

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров на примере объекта в Красноярском крае»

УДК 622.692.23-025.71-034.14(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Швец Александр Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Никульчиков А.В.	к. ф-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Креницына З.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	–		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-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 инженерные 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

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8Б	Швец Александр Сергеевич

Тема работы:

«Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров на примере объекта в Красноярском крае»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№109-8/с от 19.04.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	Объектом исследования является вертикальный стальной резервуар типа РВС 2000 кубических метров. Характеристика резервуара: Тип резервуара – РВС 2000 м ³ , диаметр резервуара – 15,18 м, высота стенки – 12 м, резервуар состоит из 8 поясов. Вид продукта, хранимого в резервуара – товарная нефть плотностью 871 кг/м ³ .
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<p>1. Провести обзор литературных источников, связанных с вопросами повышения безопасной, надёжной и эффективной эксплуатации резервуара вертикального стального.</p> <p>2. Охарактеризовать РВС 2000 м³, расположенный на головной НПС г. Красноярска.</p> <p>3. Анализ результатов технической диагностики РВС 2000 м³ и обосновать выбор методов ремонта, определение правил и порядок проведения работ.</p> <p>4. Провести поверочный расчет на прочность и устойчивость стенки резервуара по методике, предоставленной в РД-23.020.00-КТН-018-14. Провести расчет и оценить НДС стенки резервуара.</p> <p>Дополнительные разделы:</p> <p>1. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».</p> <p>2. «Социальная ответственность».</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Таблицы, рисунки, графики.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Креницына З.В., кандидат технических наук</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Гуляев М.В., старший преподаватель ООД</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Никульчиков Андрей Викторович	Доцент, к. ф.-м. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Швец Александр Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8Б	Швец Александр Сергеевич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

«Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров на примере объекта в Красноярском крае»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования в данной работе является рабочее место оператора товарного находящегося в помещении операторной..
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) • ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. • ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. • ГОСТ 21753-76. Система «человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования. • СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
2. Производственная безопасность: <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> - Превышение уровня шума; - Недостаточная освещённость рабочей зоны; - Превышение уровней вибрации; - Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> - Движущиеся машины и механизмы

3. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия объекта на атмосферу в результате производства работ по ремонту РВС; Анализ воздействия объекта на литосферу в результате образования твердых отходов; Анализ воздействия объекта на гидросферу в результате образования твердых отходов и сточных вод.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар на объекте, авария на объекте, возгорание ГСМ, экологическое загрязнение окружающей среды нефтепродуктами (разлив нефтепродуктов), попадание молнии, ураган, лесные пожары. Наиболее типичная ЧС: экологическое загрязнение окружающей среды нефтепродуктами (разлив нефтепродуктов).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Швец Александр Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8Б	Швец Александр Сергеевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

**«Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального
стального типа РВС-2000 кубических метров на примере объекта в
Красноярском крае»**

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет сметной стоимости выполняемых работ по капитальному ремонту РВС 2000 м ³ согласно применяемой технике и технологии.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе выполнения операций согласно справочникам Единых норм времени (ЕНВ) и др.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Ставка налога на прибыль 20%; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определить стоимость текущих затрат на проведение работ по капитальному ремонту РВС 2000 м ³ .
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	График выполнения работ
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет экономической эффективности проведения капитального ремонта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Диаграмма структуры затрат на проведение капитального ремонта

Дата выдачи раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Б	Швец Александр Сергеевич		

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 2021/2022 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 09.06.2021 г

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.04.2022	<i>Обзор литературы</i>	10
20.04.2022	<i>Общие сведения исследуемого резервуара</i>	10
25.04.2022	<i>Современные методы, правила и порядок проведения капитального ремонта резервуара</i>	15
30.04.2022	<i>Расчет на прочность и устойчивость стенки резервуара, расчет НДС стенки резервуара</i>	15
15.05.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
22.05.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
29.05.2022	<i>Заключение</i>	15
06.06.2022	<i>Презентация</i>	15
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Никульчиков А.В.	к.ф-м.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалифицированная работа включает 91 страницу, 9 рисунков, 18 таблиц, 49 источников.

Ключевые слова: вертикальный стальной резервуара, капитальный ремонт, диагностика, эффективность эксплуатации, надёжность, расчет на прочность, расчет на устойчивость, нефтепродукт.

Объектом данного исследования является резервуара вертикальный стальной типа РВС 2000 м³.

Цель работы: повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС 2000 м³.

В работе исследуются действия, осуществляемые для диагностики, очистки, предотвращение утечек нефтепродукта и технические решения для повышения эффективности эксплуатации РВС.

По теме исследования была изучена литература, порядок и правила для капитального ремонта, методы диагностики.

В ходе проводимых исследований были рассчитаны стенки резервуара на прочность и устойчивость, расчет напряженно-деформированного состояния стенок резервуара под действием эксплуатационных нагрузок.

Область применения: нефтяные предприятия.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС 2000 кубических метров на примере объекта в Красноярском крае			
Разраб.		Швец А.С.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков А.В.					10	91
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Список сокращений

В выпускной квалифицированной работе были применены следующие сокращения:

АЭК – акустико-эмиссионный контроль;

ВИК – визуально-измерительный контроль;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

ЛКП – лакокрасочные покрытия;

МН – магистральный нефтепровод;

НДС – напряженно-деформированное состояние;

НКПРП – нижний концентрационный предел распространения пламени;

НП – нефтепровод;

НПС – нефтеперекачивающая станция;

ПВ – патрубок вентиляционный;

ПВК – капиллярный контроль;

ППР – проект производства работ;

ПРП – приемо-раздаточный патрубок;

РВС – резервуар вертикальный стальной;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

УЗК – ультразвуковой контроль;

УЗТ – ультразвуковая толщинометрия;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭПБ – экспертиза промышленной безопасности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС 2000 кубических метров на примере объекта в Красноярском крае			
Разраб.		Швец А.С.			Список сокращений	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков А.В.					11	91
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Обзор литературы

Для хранения, учёта и отпуска нефти и нефтепродуктов основным объектом является резервуар вертикальный стальной (РВС). Из-за своих габаритов и вероятности образования чрезвычайной ситуации резервуары относят к особо опасным объектам [1].

В ходе проведения исследования были изучены мероприятия для повышения эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального, которые состоят из чистки резервуара, диагностики, ремонта и борьбу с утечками нефтепродуктов.

В период эксплуатации резервуар подвергается воздействию агрессивных сред, различных нагрузок, перепады температур, образования геометрических дефектов. Все выше перечисленные факторы ведут к разрушению или уменьшению несущей способности резервуара, его конструкции, снижение надёжности работы, долговечности. Нынешние технические документы [2-6] не устанавливают срок службы резервуара. Что бы производить ремонт резервуара требуются основания, например, найденные дефекты при диагностике, численное моделирование. Определение напряженно-деформированного состояние позволяет точно определить деформации объекта под действием эксплуатационных нагрузок и создать правильную модель.

Надёжность резервуара полностью зависит от надёжности нефтепровода, и эксплуатация не может осуществляться без диагностики, устранения дефектов. А если будут игнорироваться меры безопасности, то это может привести к чрезвычайной ситуации, от которой может пострадать большое количество людей, окружающие объекты и экологической среде [1].

					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС 2000 кубических метров на примере объекта в Красноярском крае		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Швец А.С.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Никulichиков А.В.</i>					12	91
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Работы отечественных авторов в которых описывается проблема эффективной работы резервуаров были опубликованы в 50-70 годах XX века: это работы В.Л. Березина, В.Е. Шутова, А.Г. Гумерова, Э.М. Ясина, М.К. Сафаряна [23-29]. В этих работах установлено, что надёжная эксплуатация резервуара зависит от его напряжённо деформированного состояния. Количественная оценка надёжности и эффективности в этих работах не производилась, но была упомянута как необходимая.

Резервуары представляются стальной конструкцией, которая находится в сложном напряжённо-деформированном состоянии и на неё оказывают влияние нагрузки, описанные выше, в процессе эксплуатации могут образовываться различные дефекты. Дефекты в свою очередь влияют на надёжность и эффективность эксплуатации снижая её, поэтому необходимо на регулярной основе осуществлять диагностирование на выявление дефектов, которые только начинают образовываться.

Мероприятия для диагностики резервуаров описываются в работах [10-11]. Исследователи описывают методы неразрушающего контроля, которые помогают определять вероятность дальнейшей работы резервуара без отхода от плана, планировать ремонтные мероприятия и срок надёжной службы.

Г.М. Гималетдинов посвятил свои труды диагностики и капитального ремонта резервуаров вертикальных стальных [12-13].

Безопасности, эффективности и надёжной работе резервуаров посвящено большое количество работ. В работе [7] рассматривают оценку НДС резервуара с дефектами, которые имеют необычную историю происхождения и развития. Сложность дефекта заключается в том, что изучаемая конструкция из-за неправильного монтажа имеет дефекты площадью 100 м², которые вызваны прогибом в некоторых зонах резервуара. Эту задачу решили путем моделирования НДС конструкции и экспериментального исследования конструкции.

					Обзор литературы	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В статье [8] авторы изучают эксплуатацию резервуара вертикального стального с объёмом 5000 м³, которые имеет локальные дефекты стенки. В ходе изучения была построена численная модель конструкции и области, в которых возникают критические напряжения, а также рассчитали несущую способность стенки резервуара. На основе полученных данных проводились мероприятия для усиления участков стенки резервуара с дефектами. Исследование показало, что концентрация напряжений является основной причиной разрушения резервуара.

В работе [9] авторы представили модель резервуара с трубным коллекторным агрегатом. Модель соответствует всем параметрам объекта. Авторами решалась задача соединения трубопровода со стенкой резервуара с неподвижным соединением «скреплённого» контакта. Авторы рассматривали особенности контактного взаимодействия коллекторных трубопроводов с опорами скольжения. В итоге, исходя из расчетов авторами были получены новые зависимые максимальные эффективные эквивалентные напряжения в металле в зоне соединения коллекторных трубопроводов со стенкой резервуара. Зависимости, которые были получены в ходе исследования, помогают определять область предельных напряжений, по которым принимается решения для ремонта объекта.

В статьях [7-9] рассматривает анализ НДС разных частей резервуара. Исходя из работ стало понятно, что исследование НДС позволяет определить полное техническое состояние и пригодность резервуара к эксплуатации, и помогают выявить участки с наибольшим риском возникновения различных дефектов.

Так же на роль эффективной работы резервуара влияет его проектирование. В трудах [21-22] авторами рассматриваются особенности конструктивного проектирования резервуаров. В трудах показаны эффективные проектные планы в разных условиях эксплуатации, которые помогают снизить затраты на эксплуатацию, повысить срок службы и обеспечить надёжную работу.

