

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров в условиях резко-континентального климата»

УДК 622.692.23-025.71-034.14-776

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Назклычева Фавзия -		06.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник О.В.	к. п. н.		06.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Креницина З.В.	к. х. н.		25.05.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			25.05.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к. п. н.		06.06.2022

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров

По направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
ОПК(У)-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК(У)-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента
ОПК(У)-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК(У)-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и

	безопасные технические средства и технологии
ОПК(У)-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен обеспечивать заданные режимы эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования и контролировать выполнение производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
ПК(У)-6	Способен проводить планово-предупредительные, локализационно-ликвидационные и аварийно-восстановительные работы линейной части магистральных газонефтепроводов и перекачивающих станций
ПК(У)-7	Способен выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-8	Способен использовать нормативно-технические основы и принципы производственного проектирования для подготовки предложений по повышению эффективности работы объектов трубопроводного транспорта углеводородов

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

 (Подпись) (Дата) Брусник О.В. (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8А	Назклычевой Фавзие -

Тема работы:

«Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров в условиях резко-континентального климата»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	08.02.2022 г. №39-43с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).</i></p>	<p>В качестве объекта исследования был выбран резервуар для хранения нефти и нефтепродуктов типа РВС-20000 м³. Работы проводятся на объектах, относящихся к технологическим сооружениям повышенной опасности, имеющие большое влияние на окружающую среду и энергозатраты.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить конструкции и классификацию объекта, условия проведения очистных работ 2. Проанализировать современные методы очистки резервуара от донных отложений 3. Определить последовательность проведения работ, изучить правила безопасности 4. Произвести расчет прочности, устойчивости стенки и срока безопасной эксплуатации резервуара 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность 7. Формирование выводов о проделанной работе
--	--

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Рисунки, таблицы, диаграммы, гистограммы</p>
---	---

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>
--

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Креницина З.В., доцент ОСГН ШБИП
«Социальная ответственность»	Гуляев М.В., старший преподаватель ООД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2022 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник Олег Владимирович	к. п. н., доцент		10.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Назклычева Фавзия -		10.02.2022

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
2Б8А		Назклычевой Фавзие -	
Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Виды и стоимость ресурсов: Материально-технические ресурсы, оборудование: Человеческие ресурсы:
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент; 30% премии; 12% надбавки.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3. Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2001г. Ставка налога на прибыль 20 %; Налог на добавленную стоимость 20% Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды 27,1%;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2. Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта. Формирование бюджета на реализацию проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Расчет интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения очистных работ
4. График проведения и необходимый бюджет проекта
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		10.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Назклычева Фавзия -		10.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2Б8А		Назклычева Фавзия -	
Школа		Отделение (НОЦ)	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС 20000 кубических метров в условиях резко-континентального климата	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>В качестве объекта исследования выбран вертикальный стальной резервуар типа РВС 20000 кубических метров, предназначенный для хранения, приема, накопления и выдачи жидкостных и смазочных материалов, прежде всего нефти и нефтепродуктов.</p> <p>Область применения: НПС «Лугинецкая» АО «Транснефть-Западная Сибирь» Рабочая зона: полевые условия Размеры климатической зоны: внутренняя полость резервуара типа РВС-20000 м³. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: система размыва «Диоген-700» 1 шт, растворитель АСПО «Пармастер 2010», устройство для нанесения полимерного покрытия. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: размыв донных отложений, зачистка резервуара, покрытие металла полимерами.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Нормативная документация: Рассмотреть применяемые в отрасли нормативные документы, а также рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства, характерные для проектируемой рабочей зоны.</p>

<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Анализ потенциальных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>2.1 Проанализировать вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Воздействие химических веществ на организм человека при покрытии внутренней поверхности резервуара полимерами; – воздействие климатических условий; – повышенная влажность и загазованность воздуха рабочей зоны при нахождении работника внутри резервуара; – низкая освещенность рабочей зоны при работе внутри резервуара и при работе в темное время суток. – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ). <p>2.2 Проанализировать опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – взрывоопасность; – пожароопасность; – поражение электрическим током. <p>2.3 Привести обоснование мероприятий по снижению воздействия.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:</p>	<p>Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:</p>	<p>Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		10.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Назклычева Фавзия -		10.02.2022

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2022	<i>Введение</i>	5
26.02.2022	<i>Обзор литературы</i>	10
08.03.2022	<i>Объект и методы исследования</i>	15
24.03.2022	<i>Расчеты и аналитика</i>	20
29.04.2022	<i>Технология работ</i>	15
14.05.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
31.05.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
04.06.2022	<i>Заключение</i>	5
10.06.2022	<i>Презентация</i>	10
	Итого:	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник О.В.	к. п. н., доцент		10.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник О.В.	к.п.н.		10.02.2022

роботизированный механизм: Механизм, предназначенный для выполнения двигательных и управляющих функций в производственном процессе, исключая использование человеческого труда

роботизированная технология чистки РВС: Способ очистки внутренней поверхности рвс с применением роботизированных механизмов и последующим извлечением продуктов очистки из рвс без участия человека

скиммер: Устройство, позволяющее удалять водно-нефтяную фракцию с взвешенными твердыми частицами

температура воспламенения продукта: Наименьшая температура продукта, при которой в условиях специальных испытаний продукт выделяет горючие пары с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение

температура вспышки: Наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, устойчивое горение при этом не возникает

технологическое оборудование: Совокупность механизмов, устройств, приборов, участвующих в технологическом процессе производства

толщинометрия: Метод исследования толщины и целостности материалов

флоакулянт: Вещество, вызывающее отделение мелкодисперсных частиц от жидкости, в которой они растворены

					Термины и определения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		12

Реферат

Работа содержит 99 страниц, 23 таблиц, 11 рисунков и 42 источников литературы.

Ключевые слова: нефтяной резервуар, нефтешлам, нефтяные донные осадки, технология очистки, растворитель, мобильные комплексы, полимерное покрытие, асфальтосмолистые вещества, парафины, групповой химический состав.

Объектом исследования является резервуар типа РВС-20000 м³.

Цель работы: разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 м³ в условиях резко-континентального климата.

Работа является актуальной, поскольку накопление донных отложений является острой проблемой в современной нефтегазовой отрасли.

В процессе исследования был проведен литературный обзор современных методов очистки донных отложений, осуществлен их анализ, рассмотрены основные преимущества и недостатки каждого. Предложено технологическое решение по минимизации накопления, а именно, покрытие внутренней стенки резервуара полимерами. Приведены расчеты требуемого количества полимерного покрытия для резервуара объемом 20000 м³. Для сравнения внедряемого метода с уже существующими был произведен анализ эффективности технической и финансовой составляющей.

Предлагаемый метод является наиболее эффективным по сравнению с существующими, т.к. количество накапливаемых донных отложений сокращается в разы за счет свойств полимеров.

Область применения: резервуары для хранения сырой или товарной нефти, а также продуктов их переработки.

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Реферат	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Назклычева			06.06.2022				
Руковод.	Брусник О.В.			06.06.2022			13	99
Рук. ООП	Брусник О.В.			06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Экономическая эффективность работы состоит из расчета затрат при использовании метода покрытия полимерами и различных растворителей.

Анализ эффективности был проведен на примере резервуарного парка АО «Транснефть-Западная Сибирь».

					Реферат	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		14

Abstract

This work contains 99 pages, 23 tables, 11 figures and 42 literature sources.

Keywords: crude oil tank, oil sludge, oil bottom sediments, purification technology, resolvent, mobile package, polymer coating, asphalt tar substances, paraffines, chemical group composition.

The object of the study is a tank of the RVS-20000 m³ type.

The purpose of the paper: the development of a technological solution to minimize the accumulation of bottom sediments in a tank of the RVS-20000 m³ type in a sharply continental climate.

The work is relevant as the accumulation of bottom sediments is an acute problem in the modern oil and gas industry.

In the course of the research, a literary review of modern methods of cleaning bottom sediments, their analysis was carried out, the main advantages and disadvantages of each were considered. A technological solution to minimize accumulation is proposed, namely, coating the inner wall of the tank with polymers. Calculations of the required amount of polymer coating for a tank with a volume of 20000 m³ are given. To compare the implemented method with the existing ones, an analysis of the effectiveness of the technical and financial component was carried out.

The proposed method is the most effective in comparison with the existing ones, since the amount of accumulated bottom sediments is reduced significantly due to the properties of polymers.

Scope of application: storage tanks for crude or commercial oil, as well as products of their processing.

The economic efficiency of the work consists of calculating the costs of using the polymer coating method and various solvents.

The efficiency analysis was carried out on the example of the tank farm of Transneft Western Siberia JSC.

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Abstract	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Назкпычева		06.06.2022				
Руковод.		Брусник О.В.		06.06.2022			15	99
Рук. ООП		Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Содержание

Введение	19
Литературный обзор.....	21
1 Общие сведения	24
1.1 Технологические особенности резервуаров	24
1.2 Климатическая характеристика района работ	33
1.3 Анализ свойств и состава нефти.....	34
2. Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений.....	39
2.1 Природа и механизм образования донных отложений	39
2.2 Современные методы очистки резервуара от донных отложений.....	41
2.2.1 Ручной метод очистки.....	42
2.2.2 Механизированный метод очистки	44
2.2.3 Химический метод очистки.....	46
2.2.4 Химико-механизированный метод очистки.....	47
2.3 Рекомендации по повышению эффективности полимерных покрытий для минимизации накопления донных отложений	47
3 Технологическая часть	51
3.1 Подготовительные работы для проведения очистки резервуара от донных отложений.....	52
3.2 Последовательность работ при покрытии внутренней поверхности резервуара полимерами.....	53

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров						
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>	Содержание						
Разраб.				06.06.2022					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.				06.06.2022						16	99
Рук. ООП	Брусник О.В.			06.06.2022					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

3.3 Требования к безопасности при проведении очистных работ	54
4 Расчетная часть	56
4.1 Проверочный расчет прочности стенки резервуара.....	57
4.2 Расчет устойчивости стенки резервуара	59
4.3 Расчет срока эксплуатации	61
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	64
5.1 Оценка коммерческого потенциала и рентабельности предлагаемого технологического решения	64
5.2 SWOT – анализ	65
5.3 Планирование выполнения работ	68
5.4 Определение трудоемкости выполнения работ	69
5.5 Разработка графика проведение необходимых мероприятий	70
5.6 Бюджет для проведения мероприятия	72
5.6.1 Расчет затрат на специальное оборудование для проведения работ ...	73
5.6.2 Затраты на оплату труда исполнителей работ	73
5.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	76
5.6.4 Накладные расходы	76
5.6.5 Формирование бюджета затрат на проведение работ	76
5.7 Определение ресурсоэффективности и ресурсосбережение	77
Заключение по разделу	79
6 Социальная ответственность	81
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	81
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	82

					Содержание	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		20

6.2 Производственная безопасность	85
6.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	86
6.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	89
6.3 Экологическая безопасность	91
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	93
Вывод по разделу.....	94
Заключение	95
Список используемых источников.....	96

					Содержание	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		20

Введение

Нефтегазовая отрасль развивается с каждым днем. Осваивается большое количество месторождений, и соответственно, увеличивается сырьевая база углеводородов. Чем больше становится добыча ресурса, тем больше требуется емкостей для ее хранения. Однако эксплуатация любой установки или оборудования должно соответствовать необходимым нормам и правилам. В обратном, это может привести к аварийным последствиям и немалым затратам соответствующего предприятия.

В нефтегазовой отрасли активно борются с проблемами, возникающими вследствие парафиновых отложений. Одной из подобных проблем является накопление донных отложений в нефтяных резервуар. При долговременном хранении нефти и/или нефтепродуктов их тяжелые фракции, состоящие из парафиновых соединений, оседают на днище резервуара. При их размыве отложения могут налипать на нижние пояса сосуда. Проблема заключается в том, что в результате накопления отложений уменьшается полезный объем резервуара. В обычных условиях уровень донных отложений может достигать 25-30% полезного объема сосуда в год. Это препятствует точной качественному и количественному учету хранимой продукции. И это не вся проблематика. Донные отложения состоят из асфальтенов, смол, парафинов, а также из минеральных солей, сернистых и других агрессивных соединений. Поскольку среда отложений является в достаточной степени агрессивной (за счет повышения концентрации солей) может вызвать ускорение коррозионного процесса. По итогу резервуар сталкивается с различными аварийными остановками и выводится из эксплуатации. Для предотвращения любых аварийных ситуаций, вызванных накоплением донных отложений на предприятиях, принимается целый комплекс мер. На сегодняшний день существует ряд методов, с помощью которых производится очистка резервуара от отложений. Понятно, что полностью

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>	Введение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Назклычева</i>			06.06.2022				
<i>Руковод.</i>	<i>Брусник О.В.</i>			06.06.2022			19	99
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>			06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

предотвратить их накопление невозможно ввиду свойств нефти. Однако особый интерес вызывают технологические решения, позволяющие именно минимизировать количество оседаемых тяжелых соединений нефти.

Известно, что в процессе транспортировки в нефтепроводах также возникает проблема налипания асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). В нынешних условиях существует несколько способов избавления от них. Одним из которых является покрытие внутренней поверхности нефтепровода полимерным покрытием. Ввиду особенных свойств оно не позволяет тяжелым фракциям налипнуть на поверхности трубы.

Целью работы является выбор технологического решения по повышению эффективности эксплуатации резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов на основе минимизации накопления донных отложений.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи**:

- 1) Изучить нормативно-техническую документацию по эксплуатации и техническому обслуживанию резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов;
- 2) Провести анализ существующих методов очистки резервуара от донных отложений;
- 3) Разработка рекомендаций по минимизации накопления донных отложений;
- 4) Провести сравнительный анализ эффективности полимерных покрытий к химико-механизированному методу;
- 5) Произвести необходимые расчеты на прочность и устойчивость резервуара.

Новизна работы заключается в применении полимерных покрытий для снижения количества накопления отложений, а также уменьшения трудоемкости и финансовых затрат на очистку резервуара.

