cdot D^{0,4}}{[(1-W)(1-0,863M^{0,15})]^{0,4} \cdot \rho_c^{0,6} u^{1,2}},\tag{IV}$$

где W – объемная доля дисперсной фазы;

 $ho_{\rm c}$ – плотность сплошной среды, кг/м3;

D – диаметр трубопровода, м;

M – безразмерный комплекс: $M = \frac{\mu_c^5 \cdot u^3}{D \cdot \rho_c \cdot \sigma^4}$.

Методика Слейчера:

$$d = \frac{c \cdot \sigma^{1,5} \cdot [1 + 0.7 \cdot (\mu_{\mathcal{A}} \cdot \mathbf{u}/\sigma)^{0.7}]}{\mu_{\mathcal{C}} \cdot \rho_{\mathcal{C}} \cdot \mathbf{u}^{2.5}},\tag{V}$$

где с=43 – эмпирический коэффициент;

 $\mu_{\text{д}}\,$ – вязкость дисперсной фазы, Па·с.

Методика Левича В.Г.:

$$d = 2\sqrt[5]{2} \left(\frac{\sigma}{k \cdot \rho_c}\right) \frac{D^{0,4}}{u^{1,2}},\tag{VI}$$

где k – коэффициент сопротивления при обтекании капли.

Методика Васильева:

$$d = \frac{22 \cdot \sigma}{\rho_c \cdot U^2},\tag{VII}$$

С учетом предложенных формул, сформирован алгоритм и программный блок математической модели (Приложение Б).

С применением математической модели, были проведены исследования зависимости диаметра капель от расхода, от диаметра трубопровода и от расхода деэмульгатора. Результаты расчетов приведены в табл. 3.1, на рис 3.1-3.4, и в приложении А. В качестве исходных данных были приняты экспериментальные данные с установки Верхнечоского месторождения (табл. 2.1).

Таблица 3.1- Измерение диаметра капли по методикам I-VII.

Расход 400000 кг/час, диаметр трубопровода 0,4 м									
Формула	Формула I II III IV V VI VII								
d_{max}	d _{max} 649,2 178,3 149,9 103 19,1 7,9 2,6								

Из таблицы 3.1 втдно. Что для формул V-VII диаметр капель очень мал, поэтому для дальнейших расчетов используем формулы I-IV.

Исследовано влияние расхода водонефтяной эмульсии, поступающей в сепаратор в интервале 350000-500000 кг/час, на максимальный диаметр капель воды в эмульсии по формулам I -IV Результаты представлены на рисунке 3.1 и в таблице 1 приложения А.

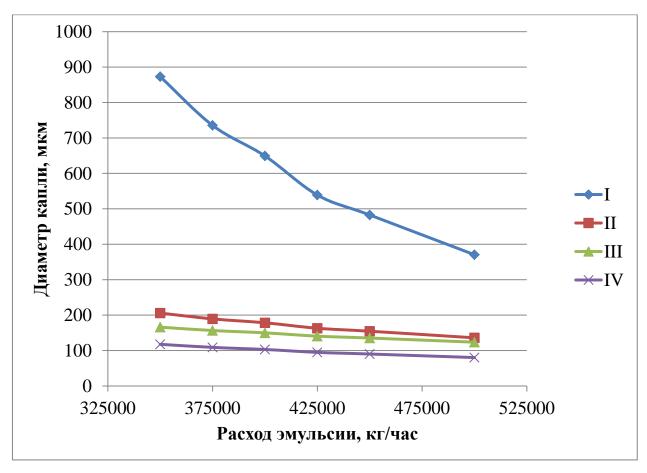


Рисунок 3.1 — Зависимость диаметра капель воды от расхода водонефтяной эмульсии

Исследовано влияние диаметра коалесцирующей секции в интервале 0,1-0,45 м, на максимальный диаметр капли воды водонефтяной эмульсии, по методикам I-IV. Результаты представлены на рисунке 3.2 и в таблице 2 приложения А.

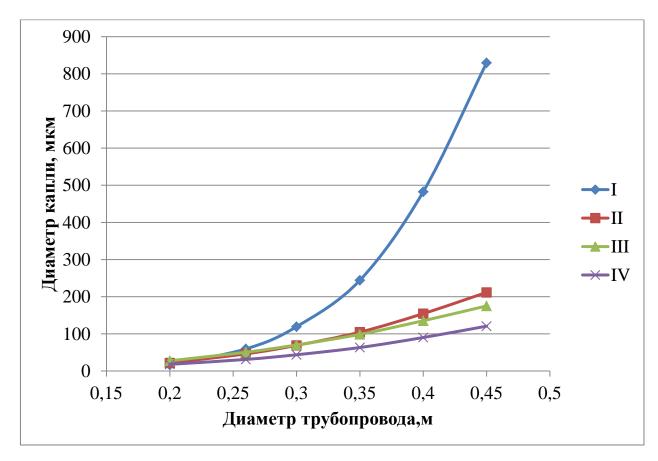


Рисунок 3.2 – Зависимость максимального диаметра капель воды от диаметра коалесцирующей секции

Исследовано влияние деэмульгатора в интервале 0,002-0,0035 % масс, на максимальный диаметр капли воды водонефтяной эмульсии, по методикам I-IV. Результаты представлены на рисунке 3.2 и в таблица 3 приложения А.

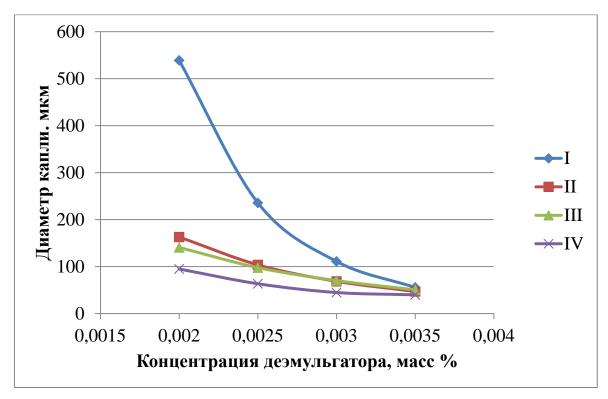


Рисунок 3.3 – Зависимость максимального диаметра капель воды от расхода деэмульгатора

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.