					Обзор литературы	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На стадии планирования проекта конструкции резервуара, авторы рассчитывают различные параметры резервуаров для соответствия конструкции нормативным документам.

Для того что бы РВС сохраняла свои исходные данные (геометрию, герметичность). В труде [20] авторы излагают основные этапы расчета и проектного конструирования РВС.

В [14] приводятся справочные данные об РВС, свойствах нефтепродуктов. Рассматривается поэтапность расчета вместимости нефтебаз, резервуарных парков. Так же рассматривается проблема утечек нефти из резервуаров, её расчет, и расчет потерь нефти при транспортировке.

Труд В.Н. Александра [15] написан на тему повышение эксплуатации нефтяных резервуаров комплексным подходом, который основывается на результате исследования, улучшения конструкции и эксплуатации, эффективность капитального ремонта. В труде автором выполняется анализ состояния резервуара и определяются факторы, которые обеспечивают его работоспособность; исследованы новые проектно конструкционные решения и их работоспособность; анализируются новые методы удаления нефтяных осадков и предупреждения их образования; разработаны мероприятия для оценки эффективности проделанного ремонта. В результате проделанной работы, автором разработана методика классификации дефектов РВС на этапах проектирования конструкции, эксплуатации и строительства; разработана методика оценки параметров процесса предотвращения образования нефтеосадков.

Труды [16-17] посвящаются анализируванию и изложению накопленного опыта для сокращения потерь нефти и нефтепродуктов. Рассматриваются мероприятия для предотвращения и снижения потерь при транспортировке, хранении, эксплуатации, которые позволяют свести ни минимум потери от испарение легких фракций нефти.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Обзор литературы					15

Приведены решения проблемы с помощью герметизации резервуаров. Исходя из работы, потери можно минимизировать если вовремя удалять неплотности в конструкции и сварных швах РВС, проверять наличие прокладок во всех трубах, следить за качеством и содержанием вспомогательной аппаратуры.

В труде В.А. Буренина [19] излагается методика прогнозирования остаточного ресурса РВС, которая помогает накапливать и излагать полученный опыт работы резервуаров. В диссертации автором была разработана концепция системы прогнозирования остаточного ресурса, совершенствование других методов; разработаны методы анализирования и изложения опыта эксплуатации резервуаров.

					Обзор литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Оглавление

1	Общая характеристика исследуемого резервуара	21
1.1	Климатические характеристики района	21
1.2	Характеристика резервуара	22
2	Оценка состояния РВС-2000 м ³	25
2.1	Способы диагностики исследуемого резервуара.....	26
2.1.1	Осмотр.....	26
2.1.2	Визуальный и измерительный контроль (ВИК)	26
2.1.3	Ультразвуковая толщинометрия (УЗТ).....	27
2.1.4	Ультразвуковой контроль (УЗК)	28
2.1.5	Капиллярный контроль (ПВК).....	29
2.1.6	Акустико-эмиссионный контроль (АЭК).....	29
2.1.7	Геодезические измерения	29
3	Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	31
3.1	Технические решения	31
3.2	Вывод резервуара из эксплуатации.....	32
3.3	Зачистка резервуара	33
3.4	Ремонт металлоконструкций резервуара	36
3.5	Ремонт первого пояса стенки РВС методом замены	37
3.6	Ремонт днища резервуара	40
3.7	Ремонт люков и патрубков стенки резервуара	42
3.8	Замена вентиляционных патрубков	43
3.9	Гидравлическое испытание резервуара	44
3.10	Нанесение антикоррозионного покрытия	45
4	Расчётная часть.....	50

					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС 2000 кубических метров на примере объекта в Красноярском крае		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Швец А.С.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Никольчиков А.В.</i>					17	91
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		
					Оглавление		

4.1 Исходные данные для расчёта	50
4.2 Расчёт номинальной толщины стенки в каждом поясе	51
4.3 Поверочный расчет стенки резервуара на прочность	54
5 Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	65
5.1 Нормативная продолжительность работ	65
5.2 Расчёт сметы стоимости работ по ремонту РВС 2000 м ³	66
5.3 Оценка экономической эффективности мероприятия	71
6 Социальная ответственность	72
Заключение	86
Список использованных источников	87

Введение

Вертикальные стальные резервуары на данный момент считаются самыми востребованными видами ёмкостей. Они используются для учёта, приёма, отпуска, хранения нефтепродуктов. На сегодняшний день объём резервуарного парка России составляет более 50 млн. м³.

Практический каждый резервуар представляет собой сооружение повышенной опасности для рабочего персонала предприятия и экологической среды. Аварии резервуаров сопровождаются катастрофическими последствиями, разливом большого количества жидкости, человеческим жертвам, нарушением эксплуатации, загрязнению экологической среды. При проектировании и строительстве резервуаров затрагивается вопрос их надёжности, безаварийной эксплуатации, который на сегодняшний день является актуальным и имеет большое значение.

Освоение новых нефтегазовых регионов России приводит к сооружению новых резервуаров, что потребует модернизацию решений для их безопасной эксплуатации, контроля состояния.

От надёжности резервуара зависит его эксплуатация, безопасность предприятия, система ликвидации ЧС. В связи с этим, надёжность и долговечность объектов магистральных нефтепроводов играет важную роль в области транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов. Именно поэтому сооружение или капитальный ремонт РВС недопустимы погрешности и дефекты.

Цель работы: повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикально стального 2000 м³ на примере объекта в Красноярском крае.

					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Швец А.С.</i>				Введение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Никульчиков А.В.</i>						19	91
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Задачи:

1. Провести обзор литературных источников, связанных с повышением безопасности, надёжности и эффективной эксплуатации РВС.
2. Дать характеристику РВС-2000 м³, на примере объекта в Красноярском крае.
3. Анализировать результаты технической диагностики РВС-2000м³ и обосновать метод ремонта, порядок и правила проведения работ.
4. Провести анализ и выявить наиболее оптимальное устройство диагностики РВС-2000 м³.
5. Провести расчёт на прочность и устойчивость стенки РВС по методике, предложенной в РД-23.020.00-КТН-018-14. Провести расчёт и дать оценку НДС стенки резервуара.
6. Провести расчёт стоимости капитального ремонта РВС-2000 м³.
7. Разобрать вопросы социальной ответственности.

Объект исследования: вертикальный стальной резервуар РВС-2000 м³.

Предмет исследования: мероприятия для повышения эффективности эксплуатации РВС-2000 м³.

					Введение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

1 Общая характеристика исследуемого резервуара

1.1 Климатические характеристики района

Город Красноярск располагается в зоне резко континентального климата на юге Красноярского края. Климатическая континентальность в городе смягчается за счёт того, что реки Енисей и Красноярское водохранилище зимой не замерзают. Из-за континентальности климата происходят перепады температуры воздуха – 15-20 градусов между днём и ночью.

Средняя температура воздуха составляет +1,2 °С. Средняя продолжительность гроз в год от 40 до 60 часов. Средняя скорость ветра в год – 2,3 м/с. Влажность воздуха по статистике в год – 68%.

Параметра климата в зимний период года

Самым холодным месяцем является январь, со средней температурой -16 °С. Абсолютно минимальная зарегистрированная температура -52,8 °С.

Средняя относительная влажность самого холодного месяца составляет 80%. Количество выпадающих осадков составляет с октября по апрель от 27 до 61 сантиметра. Средняя высота снежного покрова от 29 до 46 сантиметров. Преобладающим направлением ветра в зимний период является западное.

Параметры климата в летний период года

В среднем, тёплая погода в Красноярске наступает 9 июня, когда средняя температура воздуха достигает 15 °С. Самым тёплым месяцем является июль, его средняя температура составляет +18,7 °С. Максимально достигаемая температура +36,4 °С.

Средняя влажность в тёплый период составляет около 68%. Среднее количество осадков за апрель-октябрь составляет 465 мм. Преобладающим направлением ветра является юго-западное.

					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Швец А.С.</i>				Общая характеристика исследуемого резервуара	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Никulichиков А.В.</i>						21	91
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

По сейсмической карте (ОСР-97) сейсмическая активность составляет 5 баллов, территория неопасная.

По данным инженерно-геологического районирования участок Красноярского края находится на Сибирской платформе и обрамляющей ее структуры Урало-Монгольская эпипалеозойского складчатого пояса.

1.2 Характеристика резервуара

Исследуемым объектом является резервуар вертикальный стальной типа РВС-2000 м³ (рисунок 1). Рассматриваемый резервуар находится в резервуарном парке НПС г. Красноярска, которая является головной станцией и предназначается для приёма нефти, её сбережения, а так же перекачивания.



Рисунок 1 – РВС-2000 м³

Параметры резервуара:

- Разновидность резервуара – РВС-2000;
- Дата ввода в производство – 1990 г;
- Высота стенки резервуара – 12 м;

					Общая характеристика исследуемого резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- Внутренний диаметр резервуара – 15180 мм;
- Номинальный объём – 2000 м³;
- Форма крыши – стальная сферическая;
- Вид продукта, который хранился в резервуаре в момент диагностики – товарная нефть, с плотность 871,0 кг/м³;
- Срок эксплуатации резервуара – 30 лет;
- Максимально допустимый уровень разлива воды при гидроиспытании 12000 мм;
- Максимальная скорость заполнения резервуара 3,5 м/ч.

В таблице 1 представлены толщины стенок резервуара.

Таблица 1 – Толщина стенок резервуара

Номер пояса	Толщина по паспорту, мм	Марка стали
1	8,0	09Г2С
2	7,0	
3	6,0	
4	6,0	
5	6,0	
6	5,0	
7	5,0	
8	5,0	

РВС состоит из 8 поясов. Монтаж происходит методом рулонирования их двух рулонов. Высота резервуара 12000 мм, а радиус равен 7590 мм. Для устойчивости стенок резервуара и его защиты от нагрузок устанавливают кольца жёсткости, которые находятся сверху РВС.

Так же резервуар имеет крышу сферической формы, которая состоит из кольцевых и радиальных балок. Для техобслуживания резервуара на кровле имеется лестница и площадка.

Дно резервуара состоит из центральной части и её окрайки, которые имеют угол уклона от центра к внешней части 1:100. Центральная часть дна

					Общая характеристика исследуемого резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

выполнена из рулонов, которые соединены нахлесточным швом, а рулоны выполнены стыковыми швами. Окрайка и центральная часть соединяются так же нахлесточным швом. Части окрайки на подкладке соединяются стыковым швом, а пояса резервуаров соединяются с дном тавровым швом.

