

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт

ФАКУЛЬТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ТРАНСПОРТА
Кафедра «Технологии и оборудования машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему

«Проектирование коалесцентора электрообессоливающей установки на
основе результатов компьютерного моделирования гидродинамики
процесса»

ВКР магистра

8

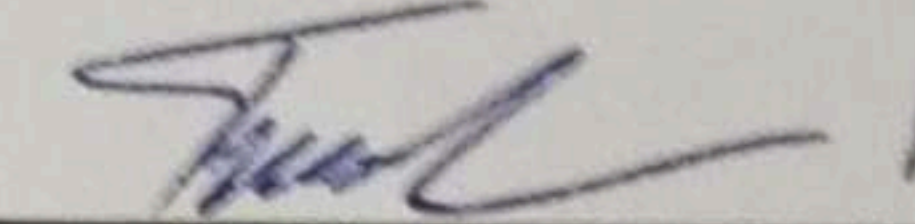
ПГУ 1.1 – 04.15.04.05.м104ПЗ

Квалификация магистр

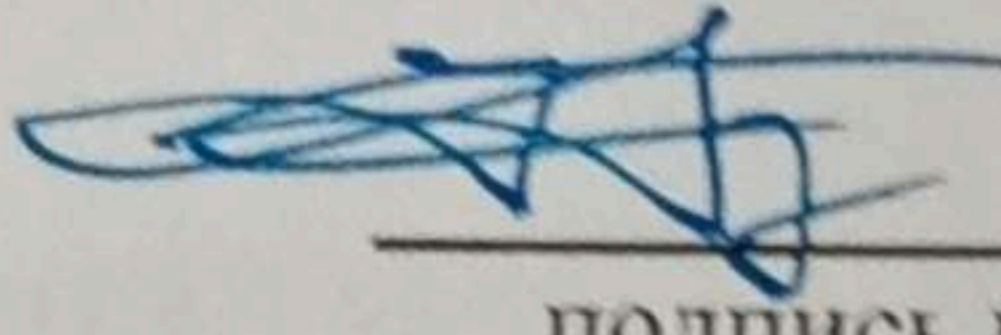
Направление 15.04.05 — Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных
производств

Профиль Технология машиностроения

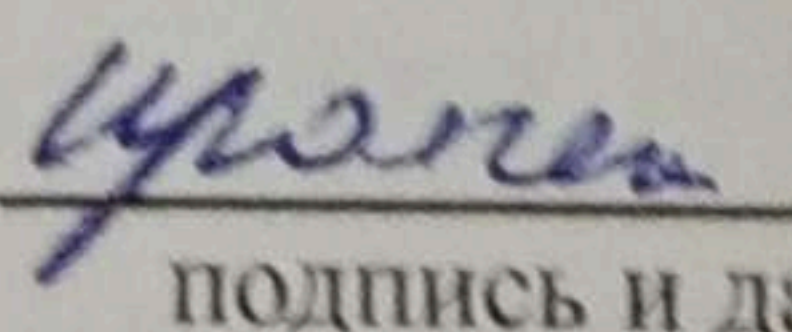
Автор — студент группы 19ММм1

 18.06.21 Жук Р.В.
подпись и дата инициалы, фамилия

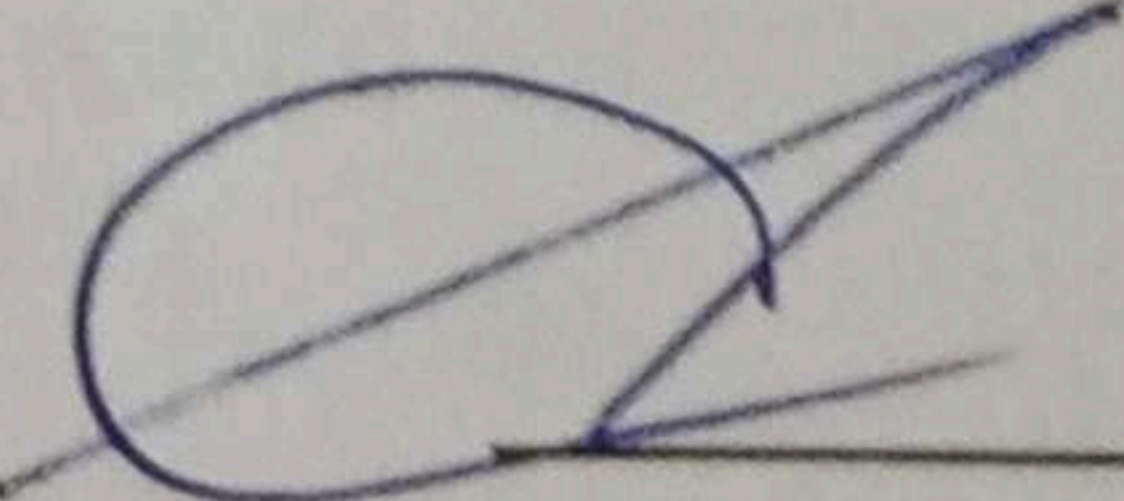
Руководитель:

 18.06.21 Таранцев К.В.
подпись и дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер:

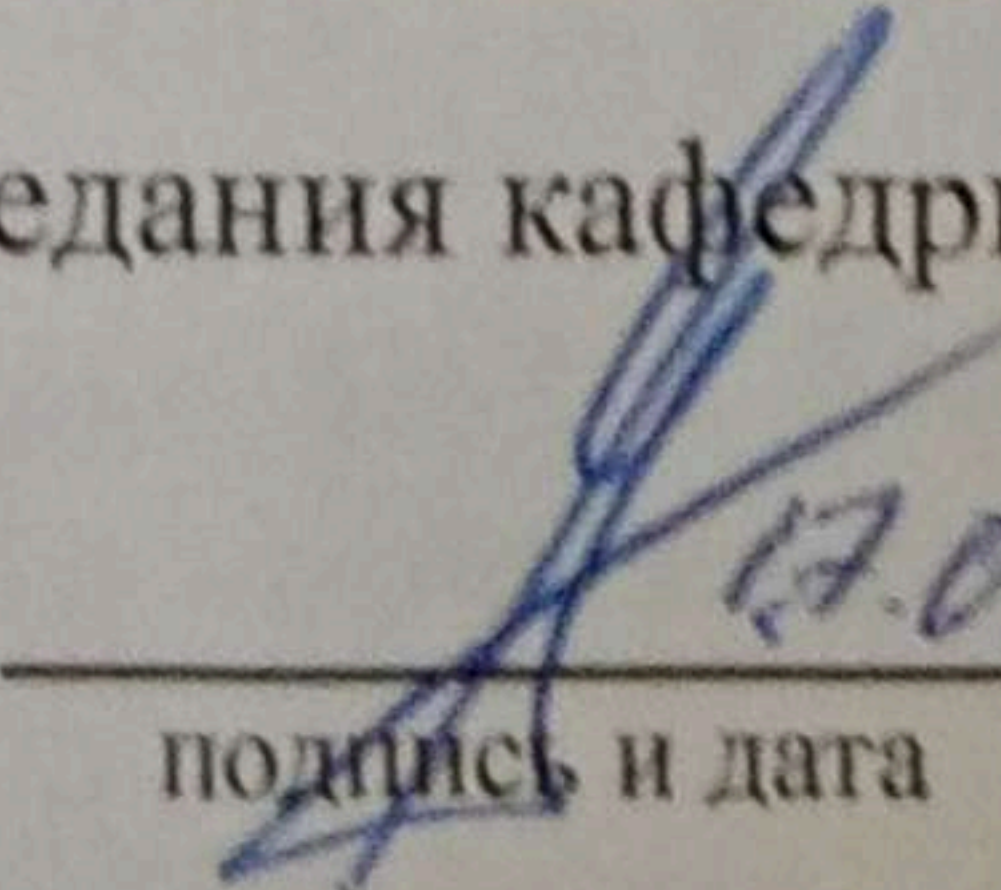
 Воячек И.И.
подпись и дата инициалы, фамилия

Рецензент:
ФГБОУ ВО «ПензГТУ»

 Голубовский В.В.
подпись и дата инициалы, фамилия

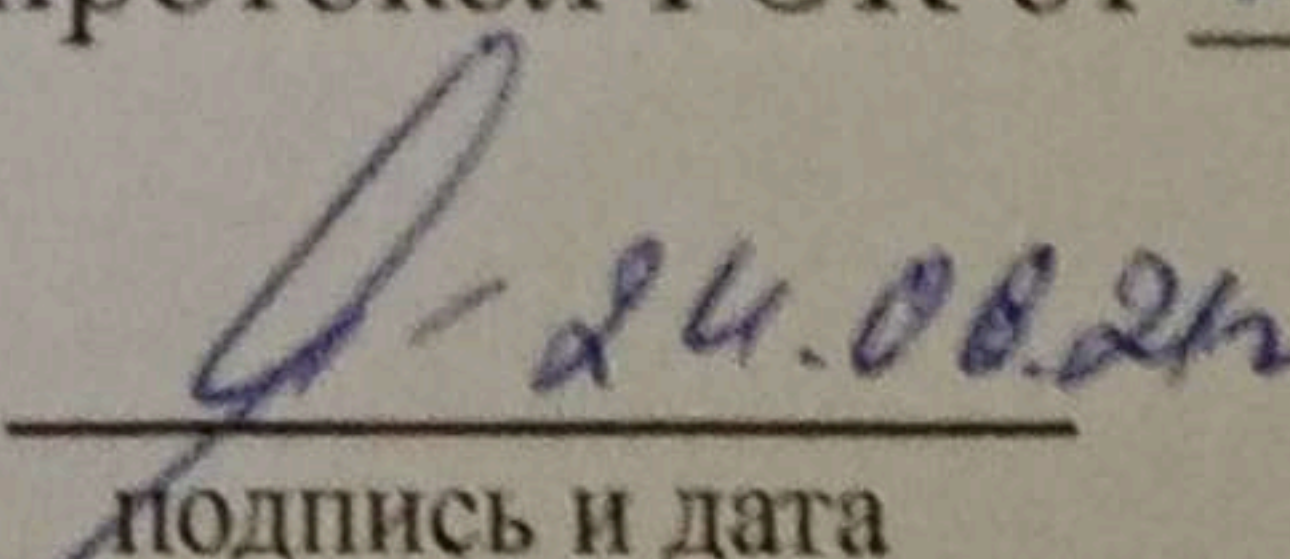
Работа допущена к защите в ГЭК (протокол заседания кафедры от 17.06.2021 № 3)