Одной из основных задач химической технологии топлива является создание высокоэффективных процессов промысловой подготовки нефти и совершенствование уже действующих. Одним из таких процессов является отделение пластовой воды. Цель данного процесса состоит в обезвоживании нефти и отделения примесей до минимальных значений, обеспечивающего транспорт нефти по магистральному нефтепроводу без коррозии и повреждений труб, а так же нефтеперекачивающего оборудования.

Важным требованием обезвоженной нефти являются содержание воды и примесей в продукте. В результате отделения пластовой воды продукт должен соответствовать требованиям ГОСТ 2477-65 по содержанию воды и ГОСТ 1534-42 по содержанию солей.

Задачей является исследование процесса отделения пластовой воды при промысловой подготовки нефти месторождений с целью прогнозирования и повышения эффективности с точки зрения экономики предприятия и ресурсосбережения на действующей установке.

Для данного исследования были использованы программы расчета, разработанные на кафедре химической технологии топлива НИ ТПУ. Полученные в ходе исследования результаты будут учтены при проведении оптимизации работы данной установки.

Обоснование целесообразности моделирующей системы, которая будет отвечать финансово-экономически-ресурсоэффективным требованиям является целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования
По результатам проведенного сегментирования рынка были определены
основные сегменты, а также выбраны наиболее благоприятные

		Вид услуги						
Профиль	Проектировани е	Мониторинг	Оптимизация					
Нефтехимич еский								
Фармацевтич еский								
Химический								

Рисунок 5.1 - Карта сегментирования рынка услуг по разработке интернет-ресурсов:

НИ ТПУ	НГТУ	НИ МГТУ

Таким образом, наиболее благоприятным сегментом и направлением для исследования был выбран мониторинг процесса переработки в нефтехимической отрасли.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

У ругаруу анаууу	Bec]	Баллы			Конкуренто- способность			
Критерии оценки	крите- рия	Бф	Б _{к1}	Б _{к2}	Кф	K _{к1}	К _{к2}		
1	2	3	4	5	6	7	8		
Технические критери	и оценки	і ресу	урсоэ	ффек	тивно	сти			
1. Повышение производительности	0,15	4	3	2	0,6	0,45	0,3		
2. Удобство в эксплуатации	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15		
3. Энергоэкономичность	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32		
4. Надежность	0,08	5	3	3	0,4	0,24	0,24		
5. Безопасность	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5		
6. Простота эксплуатации	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15		
Экономические кр	итерии о	ценк	и эфф	ректи	вност	'И			
1. Конкурентоспособность продукта	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33		
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	2	2	0,05	0,1	0,1		
3. Цена	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24		
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28		
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	5	4	0,24	0,4	0,32		
б. Срок выхода на рынок	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2		
7. Наличие сертификации разработки	0,05	1	3	3	0,05	0,15	0,15		
Итого	1				3,83	3,59	3,28		

,где $\mathbf{F}_{\kappa 1}$ - РХТУ им. Д.И. Менделеева, $\mathbf{F}_{\kappa 2}$ - Институт проблем нефти и газа РАН, г.Москва

Математические модели процесса обезвоживания нефти с учётом различных формул учёта диаметра капель не имеет компьютерной реализации, что является веским преимуществом нашей научной разработки.

5.1.3 SWOT-анализ

Таблица 5.2 – Матрица SWOT для НТИ по моделированию процесса каплеобразования при обезвоживании и обессоливании нефти

	Сильные стороны	Слабые стороны
	проекта:	проекта:
	С1 Высокая точность	Сл1. Устаревшая
	математической модели	технология,
	С2. Более низкая	заложенная в модель
	стоимость производства	Сл2. Отсутствие у
	по сравнению с	потенциальных
	испытаниями на	потребителей
	стендовой и пилотной	квалифицированных
	установках	кадров по работе с
	С3. Наличие	научной разработкой
	бюджетного	Сл3. Необходимость
	финансирования	больших
	С4. Компьютерная	компьютерных
	реализация модели	ресурсов и времени
	С5. Близость разработки	для разработки модели
	к завершенности	Сл4. Отсутствие
	-	современного
		оборудования для
		проведения испытания
		опытного образца
Возможности:	1. Разработка	1. Постепенный
В1. Использование	математической модели	переход к новым
инновационной	процесса	технологиям
инфраструктуры ТПУ	каплеобразования при	2. Повышение
В2. Возможность	обезвоживании и	квалификации кадров
модернизации	обессоливании нефти с	у потребителя
модели для перехода	целью перехода к более	3. Использования
на новые технологии	совершенным	кластера кибер-центра
B3. Poct	технологиям,	ТПУ для снижения
заинтересованности	оборудования и новым	временных затрат на
производителей в	деэмульгаторам	создание модели
научно-технических	2. Проведение	
разработках моделей	экспериментов в	<u> </u>
различных процессов	лабораториях ТПУ для	
В4. Долгосрочная	проверки модели на	
стратегия развития		•
отрасли на	3. Создание удобного	
государственном	интерфейса программы	
	mileppened lipotpammin	

Продолжение таблицы 5.2

Угрозы:	1.Продвижение новой	1.Разработка научного		
У1. Резкий переход	технологии с целью	исследования		
производителя от	появления спроса на	2.Повышение		
заложенной	усовершенствованную	квалификации кадров		
технологии к более	модель	у потребителя		
современной	2. Сокращение	3.Приобретение		
У2. Ограниченный	временных затрат на	необходимого		
рынок	создание модели	оборудования		
деэмульгаторов	3. Модернизация	опытного образца		
У4. Угроза снижения	модели в пользу	4.Продвижение новой		
спроса на дорогие	использования более	технологии с целью		
деэмульгаторы	дешевыхдеэмульгаторов	появления спроса		
	_	-		

SWOT-анализ является совершенно необходимой частью работы ее руководства, ведь именно благодаря аналитическому подходу к разработанной модели мы можем понимать, благодаря каким факторам она улучшает свои позиции на рынке и какие факторы, наоборот, ухудшают.

5.2 Планирование научно – исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) ВКР. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 5.3.