Основание резервуара:

- Подушку располагают на грунт – глину;
- Нижний слой подушки производится из среднезернового песка толщина которого 500 мм;
- Верхний слой состоит из песка и битума в жидком состоянии толщиной 100 мм;
- Скаты подушки укрепляют с помощью бетонных плит;
- Фундамент состоит из монолитного железобетонного пояса.

					Общая характеристика исследуемого резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

2 Оценка состояния РВС-2000 м³

Рассматриваемый резервуар находится в эксплуатации порядка 30 лет, после последнего диагностирования прошло 5 лет. Неисправностей и аварий за период работы выявлено не было.

Техническое диагностирование производится в соответствии с периодичностью диагностирования РВС. [30]

Целью для проведения диагностики и обследования резервуара типа РВС-2000 м³, является:

- 1) Определение состояния;
- 2) Определение соответствия правилам промышленной безопасности;
- 3) Определение срока службы;

Способы проведения технической диагностики

Для того чтобы определить техническое состояние резервуара по нормативно-техническим документам были проведены следующие действия:

- Проанализирована документация;
- Диагностирование резервуара;
- Вычисление напряженно-деформированного состояния (НДС).

Проанализировав конструкцию резервуара, выявляемых дефектов резервуаров, а также нормативные документы были подобраны методы контроля дефектов, которые образовывались из-за выявленных механизмов неисправностей.

Техническая диагностика проводится по правилам и требованиям диагностики, которые включают в себя:

- Анализ документации, проведённых ранее диагностик и расследований аварий, если таковые были;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае		
Разраб.		Швец А.С.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никольчиков А.В.				25	91
Рук. ООП		Брусник О.В.			Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

- Визуальный осмотр, внешний и контроль с помощью измерительных приборов;
- Ультразвуковая толщинометрия;
- Надзор за геометрической формой стенки и нивелирование;
- Надзор за сварными швами с помощью ультразвуковых приборов и капиллярная дефектоскопия;
- Определение твердости металла, его химического состава;
- Расчеты прочности и устойчивости стенки резервуара;
- Гидравлическое испытание резервуара.

2.1 Способы диагностики исследуемого резервуара

2.1.1 Осмотр

При осмотре резервуара не используются специальные оборудования для обнаружения дефектов резервуара. После визуального осмотра резервуара заполняется акт выполненной работы и ее результаты, в которых указывается:

- Обнаруженные отклонение конструкции резервуара от документации;
- Замеченные дефекты резервуара;
- Отсутствие деталей резервуара;
- Наличие неисправностей из-за механического или коррозионного воздействия;
- Обнаружение утечек, трещин и т.д. [31]

2.1.2 Визуальный и измерительный контроль (ВИК)

ВИК представляет собой взаимодействие светового излучение с контролируемым объектом. Этот метод популярен из-за большого количества методов обнаружения наружных повреждений.

Поверхность на которой проходит осмотр нужно заранее подготовить, отчистить от грязи и нефтепродуктов, защитных покрытий (если они имеются)

					Оценка состояния РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

на местах, где имеются повреждения металла.

ВИК применяется при освещённости 500 Лк. Расстояние до объекта диагностики должно составлять не больше 300 мм. При визуальном измерительном контроле используются простые приборы (лупа, рулетка и т.д.)

ВИК применяют для:

- Обнаружения наружных дефектов;
- Отклонение геометрической формы объекта от его документации;
- Наличие неисправностей из-за механического или коррозионного воздействия;
- Правильное расположение деталей, элементов резервуара.

При обнаружении вмятин или угловатостей стенки в место сварного шва наносится сетка размером 20 см, площадью больше размера вмятины, угловатости для вычисления деформации стенки.

После ВИК обнаруженные дефекты описывают в акте визуально-измерительного контроля. Если в ходе контроля обнаруживаются отпотины и другие места, где могут образоваться дефекты, прибегают к помощи специального оборудования (ПВК, УЗТ) для дополнительного контроля.

2.1.3 Ультразвуковая толщинометрия (УЗТ)

Фактической толщиной поясов стенки, днища, крыши, люков и патрубков принимают минимальное значение, полученное в ходе измерений.

Измерения выполняются на:

- 1, 2 поясах на каждом листе по 9-и точкам на краях и в центре листа, на 3 поясе по 3-м точкам по высоте пояса и по восьми образующим стенки, на остальных поясах по 3-м точкам по высоте пояса вдоль восьми образующих;
- листах стационарной крыши – по 4 перпендикулярным точкам, по три измерения на каждом листе;

					Оценка состояния РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

2.1.5 Капиллярный контроль (ПВК)

Метод заключается в проникновении капель в места наружных повреждений. ПВК помогает произвести диагностику сварных соединений, повреждений металла и т.д.

Материалы ПВК:

- Индикатор приметного цвета;
- Очиститель для очистки от лишнего индикатора;
- Проявитель дефекта [14].

2.1.6 Акустико-эмиссионный контроль (АЭК)

Применение этого метода позволяет обнаружить дефекты, которые только образуются, в стенках и сварных швах, а также устанавливают состояние дна резервуара.

Когда на резервуар с дефектами действуют нагрузки, возникает концентрация напряжений, приводящая к деформациям. При превышении напряжений пределу прочности металла на вершине условной трещины, разрывается кристаллическая решетка материала или развитие повреждений, о чём сигнализирует АЭ. Увеличение нагрузок повторяет развитие повреждение, и число импульсов АЭ растёт вместе с деформацией.

Благодаря этим свойствам осуществляется правильная система определения дефектов и оценка технического состояния объекта, которая основана на влиянии дефекта на диагностируемый объект [14].

2.1.7 Геодезические измерения

Этот метод используется для определения нарушения геометрических характеристик конструкции объекта от номинальных.

Измерения проводятся такими способами как: нивелирование, теодолитная съемка, лазерное сканирование, тахеометрическая съемка.

При геодезических измерениях используются:

- Теодолит;

					Оценка состояния РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

- Измерительная каретка;
- Лазерный сканер;
- Электронный тахеометр;
- Нивелир;
- Отвес.

Геометрические параметры помогают определить отклонение образующей стенок резервуара от вертикали и размеры появившихся деформаций.

Когда проводится полная техническая диагностика, если отсутствуют временные ремонтные элементы, измерения проводят на верхнем уровне налива и на пустом резервуаре.

Стойкой красной на наружной поверхности резервуара наносится номер вертикального стыка листа нижнего пояса. Стыки необходимо пронумеровывать по часовой стрелке, начиная от приемо-раздаточного патрубка.

Нивелировку дна резервуара производят с длиной в 1 метр по двум точкам, образующим диаметр дна для определения отклонения днища. В зоне, где визуально наблюдаются дефекты, делают дополнительную нивелировку для измерения деформаций на днище [14].

Нивелировку окрайки производят в точках, расстояние между которыми составляет менее 6 метров.

					Оценка состояния РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

3 Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м³

3.1 Технические решения

После проведения полной технической диагностики резервуара принимается решение о проведении его ремонта. Для того, чтобы восстановить пригодность резервуара и повысить сроки эксплуатации на срок не менее 10 лет необходимо выполнить следующие работы:

- Заменить первый пояс стенки на высоту 1490 мм;
- Заменить листы с повреждениями на дне резервуара;
- Заменить окрайку резервуара;
- Устранение наружных дефектов;
- Устранение дефектов сварных швов;
- Оборудовать площадку обслуживания на кровле резервуара;
- Заменить приемо-раздаточные патрубки;
- Заменить вентиляционные патрубки;
- Оборудовать новые устройства для обнаружения утечек из днища резервуара;
- Ремонт креплений площадок обслуживания и лестниц;
- Заменить узлы заземления к резервуару, кабеля ЭХЗ и перемычки на фланцевых соединениях;
- Монтаж площадок обслуживания, пожарных извещателей и сигнализаторов верхнего уровня;
- Установка конструкций для крепления пожарных извещателей, контура заземления и т.д.;
- Замена старого антикоррозионного покрытия и нанесение нового;
- Проверка качества сварных швов и поверхностей всех элементов;
- Провести гидравлические испытания резервуара.

					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Швец А.С.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Никulichиков А.В.</i>					31	91
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Работы по ремонту резервуара осуществляются строго по нормативным документам [4,5,19].

Технические решения, принимаемые при проектировании должны учитывать климатические условия района, сейсмической активности, всех напряжений, которые действуют на резервуар.

После ремонта отклонения форм и размеров должны не превышать требования [5].

3.2 Вывод резервуара из эксплуатации

Для полной технической диагностики резервуар выводится из эксплуатации, из него удаляются остатки хранимых продуктов, зачищают и проводят дегазацию. Эти мероприятия проводятся не реже 1 раза в 10 лет и подразделяется на 3 этапа:

1. Визуальная диагностика корпуса изнутри и снаружи, а также всех элементов;
2. Оценить пригодность крыши;
3. Провести дефектоскопию, если осмотр резервуара выявил её надобность.

Процедура вывода резервуара из эксплуатации

Вывод резервуара из эксплуатации подразделяется на 6 этапов:

1. Закрытие приемо-раздаточных патрубков, которые отключают резервуар от обвязки;
2. Проверка задвижек на полное закрытие. Должно отсутствовать течение нефти и нефтепродуктов. Этот параметр проверяется ежечасными измерениями содержания емкости. Замеры собирают в течении 3 часов, если отсутствует разница между измерениями, то задвижки считаются полностью закрытыми;
3. Отключение электроприводов от подачи питания, которые служат для управления задвижками;

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

4. Размещение предупреждающих знаков и уведомлений в точках разгерметизации системы;

5. Откачка остаточной нефти и нефтепродуктов. Для этого соединяют две соседние емкости сифоновым краном. Давление в системе нагнетается с помощью передвижного насосного агрегата, а для безопасности в местах перекачки размещаются временные обвязки трубами. Для того что бы увеличить откачку нефти, остатки поднимают на водяную подушку до нижней образующей приемо-раздаточного патрубка;

6. Размещение заглушек на приемо-раздаточных патрубках, обвязке и трубопроводах предупреждения избытка давления.

3.3 Зачистка резервуара

Зачистку резервуара производит бригада, состоящая из 2 и более человек. Все члены бригады должны иметь средства индивидуальной защиты и необходимые инструменты.

Зачистка резервуара осуществляется следующими работами:

- Остатки нефти в резервуаре разогревают системами подогрева;
- Остатки нефти и нефтепродуктов удаляются;
- Дегазация в случае остатка нефтепродуктов с температурой вспышки паров ниже 60 °С;
- Промывка резервуара изнутри;
- Извлечение продуктов зачистки;
- Обработка поверхности дна.