					Введение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		20

Литературный обзор

Проблемой донных отложений в свое время занимались следующие ученые: Арменский Е.А., Губин В.Е., Зубарев В.Г., Иванова Л.В., Колесник И.С., Мансуров Ф.Г., Мастобаев Б.Н., Можайская М.В., Тронов В.В. и другие.

Несмотря на распространение проблемы донных отложений в нефтяных резервуарах покрытие внутренней стенки и днища как метод борьбы с ними не был рассмотрен.

В [1] говорится о возможности снижения накопления донных отложений с помощью системы струйного перемешивания. Перемешивание обычно используется для борьбы с образованием отложений в статических объемах сырой и товарной нефти. Это исходит из теории, согласно которой можно ввести в систему достаточную кинетическую энергию, чтобы замедлить или предотвратить образование отложений.

Предварительные исследования отложений, проведенные крупной нефтяной компанией, пришли к выводу, что для легкой сырой нефти требуется минимальная постоянная подводимая энергия в размере 0,4 Дж на 1000 л нефти. Во избежание образования отложений минимальная критическая скорость взвеси V_s должна поддерживаться во всем объеме жидкости.

Традиционно на резервуарах для перемешивания устанавливаются электрические пропеллерные системы размыва в боковой патрубке, чтобы предотвратить образование отложений, но этих систем недостаточно для поддержания критической энергии во всем объеме и в результате образуются свободные от отложений участки только вокруг системы. На участках за пределами определенного радиуса (около 20–30 футов или 6–9 м) накапливаются значительные или сильные отложения, что обычно приводит к проблемам в эксплуатации резервуара и потерям запасов.

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Литературный обзор	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Назклычева		06.06.2022				
Руковод.		Брусник О.В.		06.06.2022			21	99
Рук. ООП		Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

В статье [2] рассматриваются методы очистки промышленных резервуаров. Исследования показали, что остатки нефтяных шламов, которые по образцу нефтеперерабатывающего завода «Аззавия» в Ливии в основном состоят из нефти, воды и твердых остатков на 42,8%, 2,9% и 55,2% соответственно, приводят к изменению качества продукта. и уменьшенная вместимость емкости. Решение этой проблемы, а также необходимость диагностики и технического обслуживания требует удаления этих отложений. Целью этой статьи был обзор применяемых методов очистки, доступных на мировом рынке, и определение наиболее эффективного, безопасного, экономичного и экологически безопасного процесса очистки. Следует отметить, что до сих пор не опубликовано ни одной работы, в которой представлены применяемые методики. Для достижения этой цели были проанализированы и оценены в общей сложности пять ручных, автоматических и роботизированных систем очистки в соответствии с их преимуществами и недостатками. Результаты показывают, что MEGAMACS с автоматической системой очистки производительностью 14,8 м³/ч является самой быстрой системой очистки, а MARTin, где присутствие людей внутри резервуара не требуется ни на одном этапе, является самой безопасной. С точки зрения затрат на очистку и воздействия на окружающую среду автоматизированные системы VLABO, COW и MEGAMACS, а также роботизированная система MARTin являются наиболее экономичными и экологически безопасными благодаря замкнутому контуру очистки и возможности рекуперации до 95% отложений, которые возвращаются заказчику, а выручка покрывает затраты на очистку. Сделан вывод о том, что актуальной потребностью в нефтяной отрасли в области очистки резервуаров является применение высокоэффективных автоматических или роботизированных методов очистки, целью которых является сокращение времени простоя резервуара, без необходимости ввода персонала в разрешительную документацию.

					Литературный обзор	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		22

В [3] проведен анализ эффективности системы струйного размыва. Анализ был проведен методом конечных элементов с использованием программного обеспечения ANSYS. Результатом исследования стала зависимость скорости размыва от расстояния до винта при различных температурных показателях, а также присущей вязкости нефти. Были выявлены условия, при которых возможен размыв донных отложений с использованием подобной системы.

В статье [4] рассматриваются существующие методы очистки резервуара от донных отложений. В работе отмечены преимущества и недостатки каждого метода с целью выявления наиболее эффективного и менее финансово затратного способа. В результате проведения исследования автор выявил что эффлюент требует наименьшие затраты при достаточной эффективности проведения очистных работ. Более того, использования данного биотехнологического метода возможно во всей нефтегазовой отрасли (от добычи до переработки нефти)

					Литературный обзор	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		23

1 Общие сведения

1.1 Технологические особенности резервуаров

Резервуары предназначены для хранения и/или накопления нефти и продуктов ее переработки в различных климатических условиях.

Стальной нефтяной резервуар используется в различных инфраструктурах, например, химической, нефтяной, транспортной отрасли и другие. Резервуар играет важную роль нефтегазовой отрасли. Это специальное оборудование для хранения различного жидкого (или газообразного) сырья и продукта. Многие предприятия не могут полноценно функционировать, если нет накопительной емкости. Нефтехранилища в нашей стране представляют собой в основном наземные резервуары для хранения, изготовленные из металла [5].

Существует классификация резервуаров по назначению, форме, материалам, типам размещения, объему и прочим характеристикам. По назначению нефтяные резервуары подразделяются на технологические (для расщепления водонефтяной эмульсии и сброса пластовой воды) и товарные (для хранения обезвоженной и обессоленной нефти).

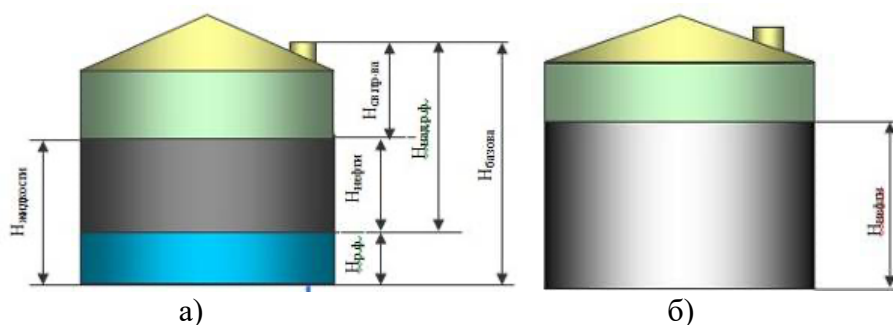


Рисунок 1.1 – Классификация резервуаров по назначению: а) технологические; б) товарные

По форме они бывают цилиндрические, сферические и каплевидный (рисунок 2).

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Назклычева		06.06.2022			24	99
Руковод.		Брусник О.В.		06.06.2022				
Рук. ООП		Брусник О.В.		06.06.2022				
						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		



Рисунок 1.2 – Классификация резервуаров по форме

Изготавливаются резервуары из металлических и неметаллических материалов. Материал для сооружения резервуара можно разделить на низкопрочную и высокопрочную сталь в соответствии с пределом текучести при растяжении или стандартным пределом прочности при растяжении. Высокопрочная сталь используется для масляного резервуара объемом более 5000 м³. Углеродистая сталь используется для оборудования, в том числе ветровой кольцевой балки, передней оси, винтовой лестницы, рельса и так далее. Выбор материала зависит от среды, которая будет храниться в резервуаре. Как правило они изготавливают из стали или железобетона. Объем данного сооружения варьируется в пределах 100-120 000 м³. Резервуары по типу размещения могут быть наземные, полуподземные, подземные и подводные [5].

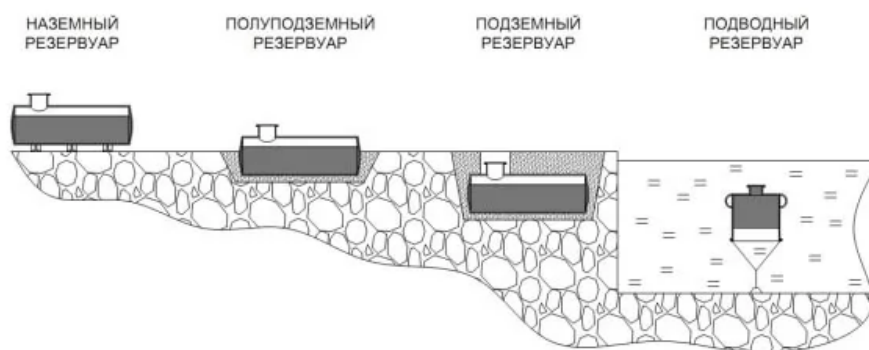


Рисунок 1.3 – Классификация резервуаров по типу размещения

Вертикальные цилиндрические стальные резервуары для нефти и нефтепродуктов относятся к высокой степени ответственности сооружений в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и ГОСТ Р 54257—2010

					Общие сведения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		25

«Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования», утвержденным приказом Росстандарта от 23 декабря 2010 г. № 1059-ст.

На объектах магистрального трубопроводного транспорта применяются вертикальные цилиндрические стальные (РВС) и железобетонные резервуары (ЖБР). Резервуары объемом от 100 до 50 000 м³ могут быть следующих типов:

- резервуар вертикальный стальной цилиндрический со стационарной крышей (РВС);
- резервуар вертикальный стальной с понтоном (РВСП);
- резервуар вертикальный стальной цилиндрический с плавающей крышей (РВСПК);
- резервуар вертикальный стальной цилиндрический с алюминиевой купольной стационарной крышей и понтоном из алюминиевых сплавов (РВСПА).

Железобетонные резервуары объемом от 500 до 30 000 м³ сооружают следующим образом:

железобетонный резервуар цилиндрический со стационарной крышей без понтона (ЖБР);

железобетонный резервуар прямоугольный со стационарной крышей без понтона (ЖБРП).

Проектирование резервуаров объемом более 50 000 м³ выполняют по индивидуальным техническим условиям. В зависимости от объема и места расположения вертикальные резервуары подразделяют на три класса:

В зависимости от номинального объема резервуары рекомендуется подразделять на четыре класса опасности:

класс I — резервуары номинальным объемом более 50 000 м³;

класс II — резервуары номинальным объемом от 20 000 до 50 000 м³ включительно, а также резервуары номинальным объемом от 10 000 до 50 000 м³ включительно, расположенные непосредственно по берегам рек,

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		26

крупных водоемов и в черте городской застройки;

класс III — резервуары номинальным объемом от 1000 и менее 20 000 м³;

класс IV — резервуары номинальным объемом менее 1000 м³ [5].

Перед проектированием класс опасности рекомендуется учитывать при: назначении специальных требований в рабочей документации к материалам и объемам контроля; выборе коэффициента надежности по назначению; выборе методов расчета.

Общий срок службы резервуаров рекомендуется обеспечивать выбором материала, учетом температурных, силовых и коррозионных воздействий, нормированием дефектов сварных соединений, оптимальных конструктивных решений металлоконструкций, оснований и фундаментов, допусками на изготовление и монтаж конструкций, способов защиты от коррозии и назначением регламента обслуживания.

По конструктивным особенностям вертикальные цилиндрические резервуары рекомендуется подразделять на следующие типы:

- РВС;
- РВСП;
- РВСПК.

Выбор типа резервуара рекомендуется осуществлять в зависимости от классификации хранимой нефти или нефтепродукта по температуре вспышки и давлению насыщенных паров при температуре хранения:

а) для ЛВЖ при давлении насыщенных паров свыше 26,6 кПа (200 мм рт. ст.) до 93,3 кПа (700 мм рт. ст.) (нефть, бензины, нефтяные растворители) применяются: РВСПК; РВСП;

б) РВС, оборудованные дыхательными и предохранительными клапанами либо устройством ГО и установкой УЛФ;

в) для ЛВЖ при давлении насыщенных паров менее 26,6 кПа (200 мм рт. ст.), а также для ГЖ с температурой вспышки выше 61 °С (мазут,

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		27

дизельное топливо, бытовой керосин, авиационный керосин, реактивное топливо, битум, гудрон, масла, пластовая вода) применяются РВС без ГО;

г) для аварийного сброса нефти или нефтепродукта применяются РВС, оборудованные дыхательными и предохранительными клапанами.

Резервуары со стационарной крышей

Резервуары со стационарной крышей представляют собой простые цилиндрические резервуары для хранения, которые могут иметь плоскую или (чаще) неглубокую коническую крышу, приваренную к корпусу. Они обычно используются для хранения большого количества нефтяных дистиллятов, нефтехимических продуктов и других жидких химических веществ при атмосферном давлении.

Когда уровень жидкости в баке поднимается и падает, воздух и/или пар выталкиваются наружу и втягиваются в свободное пространство бака. Это означает, что во время наполнения насыщенные пары выбрасываются в атмосферу, а во время опорожнения резервуар может быть деформирован внутренним вакуумом, если воздух не может поступить внутрь достаточно быстро. Конструкция вентиляции должна обеспечивать максимальную скорость наполнения и опорожнения, чтобы предотвратить избыточное или пониженное давление в резервуаре, что может привести к повреждению резервуара. Стоимость потери или повреждения таких емкостей может быть значительной; поэтому применяются различные меры по уменьшению потерь, направленные на управление потерь в следствии выброса паров продукта для этого типа резервуара [5].

Резервуары вертикальные стальные с плавающей крышей

Резервуары с плавающей крышей позволяют хранить нефтепродукты при атмосферном давлении. Плавающая крыша опускается и поднимается вместе с уровнем нефти по мере наполнения или опорожнения резервуара. Таким образом уменьшаются потери легких фракций углеводорода [5].

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		28

Резервуар состоит из плавающей в среде крыши и вертикальной цилиндрической стенки. Резервуар с плавающей крышей оснащается средним увеличением или уменьшением подъемной силы, кольцевым уплотнением между краем плавающей крыши и стенкой резервуара. Объем такого резервуара обычно большой, дно с арочным краевым листом. Стенка резервуара линейная, стыковый шов должен быть отполирован до гладкости, чтобы обеспечить шероховатость внутренней поверхности. Резервуар с плавающей крышей открытого типа имеет определенную жесткость стенки, в соответствии с величиной местной ветровой нагрузки. Верхняя часть стенки резервуара должна быть оснащена ветровой балкой и усиливающим кольцом. Плавающая крыша: плавающая крыша делится на одноярусную плавающую крышу, двухъярусную плавающую крышу и плавающую крышу поплавкового типа. Одноярусная плавающая крыша состоит из нескольких отдельных отсеков, образующих плавающее кольцо. Внутренняя часть представляет собой единую пластинчатую крышу. Один диск снабжен множеством кольцеобразных стальных элементов жесткости днища крыши. Его преимущества – низкая стоимость, удобство при техническом обслуживании и ремонте. Двухэтажная плавающая крыша состоит из верхней пластины, нижней пластины и краевой пластины, радиальной перегородки и несколькими кольцевыми перегородками. Его преимущества – большая плавучесть, хороший дренажный эффект.