Таблица 5.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
Выбор направления	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Бакалавр
исследований	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Бакалавр
Теоретические и экспериментальные	5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Бакалавр
исследования	6	Построение и проведение экспериментов	Руководитель, Бакалавр
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Бакалавр
Ogogwayya u ayaywa	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
Обобщение и оценка результатов	·		Бакалавр, руководитель
	Прове	едение ОКР	
	10	Сбор информации по охране труда	Бакалавр
Разработка техни- ческой	11	Оформление результатов по охране труда	Бакалавр
документации и проектирование	12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Бакалавр
	13	Оформление экономической части работы	Бакалавр
	14	Составление пояснительной записки	Бакалавр, руководитель
Оформление отчета	15	Сдача работы на рецензию	Бакалавр
но НИР (комплекта документации по	16	Предзащита	Бакалавр, руководитель
OKP)	17	Подготовка к защите дипломной работы	Бакалавр
	18	Защита дипломной работы	Бакалавр, руководитель

Таблица 5.4 – Календарный план проекта

Код работ ы (из ИСР)	Название	Длитель ность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1.	Получение задания и составление плана работ	1	08.02.2016	08.02.2016	Мойзес О.Е., Ефимова Е.Г.
2.	Изучение технологии процесса	10	09.02.2016	19.02.2016	Ефимова Е.Г.
3.	Работа с литературой	23	20.02.2016	15.03.2016	Ефимова Е.Г.
4.	Расчет влияния основных технологическ их параметров на эффективност ь процесса	35	16.03.2016	30.04.2016	Мойзес О.Е., Ефимова Е.Г.
5.	Разработка презентации и раздаточного материала	3	01.05.2016	04.05.2016	Ефимова Е.Г.
6.	Обработка результатов	3	04.05.2016	07.05.2016	Ефимова Е.Г.
7.	Оформление таблиц данных, графиков	5	08.05.2016	12.05.2016	Ефимова Е.Г.
8.	Обсуждение результатов	4	13.05.2016	16.05.2016	Мойзес О.Е., Ефимова Е.Г.
9.	Оформление пояснительно й записки	11	19.05.2016	31.05.2016	Ефимова Е.Г.
	Итого:	95			

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ Таблица 5.5 — Временные показатели проведения научного исследования

Название		Тру	доемко	ость ра	бот		Длите	льнос	Длительно	
работы	tmin,	, чел-	tmax,	чел-	toж,	чел-	ть работ в		сть работ в	
	ДІ	НИ	дн	И	дни		рабочих		календарн	
						днях Трі		ых днях		
									Tki	
	Исп	Исп	Исп1	Исп	Исп	Исп	Исп	Исп	Исп	Исп
	1	2		2	1	2	1	2	1	2
Получение										
задания и	1	1	3	2	1,8	1,4	0,9	0,7	1,33	1,0
составление	*	*	3		1,0	1,4	0,9	0,7	1,33	4
плана работ										
Изучение										
технологии	3	-	8	-	5	-	2,5	-	3,70	-
процесса										
Работа с	30	_	50	_	38	_	19	_	28,1	_
литературой	30		30		30		13		20,1	
Расчет влияния										
основных										
технологически										2,3
х параметров	15	2	20	5	17	3,2	8,5	1,6	12,6	7
на										'
эффективность										
процесса										
Разработка										
презентации и	2	_	5	_	3,2	_	1,6	_	2,37	_
раздаточного	_				3,2		1,0		2,37	
материала										
Обработка	2	_	4	_	2,8	_	1,4	_	2,07	_
результатов	_		'		2,0		-, '		2,07	
Оформление										
таблиц данных,	1	-	3	-	1,8	-	0,9	-	1,33	-
графиков										
Обсуждение	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1,04	1,0
результатов	_	_	_	_	Δ,¬	±,	0,7	0,7	1,04	4
Оформление										
пояснительной	2	-	5	-	3,2	-	1,6	-	2,37	-
записки										

Таблица 5.6- Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

T.C.	Код работы (из Название					Прод	олжи	гельн	ость в	ыпол	нения	работ			
работы (из				февр		Ma	рт		апрел	Ь	май			июн	Ь
ИСР)			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1.	Получение задания и составление плана работ	2,37													
2.	Изучение технологии процесса	3,70													
3.	Работа с литературой	28,1													
4.	Расчет влияния основных технологических параметров на эффективность процесса	14,97													
5.	Разработка презентации и раздаточного материала	2,37													
6.	Обработка результатов	2,07													
7.	Оформление таблиц данных, графиков	1,33													
8.	Обсуждение результатов	2,08													
9.	Оформление пояснительной записки	2,37													

5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ Таблица 5.7-Материальные затраты.

№ п/п	Наименование	Количество	Цена за ед.,	Затраты на					
			руб	материалы, руб					
1.	Бумага с	1000	1,5	1500					
	печатью								
2.	Ручка	5	30	150					
3.	Флеш.карта	1	500	500					
Итого: 2150	Итого: 2150 руб.								

5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы Таблица 5.8-Расчет основной заработной платы.

	Название работы	Трудо- емкость, чел дн.		Зарабо плата, г дящая один че тыс.	прихо- ся на глдн.,	Всего зара- ботная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
		Исп 1	Исп2	Исп 1	Исп2	Исп 1	Исп2	
1.	Получение задания и составление плана работ	0,9	0,7	0,75	1,16	0,68	0,81	
2.	Изучение технологии процесса	2,5	-	0,75	1,16	1,88	-	
3.	Работа с литературой	19	-	0,75	1,16	14,25	-	
4.	Расчет влияния основных технологических параметров на эффективность процесса	8,5	1,6	0,75	1,16	6,38	1,85	
5.	Разработка презентации и раздаточного материала	1,6	-	0,75	1,16	1,20	-	
6.	Обработка результатов	1,4	-	0,75	1,16	1,05	-	
7.	Оформление таблиц данных, графиков	0,9	-	0,75	1,16	0,68	-	

Продолжение таблицы 5.8

8.	Обсуждение	0,7	0,7	0,75	1,16	0,53	0,81
0.	результатов	0,7	0,7	0,75	1,10		
9.	Оформление пояснительной записки	1,6	-	0,75	1,16	1,20	-
Итого:		Исп 1	: 27,83		Ис	т 2: 3,48	}

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад, руб	Районный	Месячная	Общие затраты
		коэффициент	зарплата,	по заработной
			руб./мес.	плате, руб. (5
				месяцев)
Руководитель	23264	1,3	30243,2	151216
Бакалавр	13058	1,3	16975	84875

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$3_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot 3_{\text{осн}} \tag{35}$$

где $k_{\text{доп}}$ — коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15).

$$3_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot 3_{\text{осн}} = 0.13 \cdot 23264 = 3024.32$$
руб. – для руководителя.

$$3_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot 3_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 13058 = 1697,54$$
руб. – для бакалавра.