Разогрев и удаление остатка нефтепродуктов

Для начала, с помощью пара или горячей воды производится разжижение нефтепродуктов для удаления его остатков.

Пар или горячая вода поступает в резервуар на высоту, равную высоте остатка нефтепродуктов.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Пар, для увеличения разогрева, вводят напрямую в нефтепродукты. Если имеются специальные поверхностные нагреватели на резервуаре, в работу включаются секции, которые находятся под водой и нефтепродуктами. Для того чтобы увеличить скорость разогрева углеводородов, их циклично перемещают по схеме «резервуар-насос-резервуар».

Пар поступает в емкость по специальным трубам с диаметром 50-63 мм. Давление пара в трубах должно быть не больше 0,3 МПа, температура не должна быть выше 80% температуры самовоспламенения разогреваемых продуктов.

Пар должен подаваться в нефтепродукт по любым возможным для этого люкам и патрубкам.

Для подачи пара к трубам используются шланги, по сторонам от них должны располагаться запорные арматуры.

Время разогрева зависит от количества нефтепродуктов и от климатических условий. Зимой в среднем разогрев проводится 30-32 часа, летом – 18-24 часа. По окончании работы, разогретый продукт перекачивают в подготовленную ёмкость.

Дегазация резервуара

Для дегазации используются такие методы как:

- Закачка резервуара водой;
- Вентиляция резервуара чистым воздухом;
- Закачка резервуара инертными газами.

Для снижения паров нефтепродуктов в резервуаре используют вентиляцию.

Закачка воды для дегазации как метод используется только в подземных резервуарах, так как идёт большой расход воды.

Для проведения вентиляции необходимо открыть все люки резервуара и установить дополнительные приборы для повышения качества вентиляции. Высота резервуара влияет на эффективность естественной вентиляции. При естественной вентиляции есть ограничение скорости ветра, она не должна

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

превышать 1 м/с.

При проведении принудительной вентиляции используют вентиляторы с искробезопасным конструированием с взрывоопасным генератором.

Для проведения полного вентилирования всего резервуара, нужно проводить трехобъемную вентиляцию в час.

Мойка резервуара

Промывка резервуара производится горячей водой с использованием моечных машин. Промывка проходит в 2 этапа:

- Первичная промывка после откачивания нефтепродуктов;
- Чистовая промывка после пропарки и удаления остатков нефтепродуктов;

В момент промывки нужно сразу удалять поступающую промывочную воду из резервуара для улучшения промывки и уменьшении времени зачистки.

Когда завершена первичная промывка, резервуар необходимо открыть для того чтобы внутренняя часть резервуара охладилась. После чего в резервуар заходит персонал и заканчивает очистку.

Удаление осадка

Удаление осадка осуществляется с помощью гидротранспортеров или пневмотранспортеров, они удаляют большое количество осадков.

Во время работ по удалению осадка естественная вентиляция должна продолжать поддерживаться.

Система вакуума соединяется с приемным патрубком, который располагается на дне резервуара трубопроводом диаметр которого составляет 100 мм. Оставшиеся осадки поступают к всасывающему патрубку, он перекачивает осадки по трубопроводу, по которому осадки поступают в подготовленную емкость вакуумной установкой. Удаление осадков с ёмкости проводится в специальном месте.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Если количество осадков мало, то их очищают с помощью щеток и совков.

После завершения очистных мероприятий рабочие выходят из резервуара.

Чистовая обработка поверхностей резервуара

Чистовая обработка производится следующими работами:

- Обработка с помощью растворителей ПРП днища резервуара;
- Промывка резервуара;
- Откачка остатков промывки и очистка резервуара до требуемых параметров.

Для начала днище резервуара обрабатывается растворителем, такими как дизельное топливо или керосин, растворители остаются на поверхности на 1,5-2 часа, наносится он с помощью малярных кистей.

Дальше проводится промывка резервуара, она выполняется так же, как и первичная мойка, которая описана выше. Её длительность составляет 1,5-2 часа.

После промывки производится дегазация резервуара, после чего рабочие изнутри доочищают резервуар.

3.4 Ремонт металлоконструкций резервуара

Для того что бы обеспечить непрерывную работу резервуара на срок более 10 лет прибегают к замене первого пояса, днища и окрайки резервуара.

Замены конструкций резервуара предназначены для исправления дефектов, предусмотренные в нормативно-технических документах [5,19], в которые входит:

- Дефект основного конструкционного металла стенки резервуара, глубина дефекта до 0,2Т на 1-8 поясах, помогает шлифовка или же наплавка толщиной от 0,2Т до 0,5Т;

- Дефект основного конструкционного металла других средств резервуара глубина которых достигает 0,3Т с помощью шлифовки от 0,3Т до

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

0,5Т методом наплавки;

- Дефекты сварных соединений удаляются путем зачистки на глубину дефекта или полной заменой соединения;
- Дефекты кольцевых сварных соединений в виде смещения осей – вырезка дефекта и установка вставки;
- Дефекты креплений лестницы и площадки обслуживания исправляются путем приварки косынок для узлов крепления к стенке используя подкладываемые пластины.

3.5 Ремонт первого пояса стенки РВС методом замены

Все заготовки производятся по технологической карте из листового проката. Смотря по паспорту объекта подбирают сталь и толщину проката. Если же паспорт отсутствует и нет данных о стали и толщине листа, то используют данные по похожему проекту или же проводят измерения толщины стенки, а марку стали определяют благодаря анализу металла образца стенки.

Прежде чем проводить работы по замене пояса заготовки вальцуют по радиусу резервуара. Необходимо что бы радиус заготовки был с запасом, либо был схож с радиусом стенок объекта.

Когда заготовки производятся на заводе, рекомендуется выполнять кромки под сварку для размера резервуара.

Участок с повреждениями первого пояса заменяют с точки, которая располагается от вертикального шва на 500 мм. Участок, который подлежит демонтажу, размечается стойкой краской. При разметке используют заготовки. Не допускается вырезка более одного окна на поясе. Вырезка окна в поясе приводит к снижению его жёсткости, что может привести к деформациям пояса. Что бы избежать этого, применяются меры для увеличения жёсткости пояса.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Для увеличения жёсткости используют временные подпорки (рисунок 2) с периодичностью 1-1,5 метров.

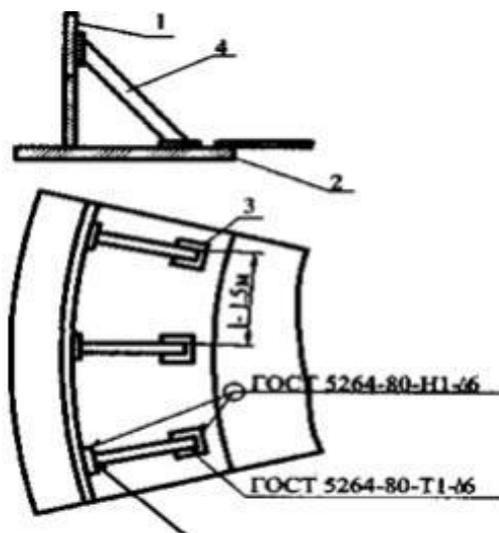


Рисунок 2 – Временные подпорки

Для РВС-2000 единичная вырезка участка пояса равна 3 м. Если участок более протяжённый, то его разбивают на несколько частей. Если при подготовке проёма идёт большой подъем окрайки, то длину подлежащих замене участков необходимо уменьшить до 1,5 м, а деформации, появляющиеся в процессе устранять [15].

Если демонтаж окрайки не нужен, то дефектные участки удаляют с помощью газовой резки, кроме нижней части пояса, она отрезается на 5-10 мм выше уторного шва, после чего добиваются необходимого размера с помощью шлиф-машинки.

Края деталей после обработки кислородной резки обчищают шлиф-машинкой на глубину не больше 2 мм. Поверхность заготовок очищают до блеска шириной 25-30 мм от оси стыка.

Требования для кромок:

- Вертикальные швы для сварки с двух сторон;
- Два одинаковых скоса кромок;
- Горизонтальные сварные швы для сварки с двух сторон

изготавливают с двумя одинаковыми скосами.

Увеличение зазора и ширина шва допускается только на 25%, потому что резка проводится в ремонтных условиях [16].

Если углы демонтированного участка расположены в поясе, то углы данного участка должны иметь закругления с радиусом не больше 100 мм.

В случае если вальцовка заготовки выше радиуса пояса резервуара, то совмещают стыкуемые кромки полотнищ, они привариваются к стенке сварным швом длиной 300 мм через каждые 300 мм ребро жёсткости из двутавра № 30.

Створка, которая установлена в проеме, тщательно измеряется и прикрепляется в положении, указанном в проекте прихватами к стенке и окрайке дна резервуара. Прихваты устанавливаются на расстоянии друг от друга 400-500 мм, их длина 50-60 мм. Прихваты делают из тех же материалов, что и сварочные швы [15,16].

Двусторонние швы свариваются одновременно двумя рабочими, сварщик приваривающий изнутри резервуара идёт с опережением на 500 мм, используя при этом обратноступенчатый способ сварки с длиной 200-250 мм. Если заготовка заполняет проем и выходит за его края, то её заваривает только по проёму, а заготовку доваривают при сварке следующей заготовки.

Когда происходит замена повреждённого участка в районе ПРП проводят замену всего листа первого пояса со смещением, по имеющимся вертикальным сварным швам стенки, на 500 мм ремонтных швов, расположенных вертикально.

Если проводят только частичную замену стенки около установки ПРП нужно придерживаться дополнительных мероприятий безопасности для предупреждения выхода опасной энергии упругих деформаций, которые часто имеются в этом месте. Полотнища заменяются поочередно участками длиной в 1 м.

В местах, где врезают люк-лазы или патрубки стен усиливаются накладными воротниками. Если между уторным и воротниковым швом расстояние менее 200 мм, то газовая резка выполняется под углом 45° с

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

расстоянием 200 мм от уторного шва, и захватывать воротник в нижней части. Притупление кромок размещается в середине листа пояса.

При замене повреждённого участка, который находится под люк-лазом и ПРП, для того что бы уменьшить остаточные сварочные напряжения и деформации после сварки двух проходов все следующие валики швов прокатывают только после смены электрода. Все швы зачищаются и визуально осматриваются с обеих сторон. С помощью рентгенографического метода проверяются все швы, кроме уторного [15,16].

Методом вакуума производят проверку нижних уторных швов на герметичность. Если швы находятся в труднодоступных местах и невозможно проверить их рентгенографическим методом, проверку выполняют ультразвуковым методом [3].

3.6 Ремонт днища резервуара

Дно резервуара спроектировано с периферийными листами в виде кольцевых окраек, которые внахлест сварены с центральной частью.