					Общие сведения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		29

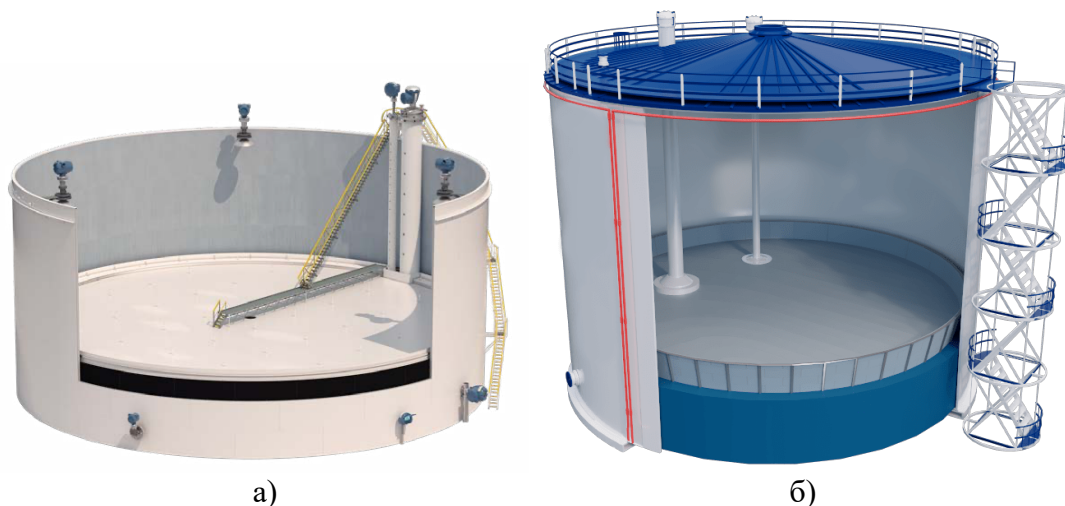


Рисунок 1.4 – Виды резервуаров с плавающей крышей: а) открытый сверху с плавающим понтоном; б) с плавающим понтоном и покрытием

Резервуар с плавающей крышей закрытого типа имеет дополнительную плавающую крышу, которая может уменьшить потери среды при улетучивании. Такая конструкция также может предотвратить попадание дождя, снега и пыли в резервуар, обеспечить его чистоту. Этот резервуар в основном используется для хранения светлых нефтепродуктов, таких как бензин, авиационный керосин. Прямая стенка внутреннего резервуара с плавающей крышей, система стыковой сварки стеновых пластин в соответствии с требованиями производства сводчатого резервуара.

Два основных компонента резервуара с плавающей крышей:

- крыша;
- периферийное уплотнение.

Уплотнение резервуара с плавающей крышей похоже на трубку, вставленную в велосипедную шину. Оно в основном проходит по стенке емкости, и когда уровень жидкости перемещается вверх и вниз, он поддерживает постоянный контакт со стенкой, чтобы жидкость не вытекала за уплотнение.

Чтобы крыша могла подниматься и опускаться, как внутренние, так и внешние резервуары с плавающей крышей имеют кольцевое уплотнение.

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		30

Одного уплотнения обычно достаточно, чтобы позволить некоторым парам выйти. Тем не менее, типичной практикой является обеспечение вторичного уплотнения поверх первого уплотнения.

Это делается для предотвращения выброса большинства газов и паров, тем самым защищая окружающую среду и повышая безопасность.

Резервуар с плавающей крышей является наиболее экономичным и эффективным решением для снижения выбросов и потерь продукта.

Обеспечивает гибкое использование емкости хранения и снижает потери на испарение.

Резервуары с плавающей крышей снижают риск взрыва и пожара в надземных резервуарах для хранения чрезвычайно летучих органических жидкостей.

Защита от возможности взрыва и наилучшие экологические результаты.

Резервуары с плавающей крышей защищают хранящуюся нефть от дождя, ветра, песка, снега или пыли.

Железобетонный резервуар

Резервуары из традиционного железобетона (ЖБ) широко использовались на муниципальных и промышленных объектах для нефтяных сооружений на протяжении десятилетий. Стенки резервуара испытывают боковое давление нефти, а дно — подъемное давление грунта. Такие резервуары обычно должны быть покрыты, чтобы защитить нефть внутри. Проектирование этих резервуаров требует внимания не только к требованиям прочности, но также к долговечности и предотвращению образования трещин, чтобы предотвратить утечку воды и коррозию стальной арматуры. Следовательно, консервативная конструкция резервуара должна выдерживать приложенные нагрузки без образования трещин. Такая конструкция требует более высокого коэффициента армирования с адекватным расстоянием между стержнями, большей толщины стенок и высококачественного бетона.

Конструкция нефтяного резервуара из железобетона должна быть основана на достаточной устойчивости к растрескиванию для предотвращения

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		31

утечки, и на достаточной прочности. Для достижения этих целей делаются следующие допущения: гладкий участок до гибки остается ровным после гибки.

Как при изгибающем, так и при прямом растяжении или их сочетании, относящемся к сопротивлению растрескиванию, можно принимать во внимание все сечение бетона, включая покрытие вместе с арматурой, при условии, что растягивающее напряжение в бетоне ограничено.

При использовании железобетонных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов сокращается расход металла в несколько раз.

Железобетонные резервуары оборудуются световыми и замерными люками-лазами, предохранительными клапанами, приемо-раздаточными патрубками, устройствами замера уровня и отбора проб. Недостатками данного типа резервуара являются трудоемкость монтажа, необходимость выполнения больших объемов земляных работ, значительные транспортные расходы по доставке элементов резервуара и строительных материалов.

На резервуаре любого исполнения должны подлежать ремонту и техническому обслуживанию следующие системы и оборудование:

- приемо-раздаточный патрубок;
- кран сифонный;
- люк-лаз;
- люк световой;
- люк замерный;
- дыхательный клапан;
- предохранительный клапан;
- сигнализатор максимального допустимого уровня;
- датчик измерения температуры;
- уровнемер;
- пожарные извещатели;
- приемо-раздаточные устройства с внутренней стороны резерву-

		ара;			Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		32

- устройства для размыва донных отложений;
- система охлаждения;
- система пожаротушения;
- система защиты от коррозии;
- система молниезащиты, защиты от статического электричества и заземления.

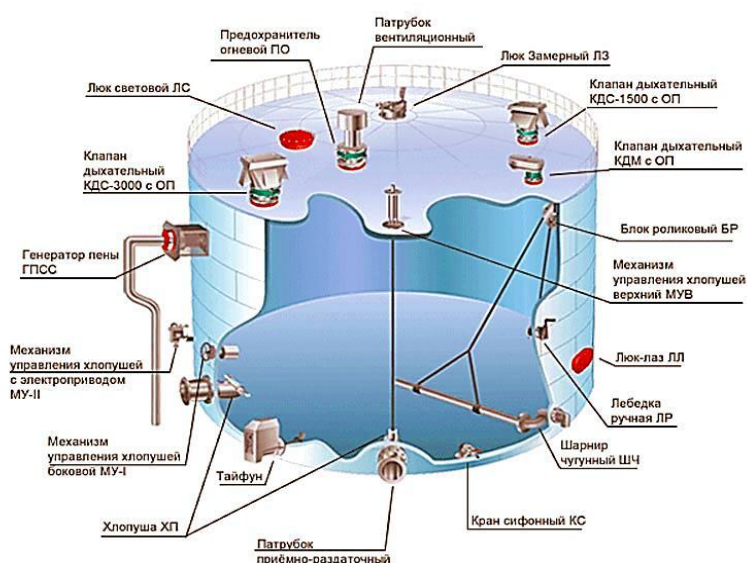


Рисунок 1.5 – Схема размещения оборудования резервуара

Стенка резервуара должна иметь основное кольцевое ребро жесткости, которое устанавливается в верхней части стенки, и одновременно служит опорной конструкцией для крыши.

1.2 Климатическая характеристика района работ

В работе рассматривается Лугинецкая нефтеперекачивающая станция (НПС), которая принадлежит Лугинецкому месторождению.

Месторождение находится в Томской области. Климат в данной области резко-континентальный. Продолжительность зимы в этой области достаточно долгая (ноябрь – апрель). Температура в зимнее время года достигает минус 40-50⁰ С. Зимний покров по высоте составляет 1,5 м. Замерзание почвы происходит на 1-1,5 м. В летний период года в июле температура повышается до

						Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат			33

35⁰С. Величина осадков составляет 450-500 мм/год [6].

Подобный суровый климат влияет на качественные и количественные характеристики продукта. При хранении нефти в резервуарах и других емкостях так или иначе происходят потери продукта из-за «больших» и «малых» дыханий. «Малые» дыхания происходят в следствии попадания воздуха в резервуар при изменении температуры окружающей среды и давления внутри емкости. Для предотвращения данных потерь самыми распространенными мерами являются использование диска отражателя и/или покраска резервуара в светлые тона как внутреннюю, так и наружную поверхности емкости. «Большие» дыхания резервуара возникают при закачке и/или опорожнении резервуара. При закачке продукта в резервуар давление насыщенных паров увеличивается и достигает критических значений, что в свою очередь приводит к выбросу паров в атмосферу через дыхательные и предохранительные клапаны. Наоборот, при опорожнении резервуара в емкости образуется вакуум и атмосферный воздух попадает в резервуар также через дыхательные и предохранительные клапаны. В качестве меры предотвращения можно использовать резервуары с плавающей крышей или пантоном.

1.3 Анализ свойств и состава нефти

Нефть представляет собой минеральное вещество органического происхождения, природную маслянистую горючую жидкость с характерным запахом, состоящую в основном из сложной смеси углеводородов различной молекулярной массы и других химических соединений.

Внешне нефть представляет собой легковоспламеняющуюся жидкость, цвет которой может быть черным, коричневым, светло-коричневым, грязно-желтым, темно-коричневым, светло-желто-зеленым или темно-зеленым. Нефть также может быть и без всякого цвета.

Масло имеет запах, который может быть разным и варьируется от легкого до тяжелого приятного и очень неприятного.

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		34

Цвет и запах нефти обусловлены наличием в нем азото-, серо- и кислородсодержащих примесей, и компонентов ароматических углеводородов.

Нефть легче воды, почти не растворяется в ней. Но при определенных условиях может образовывать водостойкую эмульсию. Растворим в органических растворителях.

Состав углеводородов, содержащихся в нефти, влияет на ее свойства: начиная от того, что она прозрачна и текуча, как вода, и до того, что она черного цвета, очень вязкая и липкая, не вытекающая из сосуда при переворачивании.

Нефть – важнейшее минеральное сырье, имеющее комплексное применение (не только как источник топлива и энергии, но и как ценное химическое сырье для химической и нефтехимической промышленности). Современная мировая экономика не может обойтись без нефти. Спрос на нее увеличивается с каждым днем.

Нефть залегает вместе с природным газом на глубинах от нескольких десятков метров до 5-6 км. На глубине более 6 км находится только газ, на глубинах до 1 мили - только нефть, а на глубинах от 1 до 6 км нефть и природный газ в различных сочетаниях. При естественном выходе на земную поверхность нефть превращается в густые, полутвердые асфальтены и другие образования – например, битуминозные пески и битумы [7].

В зависимости от плотности нефть делится на виды:

- легкая – ниже $0,83 \text{ г/см}^3$;
- средняя – $0,831 - 0,86 \text{ г/см}^3$;
- тяжелая – $0,86 \text{ г/см}^3$.

Нефть относится к невозобновляемым полезным ископаемым.

В таблице 1.1 приведены физические свойства нефти.

Таблица 1.1 – Физические свойства нефти

Наименование параметра	Значение
Плотность, кг/м^3 (г/см^3)	650-1050 (0,65-1,05)
Агрегатное состояние	жидкое

					Общие сведения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		35

Цвет	различный: черный, коричневый, светло-коричневый, грязно-желтый, темно-коричневый и др.
Запах	различный: от легкого до очень неприятного
Температура вспышки, °С	От +35 до +121
Температура кипения, °С	более 28 (более 100 в случае тяжелой нефти)
Температура кристаллизации, °С	от -60 до +30
Вязкость, мм ² /с	от 1,98 до 265,90
Удельная теплота сгорания, МДж/кг	43,7-46,2
Удельная теплоемкость, кДж/(кг*К)	1,7-2,1
Диэлектрическая проницаемость	2,0-2,5
Электропроводность, Ом ⁻¹ *см ⁻¹	2*10 ⁻¹⁰ -0,3*10 ⁻¹⁸

Химический состав нефти. В состав нефти входит около тысячи различных индивидуальных химических веществ, из которых [7]:

– жидкие углеводороды, составляющие большую часть (более 500 веществ, или обычно 80-90% по массе);

– гетероатомные органические соединения (4-5%): преимущественно сера (около 250 веществ), азот (более 30 ингредиентов) и кислород (около 85 соединений), металлоорганические соединения (преимущественно никель и ванадий);

– прочие компоненты: растворенные углеводородные газы (СН₄ от метана до бутана С₄Н₁₀ включительно, от десятых долей до 4%), вода (от следов до 10%), минеральные соли (в основном хлориды, 0,1 – 4000 мг/л и подробнее), растворы солей органических кислот и др.;

– механические примеси (частицы песка, глины и др.).