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$3_{\text{BHe}\delta} = k_{\text{BHe}\delta} \cdot (3_{\text{och}} + 3_{\text{доп}}), \tag{36}$$

где $k_{\text{внеб}}$ — коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 5.10 – Социальные отчисления

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.						
	Исп.1		Исп.2			Исп.3	
Руководитель проекта	20862		20862			20862	
Бакалавр	16975		16975			16975	
Социальные отчисления	Я			Į.			
					Страхование		
	ПФР	đ	PCC	ФОМС	7	по классу	
	(22%) (2,9%		,9%)	(5,1%)		опасности	
						(0,5%)	
Исполнение 1	6014,4	1583,7 1749,4		2785,2		273,1	
Исполнение 2	13271			749,4 3076,5		301,6	

5.3.3 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта Таблица 5.11- Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	C	Сумма, руб.			
	Исп.1	Исп.2			
1. Затраты на специальное оборудование для	0	0			
научных (экспериментальных) работ					
2. Затраты по основной заработной плате	104503	189185			
исполнителей темы					
3. Затраты по дополнительной заработной	2154	4722			
плате исполнителей темы					
4. Отчисления во внебюджетные фонды	83281,5	91992,5			
5. Затраты на научные и производственные	0	0			
командировки	0	0			
6. Контрагентные расходы	0	0			
7. Накладные расходы (16 % от суммы ст. 1-7)	59262,32	60714			
8. Бюджет затрат НТИ	390344,8	457017,3			

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\textit{ucn.i}} = \frac{\Phi_{\text{p}i}}{\Phi_{\text{max}}}$$

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

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

 Φ_{max} — максимальная стоимость исполнения научноисследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\phi}^{-1} = 1477048/2770452 = 0.53$$

$I_{\phi}^2 = 2770452/2770452 = 1$

 Таблица 5.12. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

 проекта

	Объект		Исп.1	Исп.2
	исследования	коэффициент		
Критерии		параметра		
1. Способствует	росту	0,1	3	4
производительн	ости труда			
2. Удобство в эк	сплуатации	0,15	2	3
3. Энергосбереж	кение	0,15	4	5
4. Надежность		0,20	4	4
5. Воспроизводи	ИМОСТЬ	0,25	5	2
6. Материалоем	кость	0,15	4	5
ИТОГО		1	3,8	3,9

$$I_{\text{p.-исп1}} = 0.1 * 3 + 0.15 * 2 + 0.15 * 4 + 0.20 * 4 + 0.25 * 5 + 0.15 * 4 = 3.8$$
 $I_{\text{p.-исп2}} = 0.1 * 4 + 0.15 * 3 + 0.15 * 5 + 0.2 * 4 + 0.25 * 2 + 0.15 * 5 = 3.9$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (I_{ucni}) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{ucn.1} = \frac{I_{p-ucn1}}{I_{\phi u \mu p}^{ucn.1}}, I_{ucn.2} = \frac{I_{p-ucn2}}{I_{\phi u \mu p}^{ucn.2}}$$
 и т.д.

$$I_{\text{исп}}^{1}$$
=3,8/0,53=7,2
 $I_{\text{исп}}^{2}$ =3,9/1=3,9
 $I_{\text{исп}}^{3}$ =4,5/0,56=8,0

Таблица 5.13 Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,53	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,8	3,9
Интегральный показатель эффективности	7,2	3,9
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,1	2,1

В результате проведенной работы была спроектирована и создана конкурентоспособная разработка, отвечающая современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) - наука о комфортном и травмобезопасном взаимодействии человека со средой обитания. Является составной частью системы государственных, социальных и оборонных мероприятий, проводимых в целях защиты населения и хозяйства страны от последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, средств поражения противника. Целью этой науки также является снижение риска возникновения чрезвычайной ситуации по вине человека.

Задачи БЖД:

- Идентификация вида опасности с указанием её количественных характеристик и координат.
- Защита от опасности на основе сопоставления затрат и выгод.
- Ликвидация возможных опасностей, исходя из концентрации и остаточного риска, и ликвидация последствий воздействия опасности на человека.

Список задач, прежде всего, обусловлен выбором принципов защиты, поиском и рациональным использованием средств защиты человека и окружающей среды от воздействия техногенных источников и стихийных явлений, а также средств, обеспечивающих комфортное состояние среды жизнедеятельности.

Сегодня БЖД опирается на осознанную потребность общества, на правила безопасного повеления, выработанные практикой или смежными областями науки, на законы государства и международного права по безопасности и защите населения. Однако этого недостаточно. В основе БЖД должны лежать систематизированные и обобщенные знания об объективных закономерностях существования и развития природы, человека и общества.

Специфической особенностью БЖД является то, что ее нельзя изучить методами частных наук или простым суммированием их методов. Ее

проблематика охватывает многие, если не все, области человеческого знания и является результатом взаимодействия, целостного взаимосвязанного проявления разнообразных, но однородных по своей сути проблем. Поэтому здесь требуется своеобразный синтез методологий многих наук.

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является одним из национальных приоритетов в целях сохранения человеческого капитала. Для этого применяется комплекс мер, содержащий правовые, социально-экономические, организационнотехнические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

В Статье 37 изложены требования безопасности, обеспечивающие охрану здоровья и условий труда на предприятии. Ha основании Конституции РФ базируется ряд законов и нормативных актов, уточняющих и расширяющих понятие охраны и защиты труда. Трудовой кодекс, охватывает вопросы от правового возникновения трудовых отношения, до детального рассмотрения трудового договора, времени отдыха профессиональной подготовки работника, охраны труда, разрешения трудовых споров и т.д. Для обеспечения соблюдения требований охраны труда на предприятии существует ряд служб, в качестве которых выступают федеральные органы и органы исполнительной власти субъектов РФ. Государственный надзор за исполнением трудового законодательства и иных актов, осуществляют Генеральный нормативных правовых Российской Федерации и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным Согласно непосредственно законом. на предприятии проводится социальная оценка условий труда уполномоченной организацией.

Кроме того возможно создание на предприятии внутренних комиссий или комитетов на базе профсоюзов.