В случае, когда коррозия поражает листы днища, прибегают к его замене. Для его замены применяют полистовой и рулонированный способы.

При рулонированном способе монтажа применяют рулонированные заготовки конструкций днища, которые изготавливают на заводе, и они сокращают время ремонта и количество сварных швов.

При полистовом способе монтажа днища получается более совершенная поверхность для нанесения защитного покрытия, что увеличивает срок службы резервуара. Совершенство этого метода в том, что добивается гидроизоляция и тщательная подбивка, что снижает хлопунуны.

Когда заменяется днище резервуара, основание так же нуждается в восстановлении. Для этого снимается старый гидрофобный слой и осуществляется ремонт основания с проектированием уклона 1:100, срезка и добавление недостаточного грунта и укладкой нового гидрофобного слоя по

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

уплотненному основанию.

Пояс резервуара должен быть разрезан ровно, горизонтальным резом рядом со сварным швом, соединяющим стенку и днище. Края реза должны быть механически обработаны для удаления неровности и шлака, которые остались после резки.

В проект производства работ должны быть разработаны мероприятия по последовательной установке деталей днища, временной фиксации и усилению уторного узла.

При ремонте днища должны соблюдаться требования проекта производства работ и нормы расположения сварных швов. Применяются такие швы, как нахлесточный и стыковой.

Если необходимо заменить листы первого пояса резервуара, то окраечные листы днища так же должны быть заменены.

При этих работах должны соблюдаться следующие требования:

- Стыки, расположенные между окрайками складываются с зазором клинового типа и соединяются на подкладке односторонним стыковым швом;
- Запрещено превышение смещения кромок в стыках окراек более чем на 10%;
- Расстояние между стыками окраек должно быть не меньше 100 мм от вертикальных сварных соединений первого пояса стенки;
- Подкладки и листы окраек должны выступать от наружной поверхности резервуара на не менее 30 мм, но не более 60 мм;
- Центральная часть днища должна быть внахлест соединена с окрайками на не менее 50 мм, но не более 100 мм;
- Отклонение геометрической формы и размеров кольца окраек не должны расходиться с нормативными значениями.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

3.7 Ремонт люков и патрубков стенки резервуара

В ремонте запланировано полностью заменить люки и патрубки находящиеся на стенке первого пояса резервуара по правилам ремонта и монтажа. Люки и патрубки оборудуются накладками, которые служат для них усилением, и должны соответствовать толщине стенки, на которую они устанавливаются. Люк-лазы оборудуются средствами помогающие легко открывать и закрывать их.

Вырезы для патрубков и люков, располагающихся в нижних частях резервуара, подвергаются различным нагрузкам. Для снижения нагрузок используют компенсационные средства.

Патрубки стенок, листы для усиления и правила к сварным соединениям должны сооружаться по нормативным документам.

Отверстия, вырезаемые для установки патрубков и люков должны быть механически обработаны и избавлены от шероховатости. Шероховатость не должна быть больше 1 мм, а если температура воздуха ниже -40°C – больше 0,5 мм.

Отверстия для патрубков усиливают за счёт использования накладок, которые располагают вокруг отверстия. К помощи усилительных накладок можно не прибегать если отверстие прохода патрубка 50 мм.

Накладке придают такую же толщину, как и у пояса резервуара. Размерность патрубков и усиливающих накладок необходимо сверять с нормативными документами.

Накладка изготавливается прочностью, как у пояса резервуара. Так же накладка производится с отверстием контроля, диаметр которой 10 мм и располагают на горизонтали патрубка или люка. Если накладка состоит из двух частей, она соединяется горизонтальным швом и отверстие контроля располагают в центральной части по уровню половины накладки.

Патрубки соединяются со стенкой резервуара сплошным швом и полностью проплавливают стенку.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Люк-лазы используются как вход в резервуар и проведению диагностических и других работ изнутри резервуара. Проход должен составлять 600 мм и удовлетворять правилам нормативных документов.

3.8 Замена вентиляционных патрубков

По плану, требуется установка 7 патрубков для вентиляции Ду500, один устанавливается в центре крыши резервуара, а все остальные устанавливаются равномерно по крыше.

Патрубок для вентиляции (рисунок 3) нужен для поддержания вентиляции резервуара воздухом и предупреждение попадания инородных предметов извне.

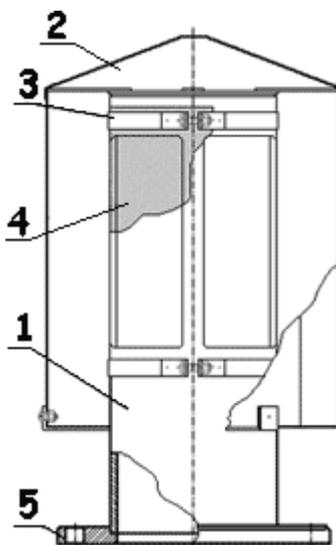


Рисунок 3 – Вентиляционный патрубок:

1 – корпус; 2 – колпак; 3 – хомуты; 4 – сетка; 5 – фланец

ВП монтируется на сборочный патрубок, который находится на крыше объекта через сборочный фланец корпуса.

Если резервуар содержит продукт, который имеет температуру вспышки меньше 120 °С, то нужно установить огнебезопасный предохранитель.

ВП устанавливаются на крыше равномерно с одинаковым расстоянием между ними 2-10 м, один из патрубков устанавливается в центре крыши.

На 1 метр радиуса крыши должно быть установлено не менее 0,06 м² площади ВП.

Для того, чтобы на патрубках не оказывали влияние атмосферные осадки их защищают с помощью сетки противокоррозионной стали или с помощью кожухов, они защищают от попадания посторонних предметов во внутрь резервуара.

Размер патрубка выбирается по диаметру раздаточных труб. На проходимость патрубка так же влияет эффективность насосов, с помощью которых перекачивается сырье.

3.9 Гидравлическое испытание резервуара

Гидравлическое испытание резервуара проводится по правилам, описанным в нормативно-технических документах [4,6]. Испытания проводятся после проведения всех работ по ремонту резервуара, после чего наносят защитные покрытия и подсоединяют резервуар к системе трубопроводов. Перед началом гидравлического испытания во все стороны от резервуара на расстояние 100 метров обозначается опасная зона с использованием предупредительных знаков. Все рабочие, которые проводят испытания должны находиться за границами опасной зоны. После достижения нагрузок испытания подходить и осматривать резервуар можно только по истечению 10 минут.

Во время испытания окружающая температура должна быть от плюс 5 °С и выше исходя из разработанного плана. Уровень взлива при испытании не должен превышать 12 метров.

Когда проводится испытание нужно внимательно следить за состоянием резервуара.

Остановить испытание нужно при следующих причинах:

- Протечка днища резервуара;
- Мокрые пятна, отпотины, трещины любого размера на 1 поясе.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Если повреждения замечаются на 2-8 поясах, то жидкость удаляют ниже повреждения и исправляют, после чего проверяют на герметичность.

До закачки воды в резервуар, до закачки до края налива, во время нагрузок испытания на резервуар и после опорожнения резервуара следует выполнять следующие действия:

- Следить за геометрическими параметрами резервуара;
- Осмотр сварных соединений и стенок резервуара.

Испытания можно считать успешными если по их окончанию уровень жидкости в резервуаре соответствует начальному при испытании, не обнаружены повреждения и дефекты стенок и сварных швов резервуара, отпотин, мокрых пятен.

После завершения испытаний, составляется соответствующий документ для резервуара о прохождении гидравлического испытания.

Приварка каких-либо конструкций к РВС во время проведения резервуара и после запрещается. После успешного прохождения испытаний на резервуар наносят антикоррозионные покрытия и устанавливаются оборудования, после чего оформляются документы.

3.10 Нанесение антикоррозионного покрытия

Защитные покрытия наносятся на резервуар исходя из условий в которых эксплуатируется резервуар, климата, погодных воздействий, степени агрессивности хранимого продукта и его паров на внутреннюю часть резервуара.

Для внутренней покраски резервуара принято пользоваться лакокрасочные или металлизационно-лакокрасочные защитные покрытия; для конструкции, находящейся снаружи используют лакокрасочные защитные покрытия (рисунок 4) [17].

Наружную часть резервуара нужно окрасить лакокрасочными защитными покрытиями со светоотражающей способностью порядка 98%,

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

покрытие должно выполняться в светлых тонах.

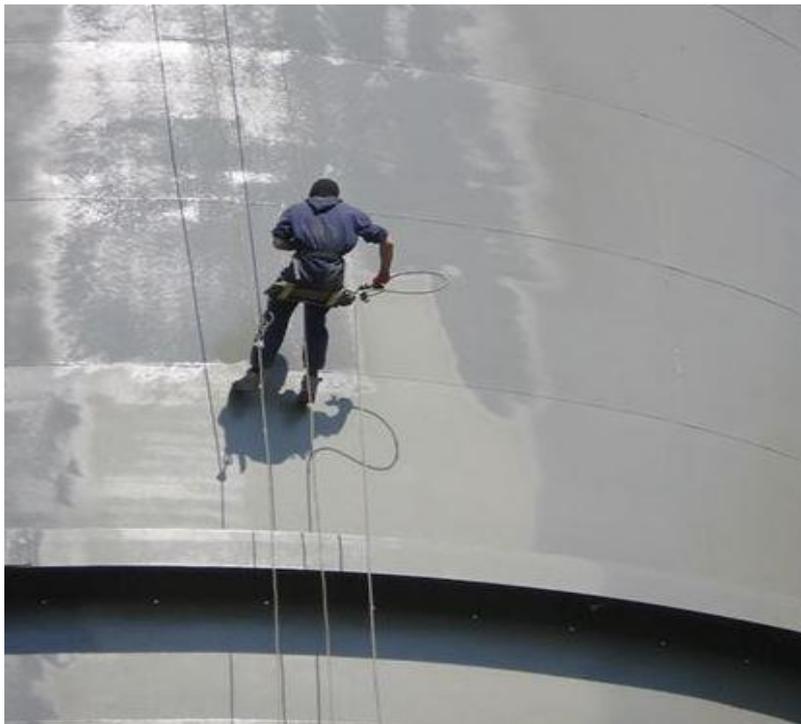


Рисунок 4 – Нанесение противокоррозионного покрытия

К противокоррозионным покрытиям предъявляют следующие требования:

- Проявлять устойчивость к хранимым жидкостям резервуара;
- Проявлять хорошую адгезию к грунтовке или металлу резервуара;
- Не оказывать влияние на хранимые жидкости и не вступать с ними в реакцию;
- Стойкость к растрескиванию;
- Совмещённая деформация со стенкой резервуара при его заполнении и опустошении;
- Длительный срок службы;
- Сохранять прочность, адгезию и т.д. долгое время;
- Сохранение защитных характеристик при использовании катодной, протекторной и электрохимической защиты;
- Удобство использования и нанесения;

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

- Удовлетворения требования по нормативным документам;

Продолжительность службы противокоррозионной защиты должна составлять не менее 10 лет. Если по нормативным документам, срок службы резервуара больше, чем срок службы защитного покрытия, то при составлении плана проектирования резервуара должны быть припуски на коррозию для основных элементов – стенки, дна и крыши резервуара.