Жидкие углеводороды представлены парафиновыми (обычно 30-35%, реже 40-50%) и нафтеновыми соединениями (25-75%), соединениями ароматического ряда (10 - 20, не менее 35%) и соединениями смешанного или гибридного ряда. строение (например, парафино-нафтеновое, нафтен-ароматическое).

Парафины (от лат. *parum* «маленький» + *affinis* «родственный») — воскообразная смесь предельных углеводородов (алканов) преимущественно нормального строения от С₁₈Н₃₈ (октадекан) до С₃₅Н₇₂ (пентатриаконтан) включи

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		36

тельно и с температурой плавления 45 - 65 °С.

Нафтаны также циклоалканы, полуметровые углеводороды, циклоалканы или циклопарафины представляют собой предельные циклические углеводороды, по своим химическим свойствам близкие к предельным углеводородам. Имеют химическую формулу C_nH_{2n} и циклическую структуру (т.е. замкнутое кольцо атомов углерода).

Ароматические соединения (арены) – циклические органические соединения, входящие в состав ароматической системы.

Соединения серы, содержащиеся в нефти: H_2S , меркаптаны, моно- и дисульфиды, тифаны и тифаны и полициклические (гетероциклические) соединения серы и др. 70-90% соединений серы сосредоточено в остаточных продуктах, таких как мазут и гудрон.

Соединения азота, содержащиеся в нефти, в основном гомологи пиридина, хинолина, индола и карбазола, пиррола и порфиринов. По большей части сосредоточены в тяжелых фракциях и остатках.

Кислородные соединения, содержащиеся в нефти: нафтеновые кислоты, фенолы, смолисто-асфальтеновые и другие вещества. Обычно концентрируются в высококипящих фракциях углеводородов.

С точки зрения элементного состава в нефти присутствует более 50 химических элементов. Содержание этих химических элементов, особенно примесей, колеблется в широких пределах. В таблице 1.2 показан химический состав нефти.

Таблица 1.2 – Химический состав нефти

Наименование химического элемента	Значение, %
Углерод	82-87
Водород	11-14,5
Сера	0,01-6 (редко до 8)
Азот	0,001-1,8
Кислород	0,005-0,35 (редко до 1,2)
Ванадий	10^{-5} - 10^{-2}
Никель	10^{-4} - 10^{-3}
Хлор	до $2 \cdot 10^{-2}$
Другие	

										Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат						37

Химические свойства сырой нефти различаются в зависимости от изменения геотемператур и давлений в сочетании с некоторыми другими элементами катагенеза.

					Общие сведения	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		38

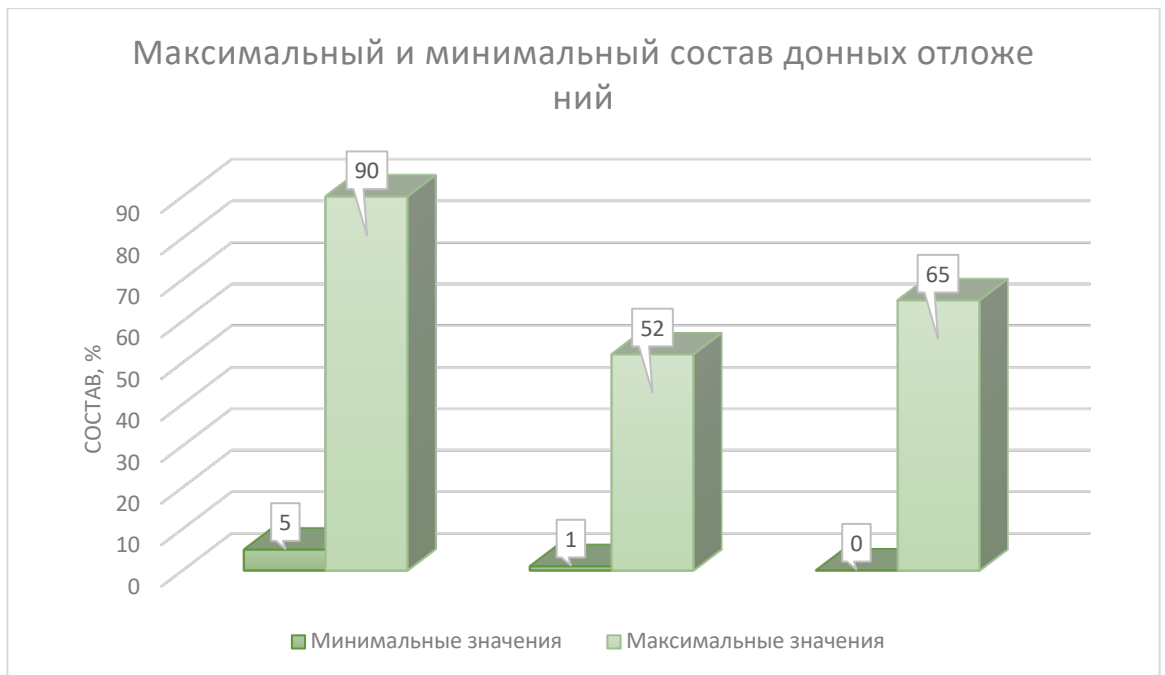


Рисунок 2.1 – Диаграмма максимального и Минимального состава донных отложений

Из-за таких широких различий в составе отложений их физико-химические характеристики также варьируются в широких пределах. Плотность донных отложений находится в пределах 830-1700 кг/м³, а температура затвердевания от -3 до +80⁰ С.

Донные отложения содержат в своем составе асфальтены, парафины, нефтепродукты и подтоварную воду в процентном соотношении до 25%, 4%, 80% и 8% соответственно [7].

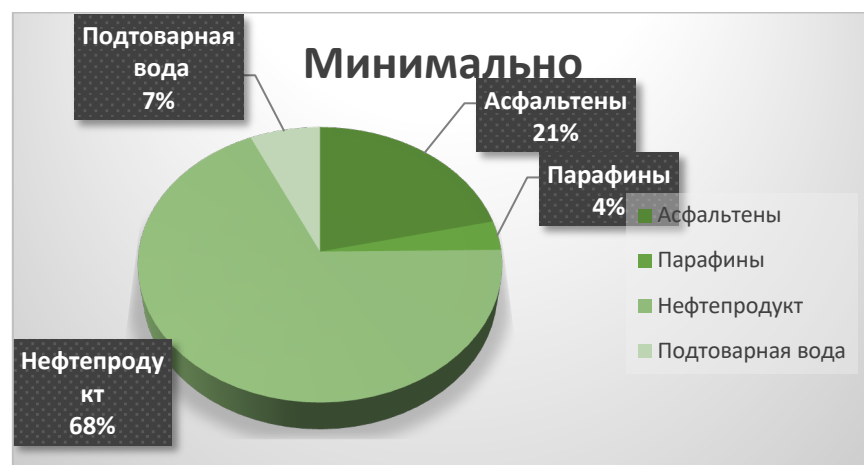


Рисунок 2.3 – Соотношение фракционного состава донных отложений

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис 40
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		

Донные отложения имеют 4 слоя при образовании на дне нефтяного резервуара. Первый слой сверху содержит обводненный нефтепродукт с низким процентом (до 5%) механических примесей. Данный слой называется эмульсией «вода в нефти». В нем содержится до 80% нефти, 25% асфальтенов и смол, 4% парафинов. Количество воды не превышает 8%. Поскольку содержание нефтепродукта в данном слое высокое, по своему составу и свойствам она похожа на хранящийся продукт. По этой причине при замере уровня донных отложений может быть не распознан акустическим профиломером. Следующий слой имеет тип эмульсии «нефть в воде», поскольку содержание воды в данном слое (до 80%) превышает количества нефти. В этом слое также присутствует небольшое количество механических примесей. Состав третьего слоя почти полностью поглощает минерализованная подтоварная вода. И самый последний слой, который иногда называют придонным, включает в себя органические продукты и твердые частицы.

Донные отложения характеризуются плотностью выше чем у хранящегося продукта. По этой причине возникает ряд определенных сложностей при размыве. При наполнении резервуара отложения остаются в удаленных от приемо-раздаточного патрубка местах. С течением времени они уплотняются и налипают на стенки и дно резервуара. Во время размыва резервуара с использованием систем размыва также в силу своих свойств они могут налипать и уплотняться в удаленных от доступа струи местах.

2.2 Современные методы очистки резервуара от донных отложений

На сегодняшний день существует множество различных методов очистки резервуара от донных отложений. Все методы имеют разную степень эффективности, а также свои достоинства и недостатки. Метод очистки выбирается в соответствии с условиями эксплуатации резервуара, свойствами хранимой жидкости и положением производства.

Наиболее распространенными являются следующие методы:

- ручной метод очистки;

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис 41
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		

- механизированный метод очистки;
- химический метод очистки;
- химико-механизированный метод очистки.

Далее рассмотрим технологию очистки при каждом из методов, их достоинства и недостатки.

2.2.1 Ручной метод очистки

Ручной метод является одним из первых методов, используемых в промышленности, поскольку не требует специальной технологии или изучения. Оборудование, необходимое для выполнения работ, является самым простым из имеющихся на рынке, а персонал для выполнения задачи может быть легко специализирован. Движущей силой процесса является рабочая сила, которая с помощью вакуумных насосов или грузовиков, лебедок, тележек, воды под давлением и других простых механических средств удаляет шлам с водой и твердыми остатками из внутренней полости резервуара и хранить их до утилизации в специальных складных помещениях вне резервуара [8].



Рисунок 2.4 – Ручной метод очистки резервуара

Последующая обработка остатков является частью процесса очистки и может быть выполнена на втором этапе. Казалось бы, простое и недорогое ре-

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		42

шение для очистки резервуара, однако, метод в последние годы часто подвергается критике за наличие большого количества недостатков. Они заключаются в следующих:

- низкая эффективность очистки;
- ведение работ в замкнутом пространстве;
- рабочие должны носить тяжелые средства индивидуальной защиты с дыхательными аппаратами;
- работа возможна только в течение определенного количества времени;
- ручное удаление шлама;
- использование водоструйной очистки под высоким давлением;
- потеря ценности нефти вместе с шламом;
- образование большого количества отходов, которые необходимо утилизировать;
- значительное использование оборудования и рабочей силы.

При очистке резервуара главный инженер составляет план работ, которые будут выполняться от начала до конца очистки. Основная часть плана касается безопасности (персонала, окружающей среды, объекта), метода, который будет использоваться для выполнения работ, стоимости, объема работ и времени выполнения. Этот процесс выполняется почти перед любой отраслевой деятельностью, и руководители стремятся выбрать наиболее эффективное и безопасное решение. После выбора ручного метода очистки резервуара и передачи проекта соответствующему подрядчику следующим шагом является подготовка к началу работ и организация строительной площадки вокруг резервуара. Сначала производится опорожнения резервуара и его дегазации. В емкости рециркулируется горячий продукт (нефть) для размягчения отложений и получения возможности как можно больше откачать жидкости из резервуара. С помощью этого метода достигается небольшое уменьшение уровня отложений. Затем бак опорожняют, но большая часть отложений остается на

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		43

дне и стенках резервуара. Все люки и другие отверстия должны быть открыты во время проведения очистных работ. Для увеличения подачи свежего воздуха устанавливаются вентиляторы. Первоначальный вход производится с использованием респиратора для произведения необходимых замеров уровня отложений. Также производится замер содержания взрывоопасных и токсичных газов в атмосфере в процентном соотношении. В случае если все показатели соответствуют установленным нормам, очистные работы начинаются. Персонал обеспечивается необходимым защитным снаряжением, таким как непромокаемая одноразовая форма, сапоги, перчатки, очки, каски, респираторы и т.п. Пространство внутри резервуара достаточно освещено, снаружи также располагается персонал для наблюдения за рабочим персоналом внутри емкости. Твердое состояние отложения является частой проблемой, возникающей при очистных работах. Для снижения вязкости используется вода под высоким давлением в сочетании с химическими растворителями. После того, как отложения превращаются в жидкость, можно транспортировать за пределы резервуара с помощью вакуумных грузовиков или пневматических и объемных насосов. Они приводятся в движение гидравлическими или электрическими взрывчатыми веществами. После полного удаления шлама в резервуар необходимо повторно произвести очистку. Этот процесс характеризуется сложностью частого ручного перемещения и позиционирования вакуумного всасывающего шланга в различные точки на дне резервуара. Кроме того, время пребывания для произведения работ внутри ограничено, поскольку это происходит во вредной среде. Персонал сменяется через равные промежутки времени, установленные международными нормами [8].

2.2.2 Механизированный метод очистки

В последние годы негативные последствия ручной очистки резервуаров наложили на отрасль более строгие правила работы в замкнутых пространствах с опасными веществами и защиты окружающей среды. По этой причине потребность в более безопасном и безвредном для человека, окружающей

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		44

среды и сооружений способе очистки привела к использованию автоматической очистки резервуаров. Данный метод набрал обороты в середине 20-го века с целью исключения доступа человека к работе в замкнутых пространствах с вредной атмосферой [9].

Механизированный метод очистки заключается в подаче горячей воды под большим давлением с использованием специального оборудования, например, системы размыва «Диоген». Для резервуаров с номинальным объемом 20 000 м³ используется система размыва марки «Диоген-700» в количестве 1 штука [9].

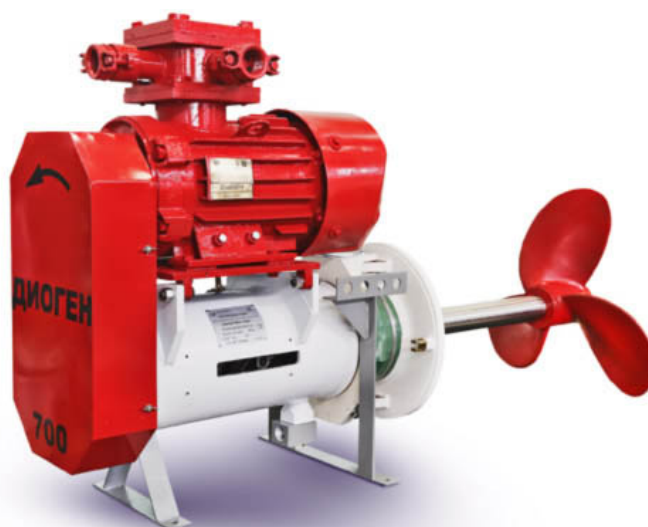


Рисунок 2.5 – Устройство системы размыва «Диоген-700»

Система со струйными форсунками крепится к резервуару методом холодной врезки и сжижает осадок в резервуаре путем распыления чистящего средства или воды, заменяя метод ручного распыления изнутри.