Заведующий кафедрой

 17.06.21 А.Е. Зверовщikov
подпись и дата инициалы, фамилия

Работа защищена с оценкой отлично (протокол ГЭК от 24.06.2021 № 8)

Секретарь ГЭК

 24.06.21 Н.В. Сорокина
подпись и дата инициалы, фамилия

УТВЕРЖДАЮ:
Зав.кафедрой, д.т.н., профессор
Зверовщиков А.Е.
« / » _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ на выпускную квалификационную работу магистра

Студент гр.19ММм1 факультета промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта
Жук Роман Васильевич, направление подготовки 15.04.05 – Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств.

1. **Руководитель ВКР:** профессор, д.т.н. Таранцев К.В.
2. **Время работы над ВКР:** с 10.06.2021 г. по 08.07.2021 г.
3. **Место практики:** кафедра «Технологии и оборудование машиностроения» ПГУ г. Пенза.
4. **Тема ВКР:** «Проектирование коалесцента электрообессоливающей установки на основе результатов компьютерного моделирования гидродинамики процесса»,
тема утверждена приказом ПГУ №1241 /о от 19.11.2019.
5. **Исходные данные для выполнения ВКР**
 - 5.1. Тема предложена кафедрой «Технологии и оборудование машиностроения» Пензенского государственного университета.
 - 5.2. В работе необходимо провести анализ гидродинамики существующих конструкций коалесцентов, анализ выполнить с помощью программ Salome, Code Saturne, ParaView.
 - 5.3. Предложить и проанализировать новые варианты конструкции коалесцента.
6. **Объем и содержание ВКР**
 - 6.1. **Текстовая часть**
 - 6.1.1. Анализ существующих процессов и устройств коалесценции Электрообессоливающих установок
 - 6.1.2. Разработка численной модели гидродинамики течения жидкостей в электрогидродинамических смесителях-коалесцентах на макроуровне в среде Salome
 - 6.1.3. Исследование влияния конструктивных параметров и режимных факторов на процесс коалесценции
 - 6.1.4. Разработка новой конструкций и совершенствование существующего аппаратного оформления процессов электрообезвоживания и электрообессоливания нефти с позиций энерго- и ресурсосбережения
 - 6.1.5. Разработка производственного участка по изготовлению и ремонту коалесцентов.
 - 6.1.6. Безопасность труда при работе на ЭЛОУ.
Всего 80...100 страниц
 - 6.2. **Иллюстративный материал к защите ВКР**
 - 6.2.1. Обзорный лист конструкций 1 л. ф. А1
 - 6.2.2. Предложенная конструкция коалесцента 1 л. ф. А1
 - 6.2.3. Технологическая схема очистки нефти 1 л. ф. А1
 - 6.2.4. Работа в свободных программах моделирования 1 л. ф. А1
 - 6.2.5. Анализ гидродинамики потока эмульсии с отображением скоростей и траекторий частиц 2 л. ф. А1
 - 6.2.6. Схема производственного участка 1 л. ф. А1
 - 6.2.7. Общая схема техпроцесса сборки 1 л. ф. А1

7. Консультанты и содержание дополнительных разделов.

7.1. По конструкции устройства.

Описание и анализ конструкции коалесцента электрообессоливающей установки

Консультант [подпись] К.В.Таранцев

7.2. По технологии

Разработка технологической схемы очистки нефти и технологии изготовления коалесцента

Консультант [подпись] К.В.Таранцев

7.3. По технико-экономическому анализу эффективности работы

Определение экономического эффекта от внедрения предложенной конструкции коалесцента

Консультант [подпись] И.И.Воячек

7.4. По безопасности жизнедеятельности деятельности

Безопасность труда при работе на ЭЛОУ.