Подготовка внутренней поверхности резервуара к противокоррозионному покрытию

На поверхности резервуара должны отсутствовать:

- Отходы от проведения сварочных работ (шлаки и т.д.)
- Растрескивание, расслоения, следы от обрезок;
- Кромки с диаметром 3 мм с внутренней стороны стенки и 1,5 мм с наружной стороны стенки резервуара;
- Вспомогательные средства, которые использовались при сооружении резервуара, его ремонте и т.д.;
- Остатки индикаторов от проверки сварных соединений на дефекты;
- Любые загрязнения.

Элементы резервуара должны быть обварены как внутри, так и снаружи для исключения зазоров и щелей. Сварные швы должны иметь гладкий путь к металлу конструкции.

Для нанесения защитного покрытия на резервуар его поверхность отчищают ручным или механическим методом, если имеется старое покрытие, грязь или коррозия.

Снятие коррозии с металла резервуара снимают с помощью химического и механического метода.

Химический метод очистки подразумевает использование моющих средств с химическим составом. Моющее средство наносят на повреждённую часть металла и держат 3-5 минут, после чего смывают горячей водой вместе со следами коррозии.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

После смывки поверхность насухо вытирают и просушивают;

Механический способ подразумевает использование металлических щеток или абразивоструйную очистку поверхности. Для этого прибегают к помощи специальных средств – моющих компрессор. Частицы песка с высокой скоростью вылетают на участок резервуара и удаляют:

- Старое противокоррозионное покрытие;
- Ржавчину и окалины
- Масляные загрязнения.

После механической обработки поверхность резервуара становится шероховатой. Остатки песка удаляют воздухом, выходящим с большой скоростью, для того, чтобы добиться высокой адгезии покрытия с поверхностью металла. Контроль за выполнением всех этих мероприятий осуществляется визуальным осмотром поверхности и компараторами для проверки шероховатости.

Подготовительные работы внутренней поверхности РВС к противокоррозионному покрытию

Подготовка внутренней поверхности резервуара отличается от подготовки внешней поверхности. В неё входят такие мероприятия как:

- Опустошение резервуара от хранимых продуктов;
- Очистка внутренней поверхности резервуара;
- Дегазация;
- Обезжиривание;
- Очищение внутренней поверхности песком;
- Очистка внутренней поверхности от грязи;
- Очистка коррозионных участков с помощью моющих средств;
- Промывка горячей водой;
- Просушивание поверхности;
- Проверка выполненных работ и их качество.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Технология покраски резервуара изнутри и снаружи

На очищенную поверхность наносят слой грунтовки распылителем, не должно образовываться подтеков. Эти мероприятия выполняются для хорошей адгезии металла и лакокрасочного покрытия.

Поверхность изнутри покрывают 3-4 слоями лакокрасочного покрытия с просушкой каждого слоя.

Каждый слой должен иметь одинаковую толщину и не иметь дефектов.

Защита дна резервуаров от коррозии снаружи

Для защиты дна резервуара прибегают к следующим мероприятиям:

- Отведение грунтовых вод, установка фундамента под резервуаром;
- Покрытие днища битумно-песчаной смесью;

В ходе противокоррозионных работ нужно следить за выполнении требований нормативных документов, техники безопасности и охране экологической среды. После завершения всех мероприятий покрытия составляется акт выполнения работ по нанесению защитного покрытия.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-2000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

4.2 Расчёт номинальной толщины стенки в каждом поясе

Номинальная толщина стенки t_i , м, в каждом поясе рассчитывается по формуле:

$$t_i = \max(t_{Ud}, t_{Ug}), \quad (1)$$

где t_{Ud} – номинальная толщина стенки для режима эксплуатации, определяемая по формуле:

$$t_{Ua} = [0,001 \cdot p \cdot g \cdot (H - x_L) + 1,20 \cdot p] \cdot \frac{r}{R} + \Delta t_{ic} + \Delta t_{im} \quad (2)$$

где t_{Ug} – номинальная толщина стенки для режима гидравлических испытаний, м, определяемая по формуле:

$$t_{Ud} = [0,001 \cdot p_g \cdot g \cdot (H_g - x_L) + 1,25 \cdot p] \cdot \frac{r}{R} + \Delta t_{im} \quad (3)$$

где p – плотность продукта, 0,871 т/м³;

p_g – плотность воды, используемая для гидравлических испытаний, 1 т/м³;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

H – высота налива воды при гидравлических испытаниях, 12 м;

H_g – высота налива воды при гидравлических испытаниях, 12 м;

x_L – расстояние от дна до нижней кромки i -го пояса (равно ширине листа), м;

p – нормативное избыточное давление в резервуаре, 0,002 МПа;

r – радиус резервуара, 7,59 м;

R – расчётное предельно допустимое напряжение, МПа;

Δt_{ic} – припуск на коррозию для i -го пояса стенки, 0,001 м;

Δt_{im} – нижнее предельно допустимое отклонение толщины проката для i -го пояса стенки, 0,00045 м.

Расчетное предельно допустимое напряжение R , МПа, определяется по формуле:

$$R = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \quad (4)$$

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчётная часть				

где R_{yn} – нормативное сопротивление, принимаемое равным гарантированному значению предела текучести по действующим стандартам и техническим условиям на сталь, МПа (345 МПа для стали 09Г2С);

γ_n – безразмерный коэффициент надежности по ответственности, принимаемый в соответствии с требованиями ФЗ [32] равным 1,1;

γ_m – безразмерный коэффициент надежности по материалу, принимаемый равным 1,025;

γ_c – безразмерный коэффициент условий работы поясов стенки, принимаемый в условиях эксплуатации для первого пояса равным 0,7; для остальных поясов равным 0,8; в условиях гидроиспытаний равным 0,9 для всех поясов.

Предельно допустимое напряжение R_1 для первого пояса в условиях эксплуатации:

$$R_1 = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_n}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{345 \cdot 0,7}{1,025 \cdot 1,1} = 214,19 \text{ МПа.}$$

Предельно допустимое напряжение R_2 для остальных поясов в условиях эксплуатации:

$$R_2 = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_n}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{345 \cdot 0,8}{1,025 \cdot 1,1} = 244,79 \text{ МПа.}$$

Предельно допустимое напряжение R_3 для всех поясов в условиях гидроиспытаний:

$$R_3 = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_n}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{345 \cdot 0,9}{1,025 \cdot 1,1} = 275,39 \text{ МПа.}$$

Расчетная толщина стенки t_{Ud1} в условиях эксплуатации для первого пояса:

$$t_{Ud1} = [0,001 \cdot 0,871 \cdot 9,81 \cdot (12 - 0) + 1,20 \cdot 0,002] \cdot \frac{7,59}{214,19} + 0,002 + 0,00045 = 0,0061 \text{ м}$$

Расчетная толщина стенки t_{Ud2} в условиях эксплуатации для второго пояса:

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчётная часть				

$$t_{Ud2} = [0,001 \cdot 0,871 \cdot 9,81 \cdot (12 - 1,5) + 1,20 \cdot 0,002] \cdot \frac{7,59}{244,79} + 0,002$$

$$+ 0,00045 = 0,0053 \text{ м}$$

Расчетная толщина стенки t_{Ugl} в условиях гидроиспытаний для первого пояса:

$$t_{Ud} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 0) + 1,25 \cdot 0,002] \cdot \frac{7,59}{275,39} + 0,00045 = 0,0070 \text{ м.}$$

Остальные полученные значения толщины поясов резервуара представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Толщины поясов резервуара

Номер пояса	Расчетная толщина стенки, мм		Номинальная толщина стенки из условия $t_i = \max(t_{Ud}, t_{Ug})$, мм	Фактическая толщина стенки, мм
	В условиях эксплуатации, t_{Ud}	В условиях гидроиспытаний, t_{Ug}		
1	6,1	3,7	6,1	7,5
2	5,3	3,3	5,3	6,4
3	4,9	2,9	4,9	5,6
4	4,5	2,5	4,5	5,5
5	4,1	2,1	4,1	5,8
6	3,7	1,7	3,7	4,7
7	3,3	1,3	3,3	4,8
8	2,9	0,92	2,9	4,8

Согласно РД-23.020.00-КТН-018-14 минимальная конструктивная толщина стенки резервуара диаметром от 10 до 16 м включительно равна 5 мм.

Результаты расчета толщины t , м, для каждого пояса стенки должны быть округлены до целого числа в большую сторону.

Вывод: фактическая толщина стенки соответствует требованиям расчетной номинальной толщине.

4.3 Поверочный расчет стенки резервуара на прочность

Поверочный расчет на прочность для каждого пояса стенки резервуара должен выполняться в соответствии с следующим неравенством [18]:

$$\sqrt{\sigma_{1i}^2 - \sigma_{1i} \cdot \sigma_{2i} + \sigma_{2i}^2} \leq R, \quad (5)$$

где σ_{1i} – осевые напряжения в i -м поясе стенки, МПа;

σ_{2i} – кольцевые напряжения в i -м поясе стенки, МПа.

Расчёт осевых напряжений

Осевые напряжения σ_{1i} , МПа, в i -м поясе стенки для резервуаров со стационарной крышей определяются по формуле:

$$\sigma_{1i} = \frac{n_3 \cdot (G_{кр} + G_{ст,i}) + \psi \cdot n_{сн} \cdot G_{сн}}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot t_{fi}}, \quad (6)$$

где $G_{кр}$ – вес покрытия (крыши) резервуара, кН;

$G_{ст,i}$ – вес вышележащих поясов стенки, кН;

$G_{сн}$ – полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия, кН;

$n_3=1,05$ – коэффициент надежности по нагрузки от собственного веса;

$n_{сн}=1,4$ – коэффициент надежности по снеговой нагрузке;

$\psi=0,9$ – коэффициент сочетаний для кратковременных нагрузок [21];

t_{fi} – фактическая толщина i -го пояса стенки, мм;

r – радиус резервуара, м.