Под его действием происходит размыв накопившихся осадков, при котором тяжелые парафинистые осадки и механические примеси перемешиваются с общей массой нефти и одновременно откачиваются из резервуара. Это достигается с помощью двух факторов:

- 1) за счет непосредственного перемешивания нефти струей, создаваемой пропеллером изделия;
- 2) за счет создания кругового вращения всей массы хранимой нефти в резервуаре при работе пропеллера в крайних угловых положениях.

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		45

Во время работы устройства размыва атмосфера внутри резервуара постоянно контролируется автоматической системой управления и немедленно отключается, если что-либо пойдет не так. На этапах удаления шлама и очистки рабочему персоналу нельзя заходить в резервуар. Основным недостатком данного метода является то, что после произведения очистки механизированным методом может потребоваться доочистка резервуара вручную [9].

Преимущества системы размыва «Диоген-700»:

- возможность непрерывной работы 24/7;
- высокая скорость откачки отложений и повышенная продуктивность имеющихся элементов;
- короткий срок установки и демонтажа;
- отсутствие необходимости подготовки площадки или использования кранового оборудования;
- 100% безопасность с точки зрения охраны труда, промышленной и экологической безопасности;
- проведение работ в течение всего года при температуре от -25°C до $+70^{\circ}\text{C}$;
- высокое качество очистки при любых температурах внутри резервуара.

2.2.3 Химический метод очистки

Химический метод очистки заключается в растворении донных отложений с помощью растворителей. Как правило, растворители не влияют на качество хранимой нефти. Они размягчают твердый состав отложения, что позволяет без дополнительного усилия откачать их из емкости [10].

Этот метод является наиболее эффективным для зарубежных стран, но в Российской Федерации он не получил широкого применения в следствие дороговизны. Однако данный метод активно используется в сочетании с другими методами очистки, например, с механическим. Такое сочетание позволяет не только снизить затраты на очистку, но и повысить эффективность зачистки.

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		46

2.2.4 Химико-механизированный метод очистки

Химико-механизированный метод очистки заключается в использовании растворов специально подобранных моющих средств, распыляемых специальным оборудованием при температуре раствора 113 – 122 Ф. Донные отложения, которые в противном случае оставались бы твердыми для утилизации, сжижаются и откачиваются из резервуара для дальнейшей обработки. Циркуляция жидкости обеспечивается системой размыва «Диоген – 700». На втором этапе производится дегазация резервуара с использованием современных химических составов для дегазации/деактивации. Эти составы представляют собой неопасные вещества на водной основе, очищающие воздушное пространство и внутреннюю поверхность емкости от паров углеводородов и остаточных нефтяных пленок. Этот метод повышает качество, интенсивность очистки и минимальное использование ручного метода. Основным преимуществом этого метода, помимо использования низкотемпературных растворов, является возможность выделения жидкого углеводорода с содержанием воды 5%. К основным недостаткам данного способа очистки можно отнести необходимость вымывания остаточных отложений путем разбавления их с нефтью, так как при смешивании с растворителями они активизируются и могут изменить состав газовой среды в резервуаре и привести к образованию высоких концентраций взрывоопасных паров [11].

Химико-механизированная очистка резервуара от различных отложений в настоящее время занимает одно из ведущих мест в мировой практике и используется многими компаниями. Но даже самый прогрессивный способ очистки не исключает использование ручного метода доочистки и пребывание людей в загазованной среде внутри резервуара.

2.3 Рекомендации по повышению эффективности полимерных покрытий для минимизации накопления донных отложений

В нефтегазовой отрасли одним из методов борьбы с асфальтосмолопарафинистыми отложениями (АСПО) в нефтепроводах является применение по-

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		47

лимерного покрытия внутренней полости трубопровода. Ввиду свойств полимерного состава данное покрытие не позволяет отложениям оседать на стенках трубы. В качестве новизны предлагается рассмотреть его и для резервуаров. Преимуществом данного метода является то, что отложения, которые могли образоваться на стенках и днище резервуара в следствии полимерного покрытия не налипают, и могут быть откачены из резервуара после его перемешивания с основным составом [12].

В 2011 году на НПС «Лугинецкая» АО «Транснефть» перед выводом РВС в ремонт, эксплуатирующей организацией проводились работы по размыву донных отложений с использованием системы «Диоген-700». Размыв выполнялся в течение месяца с периодическим замером уровня донных отложений. Замеры проводились через замерные и световые люки. Максимальный уровень донных отложений составлял 1560 мм. После проведения всех мероприятий по размыву, уровень донных отложений стал 936 мм, что свидетельствовало о недостаточной эффективности системы размыва. Для повышения эффективности совместно с системой «Диоген – 700» был применен удалитель-растворитель АСПО «Пармастер 2010». Данный удалитель-растворитель является композитной смесью ароматических и алифатических углеводородов. Он полностью совместим с нефтью, не оказывает влияния на ее качество в соответствии с ГОСТ Р 51858-02. С использованием растворителя уровень донных отложений снизился до 624 мм.

С целью минимизации накопления донных отложений и обеспечения их незатруднительного удаления предлагается покрыть внутреннюю полость резервуара полиуретановым покрытием PolyPlex-P.

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		48

Таблица 2.3 – Достоинства и недостатки покрытия PolyPlex-P

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> • Высокая коррозионная стойкость • Высокая стойкость к образованию отложений • Эластичность и стойкость к различным механическим повреждениям • Высокая адгезия • Возможность длительной эксплуатации при температуре до 150⁰ С • Возможность кратковременной тепловой обработки паром до 200⁰ С • Экологическая чистота покрытия • Ремонтопригодность на промысле • Низкая цена 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокий коэффициент температурного расширения (этот недостаток легко компенсирует эластичность данного покрытия)

Полиуретан – это гетероцепной полимер, который имеет незамещенную и/или замещенную уретановую группу.

PolyPlex-P имеет высокую стойкость к агрессивным химическим веществам, а именно к H₂S, Cl₂, нефти, H₂O и другим. Глянцевая гладкая поверхность служит защитой от парафинистых отложений и солей. Более того, у него повышенная адгезия, что позволяет с легкостью проникнуть в сталь. Данный вид покрытия может использоваться с целью длительной эксплуатации что немало важно для резервуаров. В таблице 1 представлены все достоинства полимерного покрытия PolyPlex-P [12].

Далее анализируется экономическая эффективность применения химико-механизированного метода и полимерных покрытий. Для этого имеются определенные параметры резервуара и свойства нефти, которая храниться в нем (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Необходимые параметры резервуара типа РВС 20000 м³

Наименование параметров резервуара	Значение
Номинальный объем, м ³	20000
Внутренний диаметр стенки, мм	39900
Высота стенки, мм	17910
Расчетная высота налива, мм	17100
Количество поясов, шт	9
Толщина верхнего пояса, мм	10
Толщина нижнего слоя, мм	22
Толщина центральной части днища, мм	5

					Анализ технологических решений по повышению эффективности очистки резервуаров от донных отложений	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		50

3 Технологическая часть

Стальные резервуары используются для хранения таких жидкостей, как сырая нефть, промежуточные продукты и продукты нефтепереработки, газ, химикаты, отходы, водные смеси и вода. Коррозия является основной причиной износа стальных резервуаров и их оборудования. По этой причине контроль и предотвращение коррозии резервуаров имеет первостепенное значение для эффективной экономики и безопасности предприятия. Одним из наиболее эффективных методов предотвращения коррозии резервуаров является нанесение соответствующего покрытия. На сегодняшний день нефтегазовые предприятия используют полимерные покрытия в качестве защиты от коррозии. Однако при правильном выборе полимерного покрытия можно предотвратить и/или снизить накопление донных отложений в резервуаре. Полиуретановое покрытие PolyPlex-P имеет не только антикоррозионные свойства, но и необходимые свойства для снижения уровня нефтяных отложений.

Необходимые характеристики полимерных покрытий приведены на рисунке.



Рисунок 3.1 – Основные требования к полимерным покрытиям

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Назкпычева		06.06.2022	Технологическая часть		51	99
Руковод.		Брусник О.В.		06.06.2022				
Рук. ООП		Брусник О.В.		06.06.2022				
						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Часто один слой покрытия не обладает всеми требуемыми свойствами, поэтому вместо одного слоя наносится несколько или используется система нанесения полимеров. Первый слой или грунтовка должны защищать и прилипать к поверхности резервуара (обладать высокой адгезией). Пленка полимерного покрытия состоит из промежуточных слоев, а верхний слой или финишный слой обеспечивают защиту от солнечного света, истирания и т. д. и часто обеспечивают прочность. Грунтовки и верхние покрытия, разумеется, должны быть совместимы друг с другом, и для получения такой информации следует проконсультироваться с поставщиками покрытий. Из-за того, что затраты на нанесение намного превышают затраты на материалы, решение состоит в том, чтобы свести к минимуму количество слоев в системе окраски с помощью одной толстослойной системы.

Еще одним из важных показателей при выборе полимерных покрытий являются условия эксплуатации резервуара.

3.1 Подготовительные работы для проведения очистки резервуара от донных отложений

До начала очистки резервуара от донных отложений проводятся подготовительные работы. Они включают в себя следующие стадии [12]:

- 1) установка ограждения вокруг места проведения работ;
- 2) подготовка емкости для временного хранения продукта (в случае если объем большой);
- 3) организация сбора отложений в отдельную емкость для дальнейшей утилизации;
- 4) проверка пожаробезопасности резервуара;
- 5) подогрев нефти в резервуаре до определенной в нормативной документации температуры;
- 6) перемешивание продукта с использованием системы размыва;
- 7) опорожнение резервуара до уровня донных отложений;
- 8) отключение резервуара от системы автоматических заглушек;

					Технологическая часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		52

9) дегазация.

3.2 Последовательность работ при покрытии внутренней поверхности резервуара полимерами

После проведения подготовительных работ для очистки резервуара производится непосредственно зачистка. До покрытия внутренней поверхности в работе рассматривается очистка резервуара с использованием химико-механизованного метода. Для этого производится полное опорожнение резервуара до уровня донных отложений. После чего оставшаяся масса подогревается. Посредством системы размыва «Диоген-700» в резервуар поступает нефть и растворитель струйным методом под давлением. Растворенные отложения откачиваются [12].

Далее персонал проводит контроль уровня загазованности внутри резервуара. Это можно сделать, считывая информацию с датчиков, установленных на резервуаре или с использованием ручного электронного прибора. После того, как персонал убедился в соответствии уровня загазованности допустимым значениям, производится ручная доочистка резервуара. Для проведения ручной доочистки используют лопаты, скребки и прочие подручные инструменты.

Проведя полную очистку резервуара, необходимо обезжирить поверхность, которая будет покрываться полимерами. За этапом обезжиривания поверхности наносится хроматирующий раствор. Он позволяет увеличить адгезии покрытия в металл, тем самым продлит срок эксплуатации.

Последним этапом является нанесение полиуретанового покрытия PolyPlex-P. Для этого персонал использует пульверизационную машинку. Это ускорит проведение работ и сократит время нахождения людей во вредной для здоровья зоне.

Перед завершением работ необходимо провести диагностику всей внутренней поверхности резервуара на наличие коррозионных образований и прочих дефектов. При наличии устранить соответствующими методами ремонта.

					Технологическая часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		53

3.3 Требования к безопасности при проведении очистных работ

Удаление паров и газов происходит после того, как весь продукт с резервуара будет откачен. Резервуар при этом должен быть изолирован. Производство должно установить и внедрить безопасные процедуры для производства дегазации. Приемлемые условия входа должны быть указаны и проверены с помощью соответствующих испытаний и мониторинга до входа в резервуар [12].

Процедуры должны включать:

- методы дегазации паров и газов;
- идентификация и контроль источников воспламенения, включая соединение и заземление;
- устранение и/или контроль токсичных опасностей, включая, помимо прочего, H₂S, азот, пирофорные вещества, CO₂ и т. д.;
- выбор и расположение воздуходувок и вентиляционных устройств;
- сбор, контроль или рассеивание паров и газов;
- очистка, инертзация, промывка или вентиляция резервуаров по мере необходимости для устранения или контроля атмосферных опасностей.

Естественная вентиляция резервуара при концентрации паров в газовом объеме более 2 г/м³ должна проводиться через верхние световые люки с установкой на них дефлекторов [12].

Запрещается проводить вскрытие люков и дегазацию резервуара (принудительную и естественную) при скорости ветра менее 1 м/с.

При проведении очистных работ в резервуаре запрещено использование любых ударных инструментов.

К работе внутри резервуара разрешается приступать после осуществления подготовительных операций с оформлением акта о готовности к проведению ремонта резервуара.

					Технологическая часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		54

Допуск персонала в резервуар для сбора и удаления остатков нефтепродукта разрешается при выполнении следующих требований:

- 1) содержание паров нефтепродукта не должно превышать значений ПДК;
- 2) содержание кислорода должно быть не менее 20% (по объему);
- 3) температура воздуха в резервуаре должна быть не выше 35 °С.

Во время производства работ у резервуара должны дежурить не менее двух работников для оказания, в случае необходимости, помощи работнику, находящемуся в резервуаре [12].

Для освещения внутри резервуара должны применяться переносные электрические светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не выше 12 В.

После завершения работ внутри резервуара он должен быть подготовлен к закачке следующим образом:

1) Персонал должен подтвердить, что в каждом резервуаре нет отходов и материалов, использованных при техническом обслуживании и осмотре. Сопутствующие трубопроводы и опоры, в том числе клапаны с гидравлическим приводом, клапаны высокого давления. трубы и фланцы на месте и надежно закреплены.