Консультант [подпись] И.И.Воячек

8. Календарный график выполнения ВКР

Наименование работы	Объем работы в %	Срок выполнения	Подпись руководителя
1. Обоснование актуальности темы ВКР	5	10.06.2021	<u>[подпись]</u>
2. Аналитический обзор литературных источников и производственных данных	10	12.06.2021	<u>[подпись]</u>
3. Определение объекта и предмета исследования. Цель и задачи исследования	5	14.06.2021	<u>[подпись]</u>
4. Разработка методики, проведение исследования	50	19.06.2021	<u>[подпись]</u>
5. Основные результаты и выводы.	5	20.06.2021	<u>[подпись]</u>
6. Подготовка ВКР к защите	25		
6.1 Оформление и представление диссертации и графических материалов на проверку руководителю		21.06.2021	<u>[подпись]</u>
6.2 Направление ВКР на рецензирование		22.06.2021	<u>[подпись]</u>
6.3 Подготовка доклада и представление ВКР к защите		23.06.2021	<u>[подпись]</u>
Защита ВКР на заседании ГЭК		По графику защит на кафедре	

Руководитель ВКР

[подпись]

К.В.Таранцев

Задание к исполнению принял 10. 06. 2021

Исполнитель: магистрант гр. 19ММм1

ОГЭП освоено Р.В.Жук
Курсовая работа
аттестации допустить

Выпускную квалификационную работу к защите допустить

Декан ФПТЭТ д.т.н., профессор

[подпись]

С.Ю. Киреев

РЕФЕРАТ

Жук Р.В.

Проектирование коалесцентора электрообессоливающей установки на основе результатов компьютерного моделирования гидродинамики процесса.

Расчетно-пояснительная записка: 94 страницы, 3 таблицы, 29 рисунков, 39 библиографических источников. Иллюстрационные материалы представлены на слайдах презентации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОАЛЕСЦЕНТОР, ПОДГОТОВКА НЕФТИ, ОБЕССОЛИВАНИЕ, ОБЕЗВОЖИВАНИЕ, КОАЛЕСЦЕНЦИЯ КАПЕЛЬ, ГИДРОДИНАМИКА, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

Объект исследования: процесс разрушения нефтяных эмульсий, с дальнейшим укрупнением дисперсной фазы вплоть до полного расслоения.

Предмет исследования: теория процессов и оборудования создания и разрушения водонефтяных эмульсий, механизмы деформации, разрушения, а также коагуляции и слияния капель воды в слабопроводящих средах, приводящие к образованию или разрушению эмульсий в рабочей зоне аппаратов на основе результатов компьютерного моделирования гидродинамики процесса.

Цель работы: определение рациональной конструкции коалесцентора, а также параметров проведения процесса коалесценции на основе проведения исследований влияния технологических параметров и формы смесительной камеры коалесцентора на показатели процесса обессоливания и обезвоживания с применением численного моделирования процессов.

Выполнены теоретические исследования по определению зависимостей распределения водно-соляных глобул в потоке от изменения скорости потока внутри коалесцентора за счет изменения геометрической формы при помощи свободных программ компьютерного моделирования: «Salome» и «Code-saturne».

Установлено путем моделирования при помощи свободной программы «Salome», что при использовании предложенной конструкции коалесцентора в парной работе с электродегидратором производительность электродегидратора повышается, оценочно, на 5,2 %, что сулит экономический эффект в размере 120875 руб. в год. С учетом перспективности данного направления в рамках квалификационной работы проработаны основные технологические процессы по сборке коалесцентора.

Полученное в ходе выполнения квалификационной работы техническое решение оформлено заявкой на изобретение.

					ПГУ 1.1-04.15.04.05.м104 ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование коалесцентора электрообессоливающей установки на основе результатов компьютерного моделирования гидродинамики процесса			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.	Жук Р.В.							В	К	Р	4	
Провер.	Таранцев К.В.							Кафедра «ТМС» гр. 19ММм1				
Н. контр.	Воячек											
Утв.	Зверовщиков											

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. Аналитический обзор процессов и устройств для обезвоживания, обессоливания нефтяной эмульсии.....	11
1.1 Особенности обезвоживания и обессоливания нефтяной эмульсии..	11
1.2 Классификация методов разрушения водонефтяных эмульсий	16
1.3 Механизм процесса обезвоживания и обессоливания в электрическом поле.....	19
1.4 Анализ конструкции коалесцентора электрообессоливающей установки и постановка задач проектирования.....	22
1.5 Служебное назначение коалесцентора электрообессоливающей установки	24
1.6 Варианты конструктивного исполнения коалесценторов и анализ их конструкции.....	25
Выводы по разделу.....	34
2. Моделирование и инженерное проектирование технологического оборудования для создания и разрушения эмульсий.....	35
2.1 Разработка численной модели гидродинамики течения жидкостей в электрогидродинамических смесителях коалесценторах на макроуровне в среде Salome.....	35
2.2 Численное моделирование влияния конструктивных параметров и режимных факторов на поля скоростей, давления, кинетической энергии турбулентности для различных конструкций смесителей и коалесценторов.....	47
Выводы по разделу.....	60
3. Разработка новой конструкций и совершенствование существующего аппаратного оформления процессов электрообезвоживания и электрообессоливания нефти с позиций энерго- и ресурсосбережения.....	61
3.1 Проектирование новой конструкции коалесцентора	61
3.2 Расчет электродегидрататора ЭЛОУ.....	66
3.3 Планировка производственного участка.....	73
3.4 Проектирование сверлильного приспособления.....	76
Выводы по разделу.....	80
4.Безопасность жизнедеятельности.....	81
4.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	81
4.2 обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	83
4.3 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	85
4.4 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	86
Выводы по разделу	88
Заключение.....	89