Правовые аспекты взаимоотношений работодателей и работников в области охраны труда (гарантии, права и обязанности работников;

обязанности работодателей; полномочия органов государственной власти в области охраны труда и т.д.) изложены в правовом документе . выполнении бакалаврской работы наиболее важными являются разделы, посвященные рабочему месту. Работник должен быть проинформирован об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов. Согласно Статье 8, рабочее место должно соответствовать требованиям охраны труда и быть защищенным от влияния вредных и (или) опасных производственных факторов и её организация должна соответствовать правовым нормам, также антропометрическим, социальным, психофизическим данным работника.

Так документ является межгосударственным стандартом, и содержит практические рекомендации, предназначенные для использования всеми, на кого возложена ответственность за управление охраной труда.

Для выполнения задачи сохранения жизни и здоровья работника, согласно приказу, при поступлении на работу проводится медосмотр, с целью проверки здоровья кандидата на соответствие. Согласно Приложению N1 данного документа, во время работы проводятся плановые медосмотры с участием врачей и проведением лабораторных исследований, для выявления воздействия вредных факторов и вероятности развития профессиональных заболеваний. Для сохранения и поддержания здоровья работников, комплексные себя применяют меры. Они включают В средства индивидуальной которые обеспечивают защиты, механическую, термическую, биологическую, химическую, электрическую и радиационную безопасность, а так же согласно документу, для снижения вредного воздействия химических факторов (969 компонентов), биологических (микроорганизмы, препараты \mathbf{c} живыми клетками) И физических (ионизирующие излучения) работникам выдается молоко питьевое в количестве 0.5 литра за смену для выведения из организма токсических веществ (возможна замена молока равноценными продуктами, согласно

Приложению N1 или же денежная выплата). Согласно выполняется бесплатная выдача смывающих и (или) обезвреживающих средств (жидкое и твердое мыло, очищающие и восстанавливающие кремы и т.д.), если выполнение обязанностей работника связано с действием опасных производственных факторов, температурных условий и загрязнений.

Экспериментальная часть бакалаврской работы осуществлялась на персональном компьютере (далее ΠK) при работе различными программными обеспечениями на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики. Рабочая зона представляет собой аудиторию, оборудованную системами отопления, кондиционирования естественным и искусственным освещением. Также в аудитории находиться аптечка первой медицинской помощи, углекислотный огнетушитель для пожара. Рабочее тушения стационарное, оборудованное место компьютером.

6.1. Производственная безопасность

Работа за персональным компьютером регулируется техникой безопасности предприятия и требует соблюдения предписанных норм. При работе с компьютером на человека могут воздействовать следующие опасные производственные факторы:

- · поражение электрическим током;
- · возникновение пожара;
- · возможность механического травмирования;
- · ожоги в результате случайного контакта с горячими поверхностями внутри лазерного принтера.

К вредным физическим производственным факторам относятся:

- · повышенный уровень электромагнитного излучения;
- · повышенный уровень статического электричества;
- · повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны;
- · повышенное содержание положительных и отрицательных ионов в воздухе рабочей зоны;

- · пониженная или повышенная влажность и подвижность воздуха рабочей зоны;
 - · повышенный уровень шума;
 - нерациональная организация освещения рабочего места.

6.2 Анализ вредных факторов на рабочем месте

Уровень электромагнитных полей (ЭМП) и мягкого рентгеновского излучения

Одним из наиболее вредных факторов является ЭМП, которое при превышении допустимых уровней оказывает вредное влияние на нервную, иммунную, эндокринную системы человека. Наиболее подвержены влиянию ЭМП кровеносная система, головной мозг, глаза, иммунная и половая системы.

Наибольший вред состоянию здоровья человека наносят блок бесперебойного питания, переходники, незаземлённые розетки, а также мониторы и системные блоки. Основным источником ЭМ излучений от мониторов ПЭВМ является трансформатор высокой частоты строчной развёртки, который размещается в задней или боковой части. Кроме того усилить пагубное воздействие ЭМП может продолжительное время работы, теснота помещения и большое число ПК. Кроме того нарушается работа нервной системы, ослабевает память, повышается утомляемость, нарушается режим сна.

Согласно при напряженности электрического поля в диапазоне в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц и в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц временные допустимые уровни электро-магнитного поля составляют 25 В/м и 2,5 В/м соответственно.

Согласно мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса видеодисплейного терминала не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Полностью избежать воздействия ЭМП ПЭВМ невозможно. Но можно максимально снизить это воздействие. Меры снижения

интенсивности ЭМП состоят в рациональном размещении рабочих мест - соседний ПК должен находиться на расстоянии 1,5 м, особенно его боковые и задние стенки. Отделка помещения должна быть представлена диффузионно-отражающими материалами с заданными коэффициентами отражения. К тому же уменьшение излучения в источнике достигается за счет применения согласованных нагрузок и поглотителей мощности, преобразующих энергию излучения в тепловую.

Уровень акустического шума и вибрации

Шум, как раздражающий фактор, оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. При работе с ПК возможно появление нервного напряжения и снижение работоспособности. Источники шума - процессор компьютера, электролампы, системы вентиляции и отопления.

В соответствии уровень шума на рабочем месте пользователей ПК не должны превышать значений 50 дБА. В помещениях всех типов образовательных учреждений, в которых эксплуатируются ПЭВМ, уровень вибрации не должен превышать допустимых значений в соответствии с. Рабочее место не имеет собственных источников вибрации, но испытывает общетехнологические воздействия. Следовательно, согласно классификации [14] по источнику возникновения вибрации, рабочее место относится к Категории 3 и Типу В.

Освещение на рабочем месте

Особая роль отводиться контролю по обеспечению должного уровня освещения рабочего места. Поскольку местом проведения работ является помещение, то возникает необходимость максимального приближения освещения к естественному солнечному, чтобы избежать снижения зрения и повышение утомляемости работника.

Согласно в помещениях для эксплуатации ПК организовано обеспечивающее естественное светопроемы, освещение через коэффициенты освещенности (KEO) 1.5%. естественной не ниже комбинированной Искусственное представлено системой. освещение

Поскольку монитор ПК также является источником света, то рекомендуется в целях снижения мерцания экрана устанавливать частоту кадров 60 Гц для ЖКИ-мониторов.

Согласно пункту 6.15 для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Рабочий стол рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы световой поток был направлен слева от работника.