2) Весь персонал должен выйти из резервуара и закрыть купол или доступ к резервуару, оставляя открытыми только определенные вентиляционные отверстия. Инертные баллоны до 8% от уровня кислорода [12].

					Технологическая часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		55

Каркасы и упаковка	27372
Всего	432742

4.1 Проверочный расчет прочности стенки резервуара

Расчет на прочность определяется по среднему кольцевому напряжению в каждом поясе согласно ГОСТ 31385 по формуле [1]:

$$\sigma_x = \frac{[g \cdot \rho (H_h - z) + 1,2 \cdot P_u] \cdot r}{\delta_i}, \quad (1)$$

где H_h - проектный уровень налива продукта в резервуаре, м;

ρ – расчетная плотность продукта, кг/м³;

z – высота середины пояса, м;

r – радиус резервуара, м;

δ_i – расчетная фактическая толщина пояса, м.

Расчетную толщину i -го пояса стенки из условия прочности при действии основных сочетаний нагрузок следует определять на уровне, соответствующем максимальным кольцевым напряжениям в срединной поверхности пояса по формуле:

$$t_i = [0,001 \cdot \rho_d \cdot g \cdot (H_d - z_i) + 1,2 \cdot p] \cdot \frac{r}{R}, \quad (2)$$

где t_{di} - расчетные толщины i -го пояса для эксплуатации и гидравлических испытаний, м;

z_i - расстояние от днища до нижней кромки i -го пояса, м;

H_{di} - расчетные уровни налива продукта (воды) для эксплуатации и гидравлических испытаний, м;

ρ_{di} - плотность продукта (воды) для эксплуатации и гидравлических испытаний, т/м³;

g - ускорение свободного падения, $g=9,8$ м/с²;

p - нормативное избыточное давление в газовом пространстве, МПа;

R – расчетный параметр, Мпа, следует определять по формуле:

$$R = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \quad (3)$$

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		57

где γ_c – коэффициент, учитывающий условия работы стенки резервуара при расчете на прочность (для первого пояса 0,7; для всех остальных 0,8) [таблица 4];

γ_m – коэффициент надежности по материалу, $\gamma_m = 1,025$ [13, таблица 5];

γ_n – коэффициент надежности по назначению, $\gamma_n = 1,1$ [13, таблица 6];

R_{yn} – предел текучести стали, Па, $R_{yn} = 2991 \cdot 10^6$ Па [14, таблица 6].

γ_t – безразмерный температурный коэффициент, определяемый по формуле:

$$\gamma_t = \begin{cases} \frac{\sigma_T}{\sigma_{T,20}}, & \text{если } T > 100^\circ\text{C}, \\ 1, & \text{если } T \leq 100^\circ\text{C}, \end{cases} \quad (4)$$

Здесь $\sigma_T, \sigma_{T,20}$ – допускаемые напряжения стали при расчетной температуре металла соответственно T и 20°C .

Рассчитываем расчетный параметр R :

$$R = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{34 \cdot 0,7 \cdot 1}{1,025 \cdot 1,1} = 206,989 \text{ МПа (1 – ый пояс);}$$

$$R = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{34 \cdot 0,8 \cdot 1}{1,025 \cdot 1,1} = 24,124 \text{ (2 – ой и остальные пояса).}$$

Результаты расчетов на прочность каждого пояса приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – . Прочность каждого пояса стенки РВС-20000

№ пояса	Толщина стенки, мм	Величина прочности, МПа
1	14	3,7
2	14	30,5
3	11	73
4	11	107,2
5	9	172,8
6	9	214,6
7	8	288,4
8	8	335,4

Критерием оценки прочности каждого пояса является выполнение условия:

$$\sigma_x \leq \frac{\gamma_c \cdot R_{уп}}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \quad (5)$$

Тогда критерий условия будет равен,

$$\text{для первого пояса: } \sigma_x \leq \frac{\gamma_c \cdot R_{уп}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{0,7 \cdot 2991 \cdot 10^6}{1,025 \cdot 1,1} = 1856,9 \text{ МПа,}$$

$$\text{для остальных поясов: } \sigma_x \leq \frac{\gamma_c \cdot R_{уп}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{0,8 \cdot 2991 \cdot 10^6}{1,025 \cdot 1,1} = 2122,2 \text{ МПа.}$$

Сравнив полученные значения сделан вывод, что для всех поясов выполняется условие.

4.2 Расчет устойчивости стенки резервуара

При расчете стенки резервуара на устойчивость вычисляется соотношение, в котором должно выполняться следующее условие:

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{v,кр}} + \frac{\sigma_r}{\sigma_{r,кр}} \leq \gamma_c, \quad (6)$$

где σ_v – расчетное напряжение сжатия в кольцевом сечении рассматриваемого пояса от суммарного значения вертикально действующих расчетных внешних нагрузок и воздействий;

$\sigma_{v,кр}$ – критическое меридиальное напряжение;

σ_r – расчетное напряжение сжатия в вертикальном сечении рассматриваемого пояса от суммарного значения горизонтально действующих расчетных внешних нагрузок и воздействий;

$\sigma_{r,кр}$ – нижнее критическое напряжение в вертикальном сечении стенки.

Поскольку в процессе эксплуатации резервуара на его стенку и крышу оказывает воздействие ветер, а также снег в зимнее время года, то эти нагрузки должны быть учтены при произведении расчетов.

Расчетная величина результирующей снеговой нагрузки на крышу определяется по формуле:

$$S = S_0 \cdot \mu \quad (7)$$

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		59

где S_0 – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли. Для рассматриваемого района $S_0 = 3,2 \text{ кПа}$ [15, таблица 4*];

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, $\mu = 1$ [15, приложение 3].

Тогда,

$$S = 3,2 \cdot 1 = 3,2 \text{ кПа.}$$

Расчетная величина результирующей ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$\omega_m = \omega_0 \cdot k \cdot C \quad (8)$$

где ω_0 – нормативное значение ветрового давления;

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте, $k = 2,75$ [таблица 6];

C – аэродинамический коэффициент, $C = 0,7$ [16, приложение 4].

Тогда,

$$\omega_m = \omega_0 \cdot k \cdot C = 0,38 \cdot 2,75 \cdot 0,7 = 0,7315 \text{ кПа.}$$

Наибольшие нагрузки в процессе эксплуатации испытывает первый пояс резервуара. Расчет устойчивости для этого пояса проводится без учета собственного веса стенки первого пояса. Для этого сначала вычисляем вес той части стенки, которая расположена выше рассчитываемого пояса, по формуле:

$$P_{cm}' = \frac{P_{cm}}{8} \cdot 7 = \frac{2207830,405 \cdot 7}{8} = 1931851,25 \text{ Н,} \quad (9)$$

Вычисляем значение напряжения сжатия в кольцевом сечении первого пояса по формуле:

$$\sigma_B = \frac{P_k + P_{cm}' + \pi \cdot r^2 (S + P_d)}{2\pi r t}, \quad (10)$$

где P_k – вес крыши резервуара, Н;

P_d – вес днища резервуара, Н.

Тогда,

$$\sigma_B = \frac{1039975,831 + 1931851,25 + 3,14 \cdot 19,95^2 (3200 + 562980,3)}{2 \cdot 3,14 \cdot 19,95 \cdot 0,002} = 2,7 \text{ МПа.}$$

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		60

В соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85* вычисляем критическое меридиальное напряжение по следующей формуле:

$$\sigma_{в.кр} = c \cdot E \cdot \frac{r}{t} \quad (11)$$

где E – модуль упругости, $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа;

t – общее отклонение толщины, м.

Тогда,

$$\sigma_{в.кр} = 0,7 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot \frac{19,95}{0,002} = 14,3 \text{ МПа.}$$

Далее вычисляем напряжение сжатия в вертикальном сечении первого пояса:

$$\sigma_{г} = \frac{r \cdot (P_d \cdot \omega_m)}{t} = \frac{19,95 \cdot (562980 \cdot 0,7315)}{0,002} = 4,1 \text{ МПа} \quad (12)$$

Затем вычисляем нижнее критическое напряжение в вертикальном сечении стенки:

$$\sigma_{г.кр} = 0,55 \cdot E \cdot \frac{r}{H} \cdot \left(\frac{t_{ср}}{2}\right)^{\frac{3}{2}} = 0,55 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot \frac{19,95}{17,1} \cdot \left(\frac{0,002}{2}\right)^{\frac{3}{2}} = 40 \text{ МПа} \quad (13)$$

Проверяем выполнение устойчивости стенки резервуара при воздействии на нее вертикальных и горизонтальных внешних нагрузок:

$$\sigma_{в} = 2,7 < \sigma_{в.кр} = 14,3 \quad (14)$$

$$\sigma_{г} = 4,1 < \sigma_{г.кр} = 40 \quad (15)$$

Условие устойчивости выполняется. Проверяем выполнение условия общей устойчивости стенки:

$$\frac{\sigma_{в}}{\sigma_{в.кр}} + \frac{\sigma_{г}}{\sigma_{г.кр}} \leq \gamma_c, \quad (16)$$

где $\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы стенки резервуара вертикального стального при расчете ее на устойчивость.

Поскольку требуемое соотношение выполняется, можно сделать вывод о выполнении условия общей устойчивости стенки.

4.3 Расчет срока эксплуатации

Все сооружения и оборудование, используемые в нефтегазовом деле,

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		61

имеют определенный срок эксплуатации.

Далее произведен расчет срока эксплуатации резервуара типа РВС-20000 согласно ГОСТ Р 5062-2017.

Срок безопасной эксплуатации пояса стенки резервуара определяется по:

$$T_i^п = \frac{[\delta_i] - \delta_i}{V_{i \text{ ут.корр}}}, \quad (17)$$

$[\delta_i]$ – допускаемая толщина пояса, мм;

$V_{i \text{ ут.корр}}$ – скорость коррозионного равномерного уплотнения пояса резервуара, определяемая по формуле:

$$V_{i \text{ ут.корр}} = \frac{\delta_{\text{пр}} - \delta_i}{T_{i \text{ раб}}}, \quad (18)$$

$\delta_{\text{пр}}$ – проектная толщина пояса, мм;

$T_{i \text{ раб}}$ – срок между вводом в эксплуатацию пояса и техническим диагностированием, год.

Допускаемая толщина пояса вычисляется по следующей формуле:

$$[\delta_i] = \frac{[g \cdot \rho (H_h - z) + 1,2 \cdot P_u] \cdot r}{[\sigma]}, \quad (19)$$

где $[\sigma]$ – допустимое напряжение, Па, определяемое по:

$$[\sigma] = \frac{\gamma_c \cdot R_{\text{уп}}}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \quad (20)$$

для первого пояса: $[\sigma] = \frac{\gamma_c \cdot R_{\text{уп}}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{0,7 \cdot 2991 \cdot 10^6}{1,025 \cdot 1,1} = 1856,9 \text{ МПа},$

для остальных поясов: $[\sigma] = \frac{\gamma_c \cdot R_{\text{уп}}}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{0,8 \cdot 2991 \cdot 10^6}{1,025 \cdot 1,1} = 2122,2 \text{ МПа}.$

Все результаты произведенных расчетов показаны в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты расчетов срока безопасной эксплуатации

№	Допустимое напряжение, МПа	Допускаемая толщина, м	Скорость коррозионного уплотнения, мм/год	Срок безопасной эксплуатации, год
1	1856,9	0,067	0,5	38
2	2122,2	0,056	0,5	30
3	2122,2	0,045	1	12
4	2122,2	0,038	0,75	13

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		62

5	2122,2	0,034	1	9
6	2122,2	0,031	0,75	11
7	2122,2	0,028	0,75	10
8	2122,2	0,024	0,5	12

Срок безопасной эксплуатации резервуара принимают равным минимальному их сроков эксплуатации поясов.

Исходя из произведенных расчетов сделан вывод, что срок безопасной эксплуатации резервуара составляет 9 лет.

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		63

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В выпускной квалификационной работе описывается целесообразность применения специального полимерного покрытия в резервуаре типа РВС – 20000 м³. Необходимо изучить эффективность применения полимерного покрытия PolyPlex-P. С этой целью необходимо рассчитать единовременные и эксплуатационные затраты для того, чтобы сравнить экономическую эффективность метода для минимизации накопления донных отложений, а также рассчитать стоимость закупки, производства покрытия внутренней поверхности резервуара.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и рентабельности предлагаемого технологического решения

Главным потенциальным потребителем метода полимерного покрытия является ПАО «Транснефть». Основной вид деятельности: организация и осуществление транспортировки нефти и нефтепродуктов по системе магистральных трубопроводов в Российской Федерации.

Доля на соответствующем нефтяном сегменте рынка в разрезе основных видов деятельности показана на рисунке 5.1.

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Назклычева</i>		06.06.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О.В.</i>		06.06.2022			64	99
<i>Рук. ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

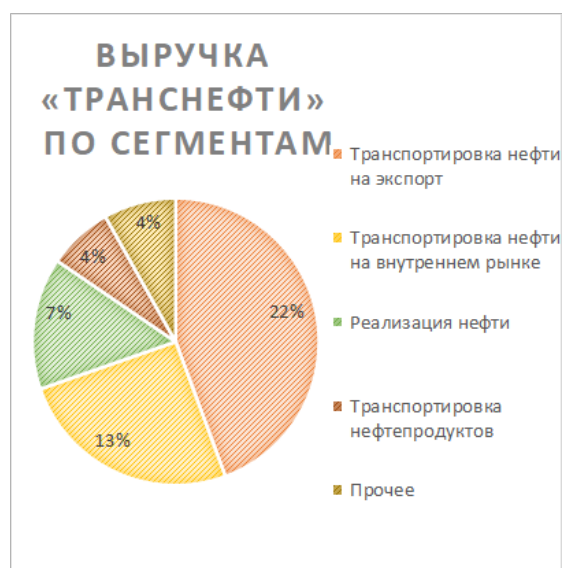


Рисунок 5.1 – Доля ПАО «Транснефть» на нефтяном рынке

В данном сегменте компания является главным монополистом в России.