Определение нагрузки крыши резервуара

Вес покрытия резервуара рассчитывается по нормативному давлению крыши $P_{кр}$:

$$G_{кр} = P_{кр} \cdot \pi \cdot r^2, \quad (7)$$

Для резервуара объемом $V=2000 \text{ м}^3$ давление крыши $p_{кр} = 0,3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$.

$$G_{кр} = 0,3 \cdot 3,14 \cdot 7,59^2 = 54,2 \text{ кН}.$$

Определение нагрузки на стенки резервуара

Нагрузка вышележащих поясов стенки резервуара определяется из условия, что высота всех поясов одинакова и равна ширине листа $B=1,5 \text{ м}$.

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчётная часть				

$$G_{ст,i} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot B \cdot \gamma_{ст} \cdot \sum_{k=i}^a t_{fk}, \quad (8)$$

где a – номер последнего пояса, если начало отсчета снизу;

$\gamma_{ст} = 78,5 \text{ кН}$ – удельный вес стали.

Нагрузка при расчете первого пояса:

$$G_{ст,1} = 2 \cdot 3,14 \cdot 7,59 \cdot 1,5 \cdot 78,5 \cdot (7,5 + 6,4 + 5,6 + 5,5 + 5,8 + 4,7 + 4,8 + 4,8) \cdot 10^{-3} = 253,1 \text{ кН.}$$

Нагрузка при расчете второго пояса:

$$G_{ст,2} = 2 \cdot 3,14 \cdot 7,59 \cdot 1,5 \cdot 78,5 \cdot (6,4 + 5,6 + 5,5 + 5,8 + 4,7 + 4,8 + 4,8) \cdot 10^{-3} = 211 \text{ кН.}$$

Результаты расчетов нагрузки стенки для всех поясов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Нагрузка на стенки резервуара

Номер пояса	Нагрузка, кН	Номер пояса	Нагрузка, кН
1	253,1	5	112,8
2	211	6	80,2
3	175,1	7	53,8
4	143,6	8	26,9

Определение снеговой нагрузки

Вес снегового покрова на всю крышу:

$$G_{сн} = P_{сн} \cdot \pi \cdot r^2 = \mu \cdot S_g \cdot \pi \cdot r^2 \quad (9)$$

Нормативная снеговая нагрузка на горизонтальную проекцию резервуара:

$$P_{сн} = \mu \cdot S_g, \quad (10)$$

где μ – коэффициент перехода от веса снегового покрытия горизонтальной

поверхности земли к снеговой нагрузке на трубопровод;

S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, которое выбирается по таблице 5 для соответствующего снегового района Российской Федерации.

Таблица 5 – Нормативные значения веса снегового покрова

Снеговые районы Российской Федерации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
S_g , кПа	0,8	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6

Город Красноярск находится в III снеговом районе, $S_g = 1,8$ кН (таблица 5).

Коэффициент $\mu=1$ для такого варианта крыши, когда угол наклона поверхности крыши к горизонтальной плоскости $\alpha \leq 25^\circ$.

Вес снегового покрова на крышу:

$$G_{сн} = 1 \cdot 1,8 \cdot 3,14 \cdot 7,9^2 = 352,7 \text{ кН}, \quad (11)$$

Определение осевых напряжений в каждом поясе стенки резервуара от вертикальной нагрузки

Определение напряжений:

– В первом поясе:

$$\sigma_{11} = \frac{1,05 \cdot (54,2 + 253,1) + 0,9 \cdot 1,4 \cdot 352,7}{2 \cdot 3,14 \cdot 7,59 \cdot 7,5} = 2,1 \text{ МПа.}$$

– Во втором поясе:

$$\sigma_{12} = \frac{1,05 \cdot (54,2 + 211) + 0,9 \cdot 1,4 \cdot 352,7}{2 \cdot 3,14 \cdot 7,59 \cdot 6,4} = 2,36 \text{ МПа.}$$

Значения осевых напряжений в остальных поясах приведены в таблице 5.

Расчет кольцевых напряжений

Кольцевые напряжения σ_{2i} , МПа, в i -м поясе стенки определяются по формуле:

$$\sigma_{2i} = [0,001 \cdot p \cdot g \cdot (H - x_L) + 1,20 \cdot \rho] \cdot \frac{r}{t_{fi}}, \quad (12)$$

где ρ – плотность продукта, 0,871 т/м³;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

H – высота налива продукта при эксплуатации, 12 м;

x_L – расстояние от дна до нижней кромки i -го пояса, м;

p – нормативное избыточное давление в резервуаре, 0,002 МПа;

r – радиус резервуара, м;

t_{fi} – фактическая толщина i -го пояса стенки, м.

Определение напряжений:

– В первом поясе

$$\sigma_{21} = [0,001 \cdot 0,871 \cdot 9,81 \cdot (12 - 0) + 1,20 \cdot 0,002] \cdot \frac{7,59}{7,5 \cdot 10^{-3}} = 106,19 \text{ МПа}$$

– Во втором поясе

$$\sigma_{21} = [0,001 \cdot 0,871 \cdot 9,81 \cdot (12 - 1,5) + 1,20 \cdot 0,002] \cdot \frac{7,59}{6,4 \cdot 10^{-3}} = 109,2 \text{ МПа}$$

Значения кольцевых напряжений в остальных поясах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Напряжения для расчета стенки резервуара на прочность

Номер пояса	σ_{1i} , МПа	σ_{2i} , МПа	$\sqrt{\sigma_{1i}^2 + \sigma_{2i}^2}$, МПа	R, МПа	Выполнение условия
					$\sqrt{\sigma_{1i}^2 + \sigma_{2i}^2} \leq R$
1	2,1	106,19	105,8	214,19	Да
2	2,36	109,2	108,0	244,79	Да
3	2,5	107,4	106,1	244,79	Да
4	2,48	91,7	90,4	244,79	Да
5	2,24	70,2	69,1	244,79	Да
6	2,6	65,9	64,6	244,79	Да
7	2,43	44,3	43,1	244,79	Да
8	2,31	24,0	22,9	244,79	Да

Вывод: По результатам расчёта условие $\sqrt{\sigma_{1i}^2 - \sigma_{1i} \cdot \sigma_{2i} + \sigma_{2i}^2} \leq R$

выполняется для всех поясов.

Расчёт осевых напряжений

Осевые напряжения σ_{1i} , МПа, в i -м поясе стенки для резервуаров со стационарной крышей определяются аналогично предыдущему пункту по формуле:

$$\sigma_{1i} = \frac{n_3 \cdot (G_{кр} + G_{ст,i}) + \psi \cdot n_{сн} \cdot G_{сн}}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot t_{fi}} \quad (13)$$

Результаты расчета осевых напряжений для всех поясов приведены в таблице 5.

Расчёт кольцевых напряжений

Кольцевые напряжения σ_{2i} , МПа, в i -ом поясе стенки для резервуаров со стационарной крышей определяются по формуле:

$$\sigma_{2i} = \psi \cdot P_w \cdot \delta, \quad (14)$$

где P_w – нормативное значение ветрового давления, МПа, принимаемое в зависимости от ветрового района по таблице 7;

$\psi = 0,9$ – коэффициент сочетаний для кратковременных нагрузок, назначаемый в соответствии с требованиями [21];

δ – безразмерный параметр, определяемый по формуле:

$$\delta = \frac{r}{t_{mf}} = \frac{7,59}{4,7 \cdot 10^{-3}} = 1614,8, \quad (15)$$

где r – радиус резервуара, м;

t_{mf} – фактическая толщина самого тонкого пояса стенки, м.

Таблица 7 – Нормативные значения ветрового давления

Ветровые районы РФ	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
P_w , кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

Красноярск относится к третьему району по давлению ветра, соответственно из таблицы выбираем $P_w = 0,38$ кПа.

Определение кольцевых напряжений:

$$\sigma_{2i} = 0,9 \cdot 0,38 \cdot 10^{-3} \cdot 1614,8 = 0,55 \text{ МПа.}$$

Расчет критических осевых напряжений

Критические осевые напряжения σ_{cr1} , МПа, определяются по формуле:

$$\sigma_{cr1} = C_0 \cdot \frac{E}{\delta}, \quad (16)$$

где C_0 – безразмерный коэффициент, определяемый по формулам:

$$C_0 = \begin{cases} 0,04 + \frac{40}{\delta} & \text{при } 400 \leq \delta \leq 1220 \\ 0,85 - 10^{-5} \cdot \delta & \text{при } 1220 \leq \delta \leq 2500 \\ 0,065 - 2 \cdot 10^{-6} \cdot \delta & \text{при } 2500 \leq \delta \leq 5000 \end{cases}, \quad (17)$$

где $E = 2,1 \cdot 10^5$ – модуль упругости стали, МПа;

δ – безразмерный параметр.

Определение коэффициента C_0 , при $\delta = 1614,8$:

$$C_0 = 0,85 - 10^{-5} \cdot 1614,8 = 0,068$$

Определение критических осевых напряжений:

$$\sigma_{cr1} = 0,068 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{1614,8} = 8,84 \text{ МПа.}$$

Расчёт критических кольцевых напряжений

Критические кольцевые напряжения σ_{cr2} , МПа, определяются по формуле:

$$\sigma_{cr2} = 0,55 \cdot \frac{r}{H_r} \cdot \frac{E}{\sqrt{\delta^3}}, \quad (18)$$

где r – радиус резервуара, м;

$E = 2,1 \cdot 10^5$ – модуль упругости стали, МПа;

H_r – редуцированная высота стенки, м;

δ – безразмерный параметр.

Редуцированная высота стенки H_r , м, определяется по формуле:

$$H_r = \sum_{i=1}^n h_i \cdot \left(\frac{t_{mf}}{t_{fi}} \right)^{2,5}, \quad (19)$$

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчётная часть				

где h_i – высота i -го пояса, м, высоту каждого пояса принимаем равной 1,5 м;
 t_{mf} – фактическая толщина самого тонкого пояса стенки, м;
 t_{fi} – фактическая толщина i -го пояса стенки, м.

Определение редуцированной высоты стенки:

$$H_r = \sum_{i=1}^8 1,5 \cdot \left(\frac{4,7}{7,5}\right)^{2,5} = 8,3 \text{ м}, \quad (20)$$

Определение критических кольцевых напряжений:

$$\sigma_{cr2} = 0,55 \cdot \frac{7,59}{8,3} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{\sqrt{1614,8^3}} = 1,62 \text{ МПа}.$$

В таблице 8 представлены напряжения, необходимые для расчета стенки резервуара.