Список использованных источников.....

Приложение А Копии опубликованных статей

Приложение Б Графические материалы

Приложение В Спецификации

Приложение Г Ведомость ВКС

					Лист
Имя	Фамилия	№ документа	Назначение	Дата	6
ПГУ 1.1-04.15.04.05.М104 ПЗ					

ВВЕДЕНИЕ

В результате длительного эксплуатации нефтяных месторождений обводненность нефти, поступающей на стадию подготовки, значительно увеличивается. Кроме того, повышенное содержание в нефти солей металлов, механических примесей (частицы глины, песка, металлов и известняка), асфальтенов и смол, являющихся природными эмульгаторами, наряду с высокой обводненностью приводит к образованию особо стойких эмульсий, которые трудно поддаются разделению. Вода в нефти обычно находится в форме соляного раствора. Соляные растворы и нефть образуют устойчивую и трудно разрушаемую эмульсию. Изменение содержания в нефти воды приводит к изменению физико-химических свойств, что, в свою очередь, приводит к необходимости реконструирования технологических схем и корректировке технологических параметров основных аппаратов процесса подготовки нефти.

Нефтяные эмульсии, как правило, являются полидисперсными, размеры капель воды в них составляют от 0,2 до 100 мкм. Капли воды больших размеров не задерживаются в эмульсии и сравнительно легко отделяются при отстаивании. Кроме воды в водонефтяных эмульсиях могут содержаться механические примеси (песок, глина) размером от 2 до 50 мкм, а также кристаллы солей (хлористый натрий, кальций и магний) размером до 5 мкм, которые влияют на свойства поверхностных слоев и увеличивают стойкость эмульсии.

В процессе образования и стабилизации водонефтяной эмульсии наряду с поверхностно-активными веществами существенную роль играют тонкодисперсные нерастворимые порошки, находящиеся в нефти в коллоидном состоянии: асфальтены, сернистые соединения, нафтеновые кислоты, микрокристаллы парафины и различного рода механические

примеси. Адсорбируясь на поверхности раздела фаз эмульсии, они образуют плотные защитные пленки, препятствующие слиянию капель воды.

Асфальтены обладают как основными, так и кислотными свойствами. В кислотной среде они проявляют основные свойства, а в щелочной — слабокислотные, поэтому прочность эмульсий, стабилизированных асфальтенами изменяется в зависимости от плотности водной фазы.

Второй причиной устойчивости эмульсий является наличие одноименных по знаку зарядов статического электричества, образующихся на каплях воды и твердых частицах, и препятствующих их слиянию.

С учетом вышесказанного процесс разделения водонефтяной эмульсии необходимо проводить таким образом, чтобы на установки разделения поступали свежее образованные, т.е. малостойкие эмульсии. Для разложения нефтяных эмульсий необходимо разрушить защитные пленки, обволакивающие капли воды, и нейтрализовать их электрические заряды. Благодаря этому мелкие капли воды под влиянием кулоновских сил взаимного притяжения сливаются в более крупные, и при последующем отстаивании осаждаются и удаляются из нефти.

Для разложения нефтяных эмульсий и слияния капель воды в них используют смесители-электро-коалесценторы.

Произведя численное моделирование различных конструкций коалесценторов и сопоставив различные варианты проведения процессов в коалесценторах можно спроектировать наиболее рациональную конструкцию аппарата для создания и разделения эмульсий. Это позволит повысить эффективность процесса очищения нефти, а также позволит уменьшить количество вредных примесей, содержащихся в нефти, за счет удаления малых капель воды.

					ПГУ 1.1-04.15.04.05.м104 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Объект исследования - процесс разрушения нефтяных эмульсий, с дальнейшим укрупнением дисперсной фазы вплоть до полного расслоения

Предмет исследования - теория процессов и оборудования создания и разрушения водонефтяных эмульсий, механизмы деформации, разрушения, а также коагуляции и слияния капель воды в слабопроводящих средах, приводящие к образованию или разрушению эмульсий в рабочей зоне аппаратов на основе результатов компьютерного моделирования гидродинамики процесса.