Микроклимат на рабочих местах оборудованных ПЭВМ

Под термином «микроклимат» понимается совокупность нескольких опасных факторов - температура окружающей среды, влажность воздуха и скорость движения воздуха. Отклонение данных показателей от нормы влияет главным образом на осуществление теплообмена организма с окружающей средой.

На рабочих местах пользователей ПК должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с . Согласно данному документу, работа с ПК относится к категории тяжести работ 1а (работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением). Исходя из данной классификации, температура воздуха должна быть в холодный период года не более 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Относительная влажность должна составлять 40-60%, скорость движения воздуха — 0,1 м/сдля холодного и теплого периода года.

Содержание вредных химических веществ

Необходимо уделить внимание нормам ПДК вредных химических веществ, так как рабочее место располагается на кафедре, оснащенной оборудованием для проведения работ с химическими реактивами. Согласно рабочая зона представляет собой пространство высотой до двух метров над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или

временного пребывания работающих. Содержание вредных химических веществ в воздухе помещений, предназначенных для использования ПЭВМ во всех типах образовательных учреждений, не должно превышать предельно допустимых среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха в соответствии с источником.

Аэроинный состав воздуха

нахождении работника в закрытом помещении, в результате процесса дыхания, происходит выделение "тяжелых аэроионов" положительно заряженных частиц. Данные компоненты оказывают неблагоприятное воздействие на организм человека. В связи с этим, аэроионный состав воздуха контролируется при проведении производственного санитарного контроля, при аттестации рабочих мест по условиям труда и др.

В соответствии с нормированию подвергаются концентрации аэроионов положительной и отрицательной полярности $r^+, r^{3/4}$ и коэффициент униполярности Y.

Ионный состав воздуха должен содержать следующее количество отрицательных и положительных аэройонов: минимально необходимый уровень 600 и 400 ионов в 1 см³ воздуха; оптимальный уровень 3 000-5 000 и 1 500-3 000 ионов в 1 см³ воздуха; максимально допустимый — 50 000 ионов в 1 см³ воздуха.

Для нормализации аэроионного состава воздуха в рабочей зоне и обеспечения оптимальных показателей микроклимата в течение рабочего дня используют профессиональное климатическое оборудование, предназначенное для офисных помещений такие как комплексные системы с функциями климат-контроля, кондиционирования, увлажнения, ионизации и антимикробной очистки воздуха, необходима ежедневная влажная уборка и проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

6.3 Анализ опасных факторов на установке

Электробезопасность

Электрические установки, к которым относятся ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность. В процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под током.

Согласно классификации помещений по электробезопасности дипломный проект разрабатывался в помещении без повышенной опасности (класс 01 по ГОСТ 12.1.019 – 85), характеризующимся наличием следующих условий:

- напряжение питающей сети 220В, 50Гц;
- относительная влажность воздуха не более 75%;
- средняя температура не более 35°C;
- наличие деревянного полового покрытия.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящихся под напряжением с заземленными конструкциями.

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током являются:

- защитное зануление;
- выравнивание потенциалов;
- защитное заземление;
- электрическое разделение сети;
- изоляция токоведущих частей;
- оградительные устройства и другое.

Такие способы, как защитное заземление и изоляция применяются в помещении отдела разработки печатных плат. Из реально возможных

аварийных случаев можно выделить пробой изоляции. В лаборатории отдела разработки печатных плат не имеется не защищенных изоляцией токоведущих частей электроустановок. Для контроля состояния электрической изоляции проводов, производят периодические испытания изоляции. Периодическое измерение сопротивления изоляции позволяет своевременно выявить и устранить повреждения.

6.4 Анализ факторов, характеризующих возникновение чрезвычайных ситуаций

При эксплуатации электрооборудования (в данном случае ПК) возможно возникновение чрезвычайных ситуаций, требующих обеспечение электро- и пожарной безопасности на рабочем месте. Источниками возникновения пожара могут быть электрические схемы от ЭВМ, устройства электропитания, кондиционирования воздуха. В данных объектах по некоторым причинам (снижение сопротивления изоляции, ослабление контактов, перегрузка сетей, короткое замыкание) возникает перегрев элементов, что приводит к появлению искр и возгоранию.

Согласно не электротехническому персоналу, выполняющему работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, присваивается группа I по электробезопасности.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. На кафедре размещены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны, кроме того размещен схематичный план эвакуации людей при пожаре; дополнительно разработана инструкция, определяющая действия персонала в случае возникновения очага возгорания. Согласно Статье 11 установлен и выполняется запрет на курение в помещении. Определен порядок хранения и уборки отходов химических веществ, так как они используются рядом с рабочим местом. В соответствии с требованиями пожарной безопасности и охраны труда, проводится регулярный инструктаж и проверка знаний по технике безопасности на рабочем месте. Помещение оснащено первичными

средствами пожаротушения: огнетушители, лопаты, ящики с песком, асбестовые одеяла.

Горючие компоненты в помещении - строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, перфокарты и перфоленты, изоляция кабелей и др.

В случае возникновение пожара, необходимо предпринять следующие меры: обесточить помещение, вызвать службу пожарной охраны. Если горит электроприбор (ПК) - накрыть его асбестовым одеялом или другим плотным материалом и дождаться прекращения горения из-за отсутствия доступа кислорода. Затем воспользоваться порошковым огнетушителем. Если масштабы воспламенения велики, то необходимо закрыть дверь в горящее помещение, чтобы снизить скорость распространения огня, соблюдать спокойствие и эвакуироваться.

6.5 Организация режима труда и отдыха при работе с ПК

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы.

Для предупреждения преждевременной утомляемости у работающих с ПК, зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических, эргономических требований, режимов труда и отдыха следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работ с ПК, коррекцию длительности перерывов для отдыха или проводить смену деятельности на другую, не связанную с использованием ПК.

В требует случаях, когда характер работы постоянного взаимодействия с ВДТ (набор текстов иди ввод данных и т. п.) и связан с напряжением сосредоточенности, внимания И при исключении возможности периодического переключения другие виды трудовой на деятельности, не связанные с ПК, рекомендуется организация перерывов на 10-15 45-60 работы. Bo МИНУТ через кажлые МИНУТ время

регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития позотонического утомления целесообразно выполнять комплексы упражнений. Работающим на ПК с высоким уровнем напряженности во время регламентированных перерывов и в конце рабочего дня показана психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях (комната психологической разгрузки).