Таблица 5.1 – Анализ сегментирования рынка по способу борьбы с донными отложениями

Размер компании	Способы борьбы с донными отложениями	
	Зачистка резервуара с выводом из эксплуатации	Стационарная установка размыва донных отложений
Малые	+	
Средние		+
Крупные		+

Таким образом, проведенный обзор показывает, что очистка резервуара довольно трудоемкий процесс, сопровождается выводом резервуара из эксплуатации на длительный срок. Для предотвращения накопления донных отложений и увеличения продолжительности эксплуатации резервуара между его зачистками рекомендуется оснащение резервуара стационарно установленными системами размыва донных осадков.

5.2 SWOT – анализ

Инструментом стратегического менеджмента является SWOT – анализ (таблица 5.2). Применяется в комплексной системе для изучения внутренней и внешней среды предприятия.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		65

Применительно к проекту технологии размыва донных отложений на резервуарах вертикальных стальных типа РВС – 20000 м³ полимерного покрытия в совокупности с устройством «Диоген – 700», на предприятии АО «Транснефть – Западная Сибирь». SWOT – анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для SWOT – анализа составляется матрица SWOT, с ее помощью можно выявить соответствия сильных и слабых сторон проекта, их возможности и угрозы.

Таблица 5.2 – SWOT-анализ

	Возможности	Угрозы
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность роста внутреннего потребления труб, строительство трубопроводов «Транснефть» 2. Рост экспортных возможностей на фоне повышения качества 3. Предложение о сотрудничестве с другими компаниями. 4. Неудачное поведение конкурентов, стратегическая важность компании для государства 5. Строительство трубопроводов «Транснефть» 6. Предложение о сотрудничестве с другими компаниями 7. Рост экспортных возможностей на фоне повышения качества работы 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение доли рынка из-за высокой и растущей конкуренции между отечественными игроками на внутреннем рынке 2. Рост темпов инфляции, пошлин, налогов 3. Изменение уровня цен на нефть 4. Ухудшение позиций конкурентов 5. Усиление конкуренции 6. Изменение налогового законодательства 7. Кредитные риски 8. Возможность конкурентов занять часть рынка

Сильные стороны	«Сила и возможность»	«Сила и угрозы»
<p>1. Явные признаки монополии, компания является крупнейшим оператором магистральных нефтепроводов в России.</p> <p>2. Долгосрочные контракты с компаниями нефтегазового сектора</p> <p>3. Наличие собственной магистральной сети нефтепровода</p> <p>4. Показатель качества нефти отвечают всем современным требованиям.</p>	<p>В рамках инвестирования и расширения деятельности, внешние и внутренние стороны для организации открывают безграничные перспективы. Компания является естественной государственной монополией. Исходя из этого, поддержка компании государством в акционерном капитале является наиболее сильной внешней и внутренней стороной, что является весомой гарантией на дальнейшую перспективу и устойчивость компании на долгую работу.</p>	<p>Компания является монопольной и находится в государственном ведении, возможность выхода на рынок конкурентов невелика</p>
Слабые стороны	«Слабость и возможность»	«Слабость и угрозы»
<p>1. Высокая потребность в капитале реконструкции, расширения усовершенствования стареющей трубопроводной системы компании.</p> <p>2. Риски аварий инцидентов.</p> <p>3. Кадровые социальные риски.</p> <p>4. Выход нефти, влияющий на экологию.</p> <p>5. Зависимость добывающей отрасли.</p>	<p>При участии государства компания может получить серьезное финансирование на капитальный и текущий ремонт изношенных участков нефтепровода. Увеличение долга – заемные и привлеченные средства направляются на финансирование масштабных инвестиционных проектов, эффект от которых значителен, что говорит о слабом влиянии данного фактора.</p>	<p>Выход конкурентной компании на рынок транспортировки нефти в регионах максимально изношенной материально-технической базой. Практически же это неосуществимо из-за нескольких причин: необходимость огромных инвестиций, которыми потенциальные конкуренты не располагают, законодательное регулирование данного вида деятельности. Конкуренты могут лишь отвоевать компании небольшую часть рынка.</p>

В виду того, что АО «Транснефть – Западная Сибирь» является естественной монополией и обладает обширной поддержкой государства, даже в условиях финансового кризиса, можно с уверенностью сказать, что компания имеет множество сильных сторон, экономический эффект от которых многократно перекрывает эффект от слабых сторон этой организации. Слабые стороны данной организации назвать достаточно сложно, например частичная изношенность материально – технической базы, в то же время, деятельность компании направлена на устранение этих недостатков.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		67

Используя результаты SWOT – анализа, можно с уверенностью заявить, что компания обладает огромным запасом прочности исходя только из своих финансовых показателей. Учитывая еще и государственный и законодательный фактор, можно с уверенностью заявить о том, что данная естественная монополия обладает огромной прочностью и большими перспективами роста. В деятельности компании не могут вмешаться конкуренты, поскольку трубопроводная транспортировка нефти законодательно закреплена за ПАО «Транснефть» как стратегическое направление деятельности.

5.3 Планирование выполнения работ

Структура работ в рамках научного исследования. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.2.

Т

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		68

аблица 5.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительные работы	1	Откачка содержимого продукта, отсоединение от магистральных трубопроводов	Техник
	2	Осуществление дегазации резервуара	Техник
	3	Заполнение акта о готовности резервуара к дальнейшим действиям	Оператор
Очистка внутренней полости резервуара	4	Осуществление механической очистки	Техник
	5	Проведение доочистки ручным методом	Техник
Подготовка поверхности резервуара к покрытию	6	Обезжиривание внутренней поверхности резервуара	Техник
	7	Проверка целостности всей полости резервуара	Техник
Нанесение покрытия на 2 нижних пояса и днище резервуара	8	Нанесение хроматирующего раствора	Техник
	9	Нанесение полиуретанового покрытия	Техник

5.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Для определения ожидаемого значения трудоемкости ($t_{ожi}$) используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5},$$

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения ра-

бот несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследования составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

5.5 Разработка графика проведение необходимых мероприятий

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения мероприятий в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работы из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{\text{кал}},$$

где $K_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 52$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22.$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 5.3.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		70

Таблица 5.3 – Временные показатели проведения необходимых работ

Название работы	Трудоемкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	min, чел-дни	max, чел-дни	ожі, чел-дни			
1. Откачка содержимого продукта, отсоединение от магистральных трубопроводов	0,5	1	1	Техник	1	1
2. Осуществление дегазации резервуара	0,5	1	0,5	Техник	0,5	1
3. Заполнение акта о готовности резервуара к дальнейшим действиям	0,3	0,5	0,4	Оператор	0,4	1
4. Осуществление механической очистки	1	2	1,5	Техник	1,5	2
5. Проведение доочистки ручным методом	2	3	2,5	Техник	2,5	5
6. Обезжиривание внутренней поверхности резервуара	0,5	1	1	Техник	1	1
7. Проверка целостности всей полости резервуара	0,3	0,5	0,5	Техник	0,5	1
8. Нанесение хроматирующего раствора	0,5	1	1	Техник	1	1
9. Нанесение полиуретанового покрытия	1	2	1,5	Техник	1,5	2

На основе таблицы был построен план-график, представленный в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	T_{ki}	Продолжительность выполнения работ											
				Июнь				Июль				Август			
1.	Откачка содержимого продукта, отсоединение от магистральных трубопроводов	Техник		■											
2.	Осуществление дегазации резервуара	Техник			■										
3.	Заполнение акта о готовности резервуара к дальнейшим действиям	Оператор				■									
4.	Осуществление механической очистки	Техник				■	■								
5.	Проведение доочистки ручным методом	Техник						■	■	■	■				
6.	Обезжиривание внутренней поверхности резервуара	Техник										■			
7.	Проверка целостности всей полости резервуара	Техник											■		
8.	Нанесение хромирующего раствора	Техник												■	
9.	Нанесение полиуретанового покрытия	Техник													■

5.6 Бюджет для проведения мероприятия

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам.

В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

5.6.1 Расчет затрат на специальное оборудование для проведения работ

Данная работа включает в себя все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по работе занесен в таблицу.

Материальные затраты включают затраты на необходимые материалы для проведения работы. Все необходимое спецоборудование, материалы и затраты на его приобретение представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Смета затрат на реализацию работ

Наименование	Кол-во	1 исп.	2 исп.
		Цена за ед., руб.	
Система размыва «Диоген – 700»	1 шт.	554 200	554 200
Растворитель «Пармастер – 2010»	2576 л	4 348 288	-
Хроматирующий раствор	7,5 л	-	12660
Полиуретановое покрытие «PolyPlex-P»	1500 м	-	4 055 310
Машинка для нанесения покрытия	1 шт.	-	162 330
Итого:		4 902 488	4 784 500

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного вида работ и имеющегося в данной научно – технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

5.6.2 Затраты на оплату труда исполнителей работ

Основная заработная плата. В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		73

выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводим в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	к _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Оператор	188,25	1,3	30 000	1 506	1	1 506
Техник	226	1,3	36 000	1 808	9,5	17 176

Данная часть включает в себя основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_b = Z_{осн} \cdot Z_{доп},$$

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

Основная заработная плата от предприятия рассчитывается в следующей форме:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_r,$$

где T_r – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.,

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.,

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5 – дневная неделя,

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6 – дневная неделя,

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		74

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней.

Таблица 5.7 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Оператор	Техник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего дня		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	219	219

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

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 15% от основной заработной платы работника, непосредственно участвующих в выполнении работ:

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

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты.

Таблица 5.8 – Заработная плата исполнителей работ

Заработная плата	Оператор	Техник
Основная зарплата	1506	17176
Дополнительная зарплата	753	8588
Итого:	2259	25764

5.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитываются по формуле:

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

где $k_{внеб} = 30,2\%$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 5.9 – Отчисления на социальные нужды

	Оператор	Техник
Зарплата	2259	8588
Отчисления на социальные нужды	682,218	2593,576

5.6.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр},$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{накл1} = (4902488 + 28023 + 3276) \cdot 0,16 = 1\,973\,515$$

$$З_{накл2} = (4784500 + 28023 + 3276) \cdot 0,16 = 1\,926\,320.$$

5.6.5 Формирование бюджета затрат на проведение работ

Исходя из приведенных выше затрат формируется бюджет затрат на выполнение всех необходимых работ.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		76

Таблица 5.10 – Расчет бюджета затрат на выполнение работ

Наименование выплаты	Сумма, руб.	
	1 исп.	2 исп.
1. Затраты на специальное оборудование для проведения работ	4 902 488	4 784 500
2. Затраты на заработную плату работников	28 023	28 023
3. Отчисления во внебюджетные фонды	3 275,794	3 275,794
4. Накладные расходы	1 973 515	1 926 320
Итого:	6 907 302	6 742 119

5.7 Определение ресурсоэффективности и ресурсосбережение

На основе расчета интегрального показателя происходит определение эффективности предлагаемого метода минимизации накопления донных отложений. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) методов. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Таблица 5.11 – Финансовые показатели

Исполнение	Наименование затрат					
	Специальное об-е	Основная заработная плата	Доп. заработная плата	Отчисление во внебюджетные фонды	Накладные расходы	Итого
1	4 902 488	18 682	9 341	3 275,794	1 973 515	6 907 302
2	4 784 500	18 682	9 341	3 275,794	1 926 320	6 742 119

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}j} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где Φ_{pi} – стоимость i – го варианта исполнения,

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

Для первого метода:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}j} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{6907302}{6907302} = 1.$$

Для второго метода:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}j} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{6742119}{6907302} = 0,98.$$

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения за-
чистки можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_j \cdot b_j,$$

где a_j, b_j – весовой коэффициенты j – го варианта исполнения.

Таблица 5.12 – Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
Способность росту производительности труда пользователя	0.1	4	5
Удобство в эксплуатации	0.2	5	5
Помехоустойчивость	0.1	4	5
Энергосбережение	0.1	4	5
Надежность	0.2	4	5
Материалоемкость	0.3	4	5
Итого:	1	25	30

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{p-исп.1} = \sum 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 = 4,2;$$

$$I_{p-исп.2} = \sum 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 = 5.$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}},$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,2}{1} = 4,2,$$

$$I_{исп.2} = \frac{5}{0,98} = 5,1.$$

Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп}}{I_{мин}},$$

$$\mathcal{E}_{ср1} = \frac{4,2}{4,2} = 1,$$

$$\mathcal{E}_{ср2} = \frac{5,1}{4,2} = 1,21.$$

Таблица 5.13 – Сравнительная эффективность метода

	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный финансовый показатель метода	1	0,98
Интегральный показатель ресурсоэффективности метода	4,2	5
Интегральный показатель эффективности	4,2	5,1
Сравнительная эффективность методов	1	1,21

Заключение по разделу

Величина интегрального финансового показателя указывает на удешевление стоимости проведения очистных работ на 0,98 раз.

Сравнение интегрального показателя эффективности предлагаемого метода и аналога позволило определить сравнительную эффективность проекта, которая

составила 4,2 для химико-механизированного метода и 5,1 для полимерного покрытия.

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило понять и выбрать более эффективный вариант технологического решения с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Сравнение эффективности проведения исследования показало экономическую целесообразность 2 метода, показатель ресурсоэффективности которого $I_p = 1,21$.