Цель исследования. определение рациональной конструкции коалесцентора, а также параметров проведения процесса коалесценции на основе проведения исследований влияния технологических параметров и формы смесительной камеры коалесцентора на показатели процесса обессоливания и обезвоживания с применением численного моделирования процессов.

Задачи исследования:

- Провести структурирование и анализ факторов, влияющих на микрокине-тику процесса слияния для двух или более капель в слое сплошной фазы при наличии электрического поля.
- Разработать численную модель определения гидродинамики течения жидкостей в коалесценторе в полях массовых и поверхностных гидродинамических сил.
- Получить на основе численного моделирования, данные по влиянию конструктивных параметров и режимных факторов на поля скоростей, давления, кинетической энергии турбулентности, напряженности электрического поля и использовать их при проектировании.
- Разработать новую конструкцию процессов электрообезвоживания и электро-обессоливания нефти с позиций энерго- и ресурсосбережения на основе анализа влияния конструктивных и режимных параметров на гидродинамику течения жидкостей в коалесценторе.
- Разработать схему электрообессоливающей установки.

					ПГУ 1.1-04.15.04.05.М104 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Методы исследования и разработки.

Основным методом является метод математического моделирования, а также методология основанная на системном анализе и кибернетическом подходе. Теоретической базой послужили труды отечественных и зарубежных исследователей в области гидродинамики и нефтехимической технологии.

Теоретические исследования проводились на основе обобщенного анализа процессов деформации, разрушения, коагуляции и слияния капель в электрическом поле на базе основных положений теорий гидромеханики и электрофизики; изучения кинетики процессов создания и разрушения эмульсий; математического моделирования с использованием программ Salome, Code Saturne, Paraview и базировались на методах системного анализа, теории математического моделирования, теории вероятностей и математической статистики, теории подобия, численных методах и теории вычислительного эксперимента.

Научная новизна:

Выполнены теоретические исследования и проектирование аппаратов создания и разрушения эмульсий в контролируемых условиях гидродинамики для нефтехимической отрасли промышленности, обеспечивающих снижение потребления пресной воды, основанную на принципах системного анализа и кибернетическом подходе.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

1. На базе основных положений теорий гидромеханики и электрофизики, теоретических и экспериментальных исследований нестационарных процессов создания и разделения эмульсий со слабопроводящей сплошной средой в электрических полях предложена обобщенная методика исследования и расчета электрогидродинамических смесителей позволяющая численными методами с использованием программ Salome, Code Saturne, Paraview, оптимизировать их конструкцию и режимы работы на основе разработанных

					ПГУ 1.1-04.15.04.05.м104 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

моделей течения несжимаемой жидкости, зависимости размеров капель дисперсной фазы от величины критерия Вебера.

2. Получены результаты численного моделирования влияния конструктивных параметров и режимных факторов на поле скоростей, давления и распределения сил электрического поля, которые можно использовать на начальной стадии проектирования для выбора формы, размеров рабочей зоны, в электрогидродинамических смесителях.

3. Разработана и новая конструкция коалесцента для эффективного проведения процессов создания и разделения капель воды в эмульсии.

					ПГУ 1.1-04.15.04.05.М104 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы и практические результаты работы

1. Проведен анализ процессов и конструкций устройств для обезвоживания, обессоливания нефтяной эмульсии посредством численного моделирования оборудования для создания и разрушения эмульсий.
 2. Определен метод повышения эффективности разделения водонефтяных эмульсий посредством оптимизации структур потоков водно-нефтяной эмульсии.
 3. Проведено численное моделирование влияния конструктивных параметров и режимных факторов на поля скоростей, давления, кинетической энергии турбулентности для различных конструкций смесителей и коалесценторов. Из которого можно сделать вывод, что - резкое повышение давления на стенки перфорированной трубы на выходе из группы отверстий и снижение вязкости эмульсии при прохождении через отверстия являются факторами, повышающими эффективность технического решения, связанного с выводом эмульсии в придонное пространство электродегидратора. Отмеченное изменение этих параметров ведет к увеличению скорости истечения струй нефти через штуцера (перфорацию) в придонное пространство электродегидратора и улучшению условий смешивания поступающей в полость электродегидратора эмульсии с водой в придонном пространстве и последующей коагуляции и осаждения капель воды из эмульсии.
- незначительный прирост количества глобул воды в периферийном слое потока эмульсии (0,39%) при его переводе из ламинарного движения в турбулентное заставляет отказаться от варианта с разделением при помощи возникающих центробежных сил эмульсии на преимущественно нефтесодержащую фазу и преимущественно водосодержащую фазу, так как требуемое превышение количества глобул в периферийном слое потока над количеством глобул в центральной части потока, обеспечивающее эффективность последующей операции раздельной электродегидрации двух фаз эмульсии, достижимо

					ПГУ 1.1-04.15.04.05.м104 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

только при значительном увеличении скорости подачи эмульсии коалесцен-
тор, что достижимо только при установке дополнительных насосов, увеличе-
нии толщины стенок трубы и пр. Расходы на осуществления этих мероприятий
нивелируют экономический эффект от раздельной сепарации двух фаз эмуль-
сии. В связи с вышесказанным при дальнейшей проработке путей повышения
эффективности коалесценции решено остановиться на варианте, предполага-
ющим установку перфорированной трубы, переводящей ламинарное течение
эмульсии в турбулентное.