В соответствии c Перечнем вредных И (или) опасных производственных факторов, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), утвержденным приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 августа 2004 г. и СанПиН 2.2.2/2.4. "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры должны проходить лица, работающие с ПК более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПК), которые должны проводиться за счет работодателя. К работе с ПК допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний.

В соответствии с требованиями приказа Минздравмедпрома РФ "О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии" от 14 марта 1996 г. № 90 периодические медицинские осмотры пользователей ПК должны проводиться ежегодно.

Женщины со времени установления беременности должны переводиться на работы, не связанные с использованием ПК, или для них должно ограничиваться время работы с ПК (не более 3 часов за рабочую смену) при условии соблюдения гигиенических требований, установленных

СанПиН 2.2.2/2.4-1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время при исследовании химико-технологических процессов эффективно используются математические модели.

На кафедре Химической технологии топлива и химической кибернетики разработана математическая модель процесса обезвоживания и обессоливания, позволяющая учитывать влияние технологических параметров на процесс каплеобразования при промысловой подготовке нефти.

Анализ литературных источников показал, что существует большое множество методик расчета максимального диаметра капель воды в водонефтяных эмульсиях.

В данной работе были выбраны формулы авторов [4] (I-VII).

С учетом полученных зависимостей сформирован программный блок, и внедрен в модель для расчета.

С использованием математической модели выполнены исследования влияния технологических параметров на показатели процесса каплеобразования (рис. 3.1-3.3).

Показано, что:

- при увеличении расхода водонефтяной эмульсии от 350000 до 500000 кг/час, максимальный диаметр капли воды в водонефтяной эмульсии уменьшается. При больших расходах (450000-50000 кг/час), эффективный диаметр капли достигается по методике І. При более меньших расходах (350000-375000 кг/час) эффективный диаметр капли достигается по методикам ІІ-ІV. При низких расходах, для достижения эффективного диаметра капли стоит использовать методики V-VII.
- при увеличении диаметра коалесцирующей секции, максимальный диаметр капли воды в водонефтяной эмульсии возрастает, так как уменьшается расход водонефтяной эмульсии. Для диаметра коалесцирующей секции 0,35 м стоит рекомендовать методику I, так как по этой методики, для этого диаметра получается капля с эффективным диаметром (100-300 мкм).

При диаметре коалесцирующей секции 0,45 м, эффективный диаметр капли достигается по методикам II-IV. Для больших размеров трубопровода применимы методики V-VII.

- при увеличении количества деэмульгатора диаметр капли уменьшается. Для концентрации деэмульгатора 0,0025 масс %, применима методика I, для концентрации деэмульгатора 0,002 масс %, применимы методики II-IV.

Полученные результаты хорошо согласуются с теоретическими данными о процессе, следовательно, данная модель с предложенными формулами может использоваться для исследования процесса каплеобразования при разделении водонефтяных эмульсий.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Ефимова Е.Г. Исследование процесса каплеобразования при промысловой подготовке нефти // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, имени профессора Л.П. Кулёва, посвященной 120-летию Томского политехнического университета (г. Томск, 17–20 мая 2016 г.) / Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во Томского политехнического университета. — 2016. — с. 368-369

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Промысловая подготовка нефти / Тронов В.П.-М, 2000-416 с.
- 2. Формирование устойчивых водонефтянных эмульсий в условиях применения химических реагентов для увелечения нефтеотдачи нефтянных пластов каменного и Ем-Еганского нефтянных месторождений Ханты-Мансийского автономного округа/ Цыганков Д.Г.,-Нефтепромысловое дело, Май 2015, 38-43 с.
- 3. К вопросу разрушения стабильных водонефтянных эмульсий/ А.А.Волков,-Нефтепромысловое дело- январь 2013, 40-42 с.
- 4. Расчет скорости транспортирования высокообводненной эмульсии по трубопроводу без ее расслоения/ Д. Р. Пергушев Л.П,- *Нефтепромысловое дело*, декабрь 2001, 23-31 с.
- 5. Сепарация газа и сокращение потерь нефти/ В.П.Тронов,-Фэн, 2002, 407 с.
- 6. Сбор и подготовка скважинной продукции нефтяных месторождений/ И.И.Дунюшкин, 2006г., 206 с.
- 7. Разделение водонефтяных эмульсий/ А.А.Гуреев, А.Ю. Абызгильдин,-Нефть и газ, 2002.
- 8. Способ повышения эффективности деэмульгаторов водонефтяных эмульсий/ Семихина Л.П., Паничева Л.П. Семихин Д.В. Патент РФ № 2316578, 2008.
- 9. Подбор эффективных деэмульгаторов для условий кустового сброса воды на Ново-Киевском нефтянном месторождении/ Г.К.Борисов, В.Х. Сингизова, И.В. Крестелева, Л.Е. Каштанова *Нефтепромысловое дело*, 2012, 48-51c
- 10. Технология обезвоживания нефтей м использованием энергии электромагнитного поля/ Л.А.Ковалева,- *Нефепромысловое дело*, 2009, 54-58 с.
- 11. Факторы стабилизации водонефтянных эмульсий/ Е.С. Афанасьев, *Нефтепереработка и нефтехимия*, март 2008, 57-60с.

- 12.Определение времени расслоения водонефтянной эмульсии в электромагнитном поле/Л.А. Ковалева,- *Технологии нефти и газа*, апрель 2010, 20-22 с.
- 13.Особенностии реологии водонефтянных эмульсий месторождения узень/Б.С.Серкебаева,- *Нефтепромысловое дело*,- Январь 2015, 57-60с.
- 14.Особенности формирования и осадкообразования водонефтяных эмульсий/ Н.А.Небогина,-*Нефтепереработкай нефтехимия*, Январь 2008, 21-23 с.
- 15.Обезвоживание водонефтянных эмульсий и нефтешламов комплексным воздействием СВЧ электромагнитного поля в центробежном поле сил/ Л.А.Ковалева,- *Нефтепромысловое дело*,- июнь 2013-,45-49 с.
- 16.Математическое моделирование влияния неоднородного электрического поля на движение капель воды в нефти/ С.Н.Харламов, В.В.Зайковский,- Нефтегазовое дело, апрель 2014, 95-117 с.
- 17. Устойчивость эмульсий нефтепродуктов в воде и способы их коагуляции/ И.М Кувшинников, Е.В. Черепанова, Энергосбережение и водоподготовка, март 2009, 50-56 с.
- 18. Лабораторное моделирование процессов обезвоживания нефти в аппаратх с коалесцирующими элементами/ М.Ю. Тарасов, А.Е. Зенцов, А.Б. Зырянов, Нефтянное хозяйство, февраль 2013, 102-104 с.
- 19.Исследование температуры застывания водонефтяных эмульсий/ М.Ю. Тарасов, Е.В.Портягина,-Нефтянное хозяйство,- февраль 2014, 33-35 с.
- 20.Модернизация оборудования как метод управления эффективностью промысловой деэмульсации/ И.Ю.Быков, Е.В.Казарцев, Нефтяное хозяйство, декабрь 2015, 138-142 с.
- 21.Справочник по нефтепромысловому оборудованию/ Е.И.Бухаленко, 2008,416 с.