В результате проведенных расчетов и полученных данных можно сделать вывод, что применение полимерного покрытия PolyPlex-P позволяет сократить общую стоимость проведения работ по очистке на примере резервуара РВС объемом 20000м³ по сравнению со стоимостью тех же работ, но с применением химико-механизированного метода очистки. Расчет показал, что затраты на специальное оборудование сократились на 3% (рисунок 2). Компании финансово выгодно использовать полимерные покрытия, поскольку она будет тратить 6 742 119 рублей каждые 6-8 месяцев. А при использовании химико-механизированного метода будут производиться траты в размере 6 907 302 каждый месяц.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		80

6 Социальная ответственность

В данном разделе представлен анализ вредных и опасных факторов при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарном парке. Так же рассмотрены вопросы экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях при удалении твердых отложений из резервуаров вертикальных стальных типа РВС объемом до 20000 м³.^[1]

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовую деятельность регламентируют следующие правовые, нормативные акты, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы:

- Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005 г.)^[2];
- Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г.^[3];
- Трудовой кодекс №197-ФЗ^[4];
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03^[5];
- Инструкции по технике безопасности ПАО «Транснефть» и дочерних акционерных обществ^[6];
- ГОСТ 12.0001-82 ССБТ Система стандартов безопасности труда^[7];

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Назклычева</i>			06.06.2022	Социальная ответственность	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Брусник О.В.</i>			06.06.2022			81	99
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>			06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

– Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.) [8];

– Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г. [9];

– Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г., дополнения к ним от 25.07.1995 г. [10]

6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Зачистку резервуаров из-под нефтепродуктов должны осуществлять специально обученные и подготовленные работники, допущенные к этим работам медицинской комиссией.

Перед началом работ по зачистке работники должны пройти инструктаж о мерах безопасности труда в соответствии с инструкцией предприятия для данного вида работ. Отметка о проведении инструктажа делается в личной карточке инструктажа и наряде-допуске на выполнение работ повышенной опасности.

Лица моложе 18 лет и женщины к работам по зачистке резервуаров не допускаются.

Члены бригады по зачистке резервуаров должны быть обеспечены:

- костюмом брезентовым;
- сапогами кирзовыми;
- рукавицами брезентовыми;

при зачистке резервуаров из-под этилированного бензина дополнительно:

- бельем нательным;
- фартуком брезентовым.

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		82

Приказом по предприятию назначается ответственное лицо из числа специалистов, которое определяет технологию зачистки резервуара с учетом местных условий и особенностей работ. При производстве зачистных работ сторонней организацией назначается лицо из этой организации, ответственное за соблюдение требований и инструкций по технике безопасности.

Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда устанавливается в повышенном размере в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю. При этом продолжительность рабочего времени конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

Коллективным договором, а также с письменного согласия работника, оформленного путем заключения отдельного соглашения к трудовому договору, условия труда на рабочем месте которого по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда, сокращенная продолжительность рабочего времени (не более 36 часов в неделю) может быть увеличена, но не более чем до 40 часов в неделю с выплатой работнику отдельно устанавливаемой денежной компенсации, порядок, условия и размеры которой установлены коллективным договором.

Максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, не может превышать при 36-часовой рабочей неделе –

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		83

8 часов.

Ежегодные дополнительные оплачиваемые отпуска предоставляются работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в соответствии с законодательством Российской Федерации. Минимальная продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 7 календарных дней.

Компенсация за вредные условия труда и ее размер устанавливаются на основании статей Трудового кодекса, коллективного договора или иных внутренних документов предприятия.

Законодательно предусмотрено, что люди, работающие в опасных условиях, могут получать такие гарантии и компенсации:

- уменьшение количества рабочих часов (36 часов в неделю и меньше);
- оплачиваемый отпуск, являющимся дополнительным и предоставляемым каждый год (не меньше 7 календарных дней);
- происходит рост оплаты труда (не меньше 4% от оклада);
- льготы для пенсионного обеспечения;
- бесплатное лечение и оздоровление;
- выдача расходных материалов – спецодежды, обеззараживающих средств.

Работодатель на сегодня имеет право самостоятельно определять вид и размер компенсации за вредные условия труда, основываясь на Трудовом кодексе.

Также он может инициировать повышение суммы. Все компенсации выплачиваются из страховых взносов работодателей по тарифам, установленными страховыми организациями.

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		84

6.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при удалении твердых отложений из резервуаров вертикальных стальных типа РВС 20000 м³ (таблица 6.1). Резервуар металлический, каркасный, по форме – цилиндрический, по способу организации- со стационарной крышей и понтоном. Резервуар располагается на территории резервуарного парка на открытой местности. [11]

Таблица 6.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы			Нормативный документ
	Полевой	Ремонтные работы резервуара	Эксплуатация резервуара	
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	+	+	+	ГОСТ 12.1.005 – 88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003 – 2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум»
Отсутствие или недостаток необходимого естественного и/или искусственного освещения	+	+	+	ГОСТ 24940 – 2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности»

Работы в нагревающем микроклимате необходимо проводить при соблюдении мер профилактики перегревания и рекомендаций относительно режима работ. Для профилактики перегревания организма (гипертермии) необходимо организовать рациональный режим работы. При работах на открытом воздухе и температуре наружного воздуха 35 °С и выше продолжительность периодов непрерывной работы должна составлять 15-20 минут с последующей продолжительностью отдыха не менее 10-12 минут в охлаждаемых помещениях. При этом допустимая суммарная продолжительность термической нагрузки за рабочую смену не должна превышать 4-5 часов, для лиц использующих специальную одежду для защиты от теплового излучения и 1,5-2 часа для лиц без специальной одежды ^[12].

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализатора или рудничной лампы. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³, для нефти ПДК равно 10 мг/м³ ^[14].

ПДК некоторых веществ, входящих в состав нефти, паров нефти и веществ участвующих в технологических процессах хранения и транспортировки углеводородов ^[14]:

- метан по санитарным нормам относится к 4-му классу опасности (малоопасные вредные вещества со значением ПДК в пересчете на углерод) – 300 мг/м³.
- ПДК сероводорода в присутствии углеводородов (C₁-C₅) – 3 мг/м³ (2-ой классу опасности).
- ПДК сернистого газа (SO₂) в воздухе рабочей зоны 10 мг/м³ (3 класс – умеренно опасные вредные вещества).

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		87

– ПДК метанола в воздухе рабочей зоны (по санитарным нормам) – 5 мг/м³. При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами.

При работе с вредными веществами 1-, 2-, 3-го классов опасности (ртуть, серная кислота, сероводород, метанол и т.д.) должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование СИЗ ^[14].

Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристиками шума

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА ^[15].

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся ^[16]:

- совершенствование технологии ремонта и своевременное обслуживание оборудования;
- использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи); средств звукопоглощения.

Также необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников.

Отсутствие или недостаток необходимого естественного и/или искусственного освещения

Для площадок, выделенных для размещения оборудования, необходимого для проведения работ по очистке, необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 2 лк независимо от применяемых источников света, за исключением автодорог ^[17]. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		88

работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов ^[18]. Для освещения внутри резервуара должны применяться переносные светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не более 12 В.

6.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при удалении твердых отложений из резервуаров вертикальных стальных типа РВС 5000 м³, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током

Установка, с помощью которой производится предварительная зачистка внутренней полости резервуара, является энергозависимой и требует подключения к электричеству, а соответственно, к специальным требованиям по безопасности.

Чтобы предупредить возможность случайного проникновения и тем более прикосновения к токоведущим частям установки по очистке, находящимся под напряжением, используются защитные сетчатые и смешанные ограждения (переносные временные ограждения и плакаты). Ограждению подлежат неизолированные токоведущие части выключателей, подающих напряжение на установки ^[19].

Предусмотреть технических средств электробезопасности: применение малых напряжений (12-42 В), защитное заземление (4-10 Ом), устройство защитного отключения ^[19].

Для защиты от поражения электрическим током персонала необходимо использовать следующие средства индивидуальной защиты: диэлек-

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		89

трические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки.

Взрывоопасность и пожароопасность

Хранение и перемещение нефти и нефтепродуктов представляет значительный риск возникновения пожара и взрыва в силу того, что по своей природе нефтепродукты огнеопасны и горючи. Особенно это касается накопленных паров в резервуарах хранения. К потенциальным источникам возгорания относятся искры из-за статического электричества, молнии и открытый огонь.

Работы по зачистке резервуаров на объектах магистральных нефтепроводов должны выполняться с соблюдением РД 13.220.00-КТН-575-06 «Правила пожарной безопасности на объектах магистральных нефтепроводов ПАО «Транснефть» и дочерних акционерных обществ», РД 153-39ТН-012-96 «Инструкции по пожаровзрывобезопасной технологии очистки нефтяных резервуаров», РД 153-39 ТН 013-96 «Инструкции по обеспечению пожаро- взрывобезопасности эксплуатации и ремонта нефтяных резервуаров резервуарных парков магистральных нефтепроводов».

Оборудование должно соответствовать стандартам проектирования, целостности и операционной деятельности для исключения происшествий катастрофического масштаба и предотвращения накопления статического электричества.

У резервуаров хранения должна иметься надлежащая вторичная обваловка. Все элементы инфраструктуры должны проходить регулярную проверку и техническое обслуживание.

В организациях должны иметься хорошо разработанные системы управления пожарным риском и планы ликвидации аварии.

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		90

материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, трубопровод под давлением.

Резервуарный парк относится:

- к категории «А» по взрыво- и пожароопасности;
- к классу взрывоопасности «В-1а»;
- к категории молниезащиты «II».

С целью обеспечения взрыво-пожаро безопасности в резервуарных парках для паров углеводородов установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация ПДБК= 2100 мг/м³ [14].

Персоналу иметь средства индивидуальной защиты. Первичные средства пожаротушения:

- кошма, войлочное, или асбестовое полотно размером 2х1,5м – 4 шт.;
- огнетушители порошковые ОП-10, или воздушно-пенные емкостью по 10 л.- по 10 шт. и углекислотные ОУ-8 – 5 шт., или один огнетушитель ОП-50;
- лопаты – 2 шт.;
- ящики с песком объёмом не менее 2 м³.

6.3 Экологическая безопасность

Резервуарные парки оказывают различное негативное воздействие на окружающую среду. Основными причинами загрязнения являются: *выбросы вредных веществ в атмосферу, загрязнение грунтов и подземных вод нефтесодержащими отходами.* [24]

Основные виды возможного воздействия проводимых работ на окружающую среду представлены в таблице 2.

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		91

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, опасного природного процесса, стихийного бедствия, которая приводит к человеческим жертвам, наносит ущерб здоровью населения и природной среде, а также вызывает значительные материальные потери и нарушение условий жизни людей. [20]

При выполнении зачистных работ в резервуаре может возникнуть аварийная ситуация, связанная с повышением загазованности, загоранием и взрывом внутри резервуара, разливом нефти и т.п.

Работники, производящие зачистку, в случае возникновения аварийной ситуации, должны немедленно покинуть резервуар, сообщить в пожарную охрану, руководству предприятия.

Порядок действия персонала резервуарного парка при возникновении аварийной ситуации должен быть определен в выписке из плана ликвидации аварий, разработанного на предприятии.

Работы по зачистке должны быть прекращены по требованию ответственного за проведение зачистки, начальника цеха, представителя службы техники безопасности, представителей инспектирующих органов.

В случае появления у работника признаков отравления, ответственный за проведение зачистки должен дать указание немедленно прекратить работы, срочно эвакуировать пострадавшего из резервуара для оказания первой помощи, а при необходимости отправить его в лечебное учреждение. Дальнейшие работы по зачистке могут возобновиться только после устранения причин, вызвавших отравление работника.

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		93

Вывод по разделу

В данном разделе ВКР были рассмотрены следующие вопросы: производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях. В рамках этих вопросов был произведен анализ вредных и опасных производственных факторов, виды и степень воздействия объекта на окружающую среду, рассмотрены возможные ЧС.

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		94

Заключение

Целью работы было исследование эффективности полимерных покрытий в борьбе с донными отложениями в нефтяном резервуаре.

В ходе работы были выполнены поставленные задачи, а именно:

- 1) Изучена нормативно-техническую документацию по эксплуатации и техническому обслуживанию резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов;
- 2) Проведен анализ существующих методов очистки резервуара от донных отложений;
- 3) Разработаны рекомендации по минимизации накопления донных отложений;
- 4) Проведен сравнительный анализ эффективности полимерных покрытий к химико-механизированному методу;
- 5) Произведены необходимые расчеты на прочность и устойчивость резервуара.

Использование полимерных покрытий оказалось целесообразным ввиду того, что при очистке резервуара на дне почти не остается отложений и отсутствует необходимость ввода персонал внутрь резервуара для проведения работ.

Описана последовательность работ при покрытии внутренней полости резервуара полимерами.

					Разработка технологического решения по минимизации накопления донных отложений в резервуаре типа РВС-20000 кубических метров			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>	Заключение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Назклычева</i>		06.06.2022				
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О.В.</i>		06.06.2022			95	99
<i>Рук. ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

10. Чурикова Л. А. Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков/ Конашева Е. А., Утегалиев А. Т./ Технические науки в России и за рубежом. – 2016. – С. 71-75.

11. Gibril M. M. Recent advances in protective coating of crude oil storage tanks/ El-Jazwi M. R., Shuaieib F. M./ Proceedings of the 6th Libyan Corrosion Conference. – 2007. – С. 460-472.

12. ТОИ Р-112-16-95. Типовая инструкция по охране труда при зачистке резервуаров на предприятиях нефтепродуктообеспечения

13. ГОСТ Р 58622-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Методика оценки прочности, устойчивости и долговечности резервуара вертикального стального (дата введения 01.08.2020)

14. ГОСТ 5520-2017. Прокат толстолистовой из нелегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением (дата введения 01.10.2018)

15. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия (дата введения 01.01.1987)

16. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции (дата введения 01.01.1982)

17. РД112-РСФСР-021-89 Инструкция по зачистке резервуаров

18. Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005 г.)

19. Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.

20. Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014)

21. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08 624-03

22. Инструкции по технике безопасности ПАО «Транснефть» и дочерних акционерных обществ

23. ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда»

					Список используемых источников	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		97

24. Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.).

25. Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г.

26. Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г., дополнения к ним от 25.07.1995 г.

27. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

28. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

29. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

30. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимы концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

31. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

32. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация

33. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий

34. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение

35. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление

36. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций

37. ППБО 116-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности

38. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

					Список используемых источников	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		98

39.Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности

40.ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы (ССОП). Атмосфера

41.СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование

42.ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

					Список используемых источников	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		99