4. Была разработана конструкция смесителя-коалесцентора.

5. Разработана схема производственного участка для изготовления предложен-
ной конструкции коалесценторов.

6. Приведено обоснование повышения производительности электродегидрато-
ров при внедрении устройств ввода эмульсии описанного типа.

7. Разработана технологическая схема ЭЛОУ в которой предполагается ис-
пользовать данный смеситель-коалесцентор.

10. Дальнейшие исследования при помощи свободной программы Salome по-
казали, что, в виду значительной вязкости сырой нефти, полученные расчет-
ным путем результаты достижимы при кратном увеличении скорости ввода
нефти в электродегидратор, что потребует применения дополнительных насо-
сов. Их стоимость и затраты на их содержание отрицательно скажется на тех-
нико-экономической эффективности предлагаемого решения.

11. В связи с вышесказанным была предложена новая конструкция смесителя-
коалесцентора. Оценочный прирост производительности электродегидратора
от внедрения этого решения составляет 5,2% (экономический эффект - 120875
руб. в год).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. SU395105, МПК В01F5/06 В01F7/18. Трубчатый смеситель/ Казаков Р.Г., Калтыгин В.П., Киприянов Ю.И., Минков В.П., Румянцев И.И.
2. Ластовкин Г.А. Справочник нефтепереработчика. – Л.: Химия, 1986, 648 с.
3. Pat. 987115 США, Frederick Gardner Cottrell, Separating and collecting particles of one liquid suspended in another liquid, 1911
4. Pat. 1225365 Канада, Kerry L. Sublette Floyd L. Prestridge, Resolution of emulsions with multiple electric fields, 1987.
5. Pat. 1838926 США, Harmon F. Fisher, Electrical treater , 1931
6. Pat. 1838929 США, Harmon F. Fisher, Elongated high velocity type treater, 1931
7. Pat. 1838933 США, Harmon F. Fisher, Electrical treater having dry oil barrier supply, 1931.
8. Pat. 1873857 США, Harmon F. Fisher, Pipe line treater, 1932.
9. Пат. SU395105, МПК В01F5/06 В01F7/18. Трубчатый смеситель/ Казаков Р.Г., Калтыгин В.П., Киприянов Ю.И., Минков В.П., Румянцев И.И.
10. Гершуни, С.Ш. Модернизация электродегидраторов и пути повышения эффективности их использования. – М. :ЦНИИТЭнефтехим, 1986. – 59с.
- 11.Каталог продукции ООО «Тесла» Режим доступа:
<http://тесла.рф/document/1416310952.html>
12. Каталог продукции НПП "Контэкс". Режим доступа:
<http://kontex.ru/production/liquid-mixers/mixers-freshwater-spv/>
13. Каталог продукции ООО «Курганхиммаш». Режим доступа:
http://kurgankhimmash.ru/production/product_catalogs/sec/17/
14. Каталог трубопроводной арматуры. Режим доступа:
<http://www.tpsystem.ru/advfind/valves/>
15. Алексеев, К.А. Гидродинамика потока в статических смесителях насадочного типа: дис. канд. техн. наук: 05.17.08 / Алексеев, Константин Андреевич. Казань, 2016. 170 с.

16. Мухаметзянова, А. Г. Современные компьютерные технологии в исследовании течений в каналах различной геометрии/ А. Г. Мухаметзянова, Г. С. Дьяконов, Е. И.Кульментьева // Вестник Казанского Технологического университета. – 2005.– № 2. –С. 164-172.
17. Мухаметзянова, А. Г. Интенсификация гидромеханических, тепло- и массообменных процессов в малогабаритных трубчатых аппаратах: дис. д-ра. техн. на-ук : 05.17.08 / Мухаметзянова Асия Габдулмазитовна; – Казань, 2012. – 356 с.
18. Петровичева, Е. А. Турбулентное течение смешивающихся жидкостей в малогабаритных трубчатых аппаратах химических производств: численное моделирование: дисканд. техн. наук : 01.02.05 / Петровичева, Елена Александровна. – Казань, 2006. – 130 с.
19. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука,1974. 712 с.
20. Мухаметзянова, А. Г. Современные компьютерные технологии в исследовании течений в каналах различной геометрии/ А. Г. Мухаметзянова, Г. С. Дьяконов, Е. И.Кульментьева // Вестник Казанского Технологического университета. – 2005.– № 2. –С. 164-172.
21. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков Под ред. чл.-корр. АН СССР П. Г. Романкова. 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
22. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука,1974. 712 с.
23. Таранцев, К.В. Интенсификация химико-технологических процессов создания и разрушения водонефтяных эмульсий на основе системного анализа / К.В. Таранцев, И.А. Прошин // Химическое и нефтегазовое машиностроение . – 2016. –№ 12. – С. 11 – 19.
24. Таранцев, К.В. Основы численного моделирования и проектирования электрогидродинамических устройств для создания и разрушения водонефтяных эмульсий / К.В. Таранцев, И.А. Прошин // Химическое и нефтегазовое