- 22.Федеральный закон Российской Федерации от 17.07.1999 № 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации", СПС Консультант.
- 23. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013г. № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда"
- 24.Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 "Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Общие требования"
- 25.Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2009 г.N 1213 "Об утверждении технического регламента о безопасности средств индивидуальной защиты"
- 26.ГОСТ 12.1.002–84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни и требования к проведению контроля на рабочем мест. введ. 01.01.1986.- М.: Стандартинформ, 2009. 7 с

Приложение А- Результаты расчетов

Таблица 1- Зависимость диаметра капель воды от расхода водонефтяной эмульсии.

Расход, Кг/час						500000,00
Диаметр капли, мкм	350000,00	375000,00	400000,00	425000,00	450000,00	
Тронов	873	735,4	649,2	538,9	482,6	370,4
Синайский	205,7	189,3	178,3	162,9	154,5	135,9
Гусейнов	166	156,5	149,9	140,6	135,3	123,5
Левич	9,2	8,4	7,9	7,3	6,9	6,1
Слейчер	25	21,3	19,1	20,1	14,6	11,5
Медведев	117,6	108,9	103	94,8	90,2	80,2
Васильев	3,3	2,9	2,6	2,4	2,1	1,7
	350000	375000	400000	425000	450000	500000

Таблица 2- Зависимость максимального диаметра капель воды от диаметра коалесцирующей секции.

Диаметр коалисцирующей секции,м Диметр капли, мкм	0,2	0,26	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
Тронов	16,3	59,6	119,3	244,3	482,6	829,6	1430,8
Синайский	21,8	46,2	69	104,7	154,5	211,6	288,5
Гусейнов	27,5	50,6	70,1	98,7	135,3	175,2	225,4
Левич	1	2,1	3,1	4,7	6,9	9,4	12,9
Слейчер	0,7	2,2	4,1	7,8	14,6	24,1	40,1
Медведев	18	31,2	43,8	63,3	90,2	120,7	161,5
Васильев	0,1	0,4	0,6	1,2	2,1	3,2	5

Таблица 3- Зависимость максимального диаметра капель воды от расхода деэмульгатора.

Концетрация деэмульгатора, масс %	0,002	0,0025	0,003	0,0035
Диметр капли, мкм				
Тронов	538,9	235,6	110,9	55,5
Синайский	162,9	103,6	68,5	46,9
Гусейнов	140,6	97,7	70,1	50,4
Медведев	94,8	63,4	44,7	39,8

Приложение Б- Блок программы

{Расчет коалесцирующей секции} {DPR-Диаметр коалесцирующей секции в первом приближении,м} DPR:=0.4;{0.5;} {SIGK-Поправка на поверхностное натяжение} SIGK:=exp(1.5*ln(SIG/10));{D2-Диаметр коалесцирующей секции,м; DPR находят из диаграммы} D2:=DPR*SIGK; {d2:={0.6;} {U2-линейная скорость потока в коалесцирующей секции, м/с} U2:=U/((3.14*D2*D2)/4);writeln(ff2,''); {RE1-число Рейнольдса в коалесцирующей секции} RE1:=U2*D2*RN/(VZEM*0.1); {DMAX-максимальный диаметр капель, которые могут быть взвешенны в потоке при данных условиях, см} {Тронов} $\{DMAX:=43.3*((exp(1.5*ln(SIG))+0.7*VZW*(exp(0.7*ln(U2*100)))\}$ $(\exp(0.8*\ln(SIG))))/(\exp(2.4*\ln(U2*100))*\exp(0.1*\ln(RE1))*)$ $\exp(0.1*\ln(VZEMK*10000))*RG1/1000*(\exp(0.5*\ln(VZN))));$ writeln(ff2,''); writeln(ff2,'re=',re1,' u2=',u2,' rg[10]=',rg[10]); {D3-диаметр коалесцирующей секции} D3:=D2*100; { (2) Синайский} { Kf:=0.4; A := EXP(3/5*ln(sig*0.001/Kf/Rg1));B:= $\exp(2/5*\ln(d3*rg1/rn))$; $X := \exp(-6/5 \cdot \ln(U2));$ dmax:=2*A*B*X; { (3) Гусейнов} $A := \exp(1/7 \cdot \ln(Rg1/Rn));$ B := sqrt(2*SIG*0.001/Rn/d3);dmax:=0.18*d3*A*exp(6/7*ln(1/U2*B));{ (4) Левич} $\{ dmax:=2.297*sig*0.001/0.2/rg1*exp(0.4*ln(d3))/exp(1.2*ln(u2)); \}$

```
{(5) Слейчер}
{
dmax:=43*exp(1.5*ln(SIG*0.001))*(1+0.7*exp(0.7*ln(VZW*U2*1000/SIG)))/
(VZN*RG1*exp(2.5*ln(U2)));

{(6) Медведев}
mm:=exp(5*ln(vzn))*u2*u2*u2/d3/rg1/exp(4*ln(sig*0.001));
dmax:=1.4*exp(0.6*ln(sig*0.001))*exp(0.4*ln(d3))/
(exp(0.4*ln((1-0.2)*(1-0.863*exp(0.15*ln(mm)))))
*exp(0.6*ln(rg1))*exp(1.2*ln(u2)));

{(7) Васильев}

{ Dmax:=22*sig*0.001/rn/u2/u2;

{S2-Длина коалесцирубщей секции}
S2:=((DMAX*DMAX)-
(DSR*DSR*10000))*(exp(0.125*ln(RE1)))/0.0264/DK1/W/D3+20*D3;
```