М.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПГУ 1.1-04.15.04.05.М104 ПЗ	Лист
						92

- машино-строение . – 2016. – № 12. – С. 8 – 11 (Tarantsev, K.V. Foundations of Numerical Simulation and Design of Electrodynamic Devices for the Creation and Disintegration of Water-Oil Emulsions / K.V. Tarantsev, I.A. Proshin // Chemical and Petroleum Engi-neering. – 2017.– 52(11) .– 810-814).
25. Теория турбулентных струй / Г. Н. Абрамович, Т. А. Гиршович, С. Ю. Крашенинников и др.; Под ред. Г. Н. Абрамовича. М.: Наука, 1984. 716 с.
26. Мухаметзянова, А. Г. Интенсификация гидромеханических, тепло- и массообменных процессов в малогабаритных трубчатых аппаратах: дис. д-ра. техн. наук : 05.17.08 / Мухаметзянова Асия Габдулмазитовна; – Казань, 2012. – 356 с.
27. Таранцев, К.В. Алгоритм расчета электрогидродинамического эмульгатора / К.В. Таранцев, К.Р. Таранцева // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2001. – №11. – С. 7–9). (Tarantsev, K. V. Algorithm for analysis of electrohydrodynamic emulsifiers / K.V. Tarantsev, K.R. Tarantseva // Chemical and Petroleum Engineering, – 2001. – Vol. 37, Issue 11-12. – P. 556-558)
28. Таранцев, К.В. Оптимизация конструкции смесителя эжекторного типа для создания эмульсий в электрическом поле / К.В. Таранцев, А.В. Коростелева // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2013. – № 3. – С. 22–25 (Tarantsev, K. V. Optimization of design of ejector-type mixer for producing fuel emulsions in an elec-tric field / K.V. Tarantsev, A. V. Korosteleva // Chemical and Petroleum Engineering. –
29. Таранцев, К.В. Оптимизация параметров электрогидродинамических эмульгаторов / К.В. Таранцев, К.Р. Таранцева // Химическое и нефтегазовое машино-строение. – 2002. – № 10. – С. 6–8 (Tarantsev, K. V. Optimization of parameters for electrohydrodynamic emulsifiers / K.V. Tarantsev, K.R. Tarantseva // Chemical and Petroleum Engineering, – 2002. – Vol. 38.– Issue 9-10. – P. 576-578)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПГУ 1.1-04.15.04.05.М104 ПЗ	Лист
						93

30. Таранцев, К.В. Разработка конструкции смесителя-электрокоалесцента для получения эмульсии воды в нефти с использованием численных методов / К.В. Таранцев, И.А. Прошин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2015. – № 4. – С. 10 – 12 (Tarantsev K. V. Development of a Design for a Mix-er/Electrocoalescing Unit for Production of Water-in-Oil Emulsions by Numerical Methods / K. V. Tarantsev, I. A. Proshin // Chemical and Petroleum Engineering, July 2015. – Volume 51. – Issue 3. – pp. 233 – 236)
31. Брагин Ю.И., Кузнецова Г.П. Нефтегазопромысловая геология. Статическое геологическое моделирование залежей углеводородов – Москва: Недра, 2013. — 109 с.: ил.
32. ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические требования. – М.: Госстандарт России, 2002, ИПК изд-во стандартов, – 8 с.
33. Земенков Ю.В., Маркова Л.И. Сбор и подготовка нефти и газа. – М.: Академия, 2009. – 160 с.
34. Гарифуллин Ф.С., Бадретдинов А.М., Фролов В.А. Комплексная технология подготовки нефти и воды с использованием реагентов бинарного действия // Журн. Нефтяное хозяйство, 2007, №4, с. 82-84.
35. Сваровская Н.А. Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции: учебное пособие / Н.А. Сваровская ; ТПУ. – 2-е изд. – Томск Изд-во ТПУ, 2009. – 299 с
36. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды: учебник для вузов — Москва: Альянс, 2014.
37. Небогина Н.А., Прозорова И.В., Юдина Н.В. Влияние содержания воды в нефти на формирование и реологические свойства водонефтяных эмульсий // Журн. Нефтяное хозяйство, 2008, №12, с. 90-92
38. СНиП 23–05–95. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минстрой России, 1995.
39. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.