Таблица 8 – Напряжения для расчёта стенки резервуара на устойчивость

Номер пояса	σ_{1i} , МПа	σ_{cr1} , МПа	$\frac{\sigma_{1i}}{\sigma_{cr1}}$	σ_{2i} , МПа	σ_{cr2} , МПа	$\frac{\sigma_{2i}}{\sigma_{cr2}}$	$\frac{\sigma_{1i} + \sigma_{2i}}{\sigma_{cr1} \sigma_{cr2} \cdot 2}$
1	2,1	8,84	0,23	0,55	1,62	0,33	0,56
2	2,36		0,26				0,59
3	2,5		0,28				0,61
4	2,48		0,28				0,61
5	2,24		0,25				0,58
6	2,6		0,29				0,62
7	2,43		0,27				0,6
8	2,31		0,26				0,59

Вывод: По результатам расчета условие устойчивости выполняется для всех поясов.

Расчет напряженно-деформированного состояния стенки РВС-2000 м³

Для того что бы верно оценить работоспособность резервуара нужно построить его модель, которая будет показывать его геометрию, напряжённо-деформированное состояние при нагрузках в период работы.

Для расчета напряжённо-деформированного состояния была выбрана программа ANSYS 2022 R1. Такой расчет покажет дополнительную информацию о причинах деформирования или разрушения резервуара. Расчет допускается по РД 08-95-95 – «Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов».

Для начала была построена модель резервуара в программе Autodesk Inventor (рисунок 5), которая была выгружена в программу ANSYS для расчета напряжения.

Резервуар состоит из 8 поясов высотой 12 метром, толщина нижнего и верхнего поясов составляет 7,5 мм и 4,8 мм. Диаметр резервуара – 15180 мм.

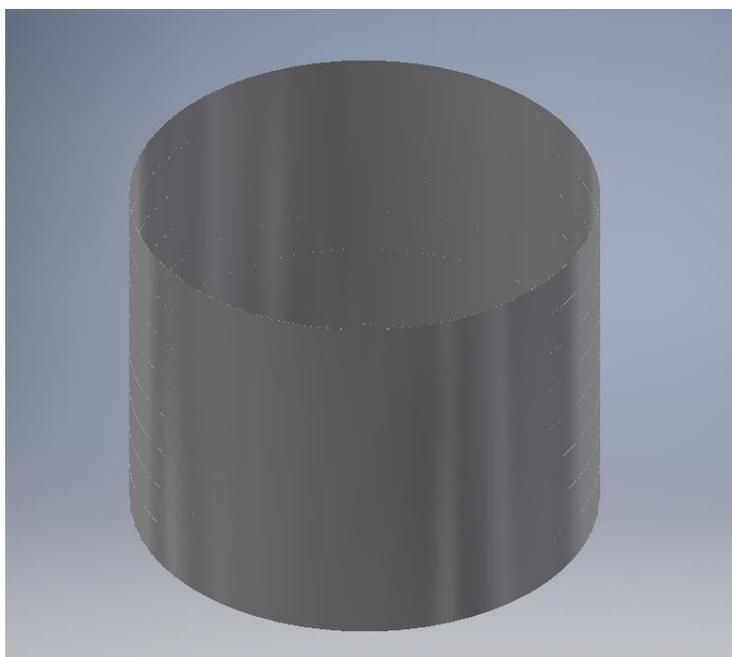


Рисунок 5 – Модель резервуара

Конструкция состоит из стали 09Г2С (предел текучести 345 МПа, предел прочности 450 Мпа).

					Расчётная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Резервуар жёстко закреплён по днищу. На объект оказывают действия нагрузки, рассчитанные ранее по РД-23.020.00-КТН-018-14: гидростатическая высотой 12 м и плотностью нефти 871 кг/м³; ветровая – 380 Па; снеговая нагрузка – 352,7 кН; нагрузка от веса крыши – 54,2 кН, приложенные к верхнему ребру стенки РВС-2000 м³.

Полученные результаты в программе ANSYS представлены на рисунке 6.

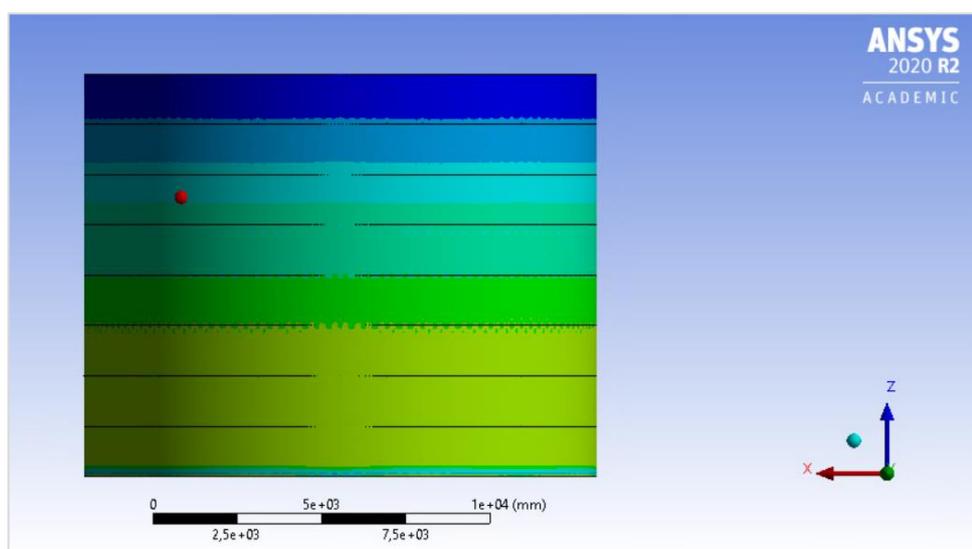


Рисунок 6 – Эквивалентные напряжения по Мизесу

По полученным расчётам видно, что напряжения, которые действуют на резервуар не превышают допустимых, которые высчитывались ранее. (R_1 - 214,2 МПа – для первого пояса; R_2 - 244,8 МПа для остальных поясов). Расчёт показывает, что разрушение и деформации резервуара при заданных нагрузках не произойдёт. Средняя погрешность расчётов составила 6,9%. Сравнение напряжений приведены в таблице 9.

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчётная часть					

Таблица 9 – Сравнение напряжений

Номер пояса	Максимальные напряжения, рассчитанные по методике РД-23.020.00-КТН-018-14, МПа	Максимальные напряжения, рассчитанные в программном комплексе ANSYS, МПа	Погрешность, %
1	105,8	101,21	4,3
2	108,0	101,49	6,0
3	106,1	100,75	5,0
4	90,4	84,34	6,7
5	69,1	65,8	4,7
6	64,6	57,9	10,3
7	43,1	38,5	10,6
8	22,9	21,1	7,8

Для сравнения напряжения была построена модель резервуара с отклонением образующей стенки от вертикали первого пояса на 20 мм (рисунок 7). По ВСН 311-89 предельные отклонения от вертикали образующих стенок первого пояса для резервуаров объемом от 1000-5000 м³ допускается 15 мм. В таблице 10 приведены сравнения напряжений резервуара без отклонения и с отклонением.

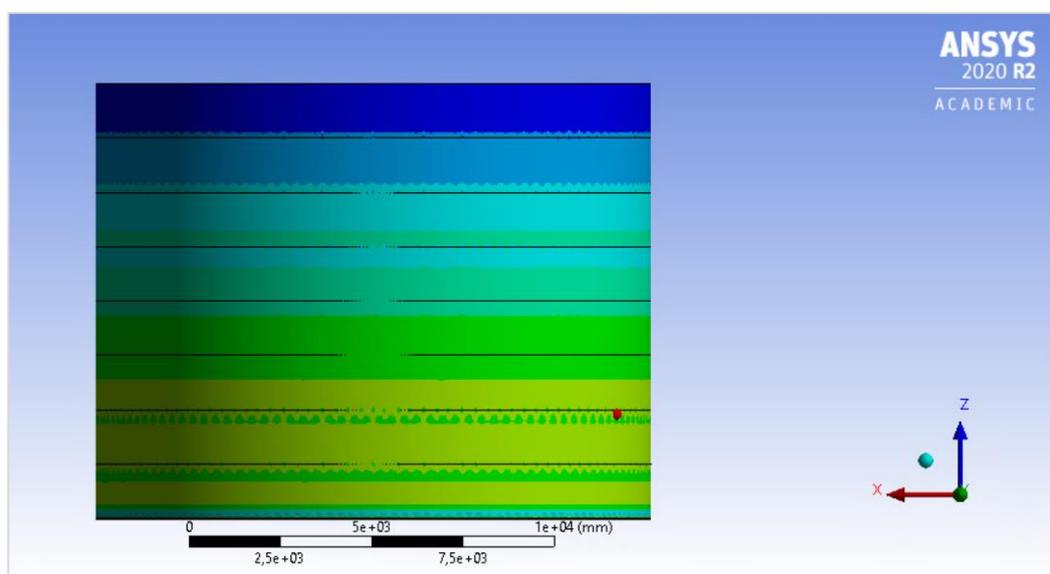


Рисунок 7 – Резервуар с отклонением образующей стенки от вертикали на 20 мм

Таблица 10 – Сравнение резервуаров

Номер пояса	Резервуар без отклонения	Резервуар с отклонением первого пояса на 20 мм
1	101,21	119,52
2	101,49	103,27
3	100,75	102,79
4	84,34	87,47
5	65,8	68,1
6	57,9	59,5
7	38,5	40,3
8	21,1	23,2

5 Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность

В данном разделе будет производиться расчёт сметы стоимости капитального ремонта РВС-2000 м³.

5.1 Нормативная продолжительность работ

До того, как посчитать затраты на проведение капитального ремонта, нужно создать план-график работ, нужного времени и количество рабочих на выполнение этих работ.

В таблице 11 показаны нормы времени выполнения операций капитального ремонта РВС-2000 м³.

Таблица 11 – Нормы времени выполнения операций капитального ремонта РВС- 2000 м³.

№ п/п	Наименование операций	Продолжительность работ, часов
1	Обустройство проезда через обвалование для строительного-монтажной техники	4
2	Обустройство площадки для резки демонтированных Элементов	4
3	Устройство временных площадок хранения материалов и оборудования	4
4	Устройство распределительных щитов и временной электропроводки для обеспечения работы электрооборудования	4
5	Ремонт (замена) листов стенки	150
6	Ремонт (замена) днища	130
7	Замена патрубков и люков	60
8	Ремонт шахтной лестницы и площадки обслуживания	40
9	Устройство контура заземления	30
10	Устройство системы пожаротушения	60
11	Контроль качества сварных соединений	140
12	Демонтаж существующего антикоррозионного Покрытия	300
13	Гидроиспытание резервуара	100
14	Нанесение антикоррозионного покрытия на наружную и внутреннюю поверхности	270
15	Обустройство пешеходных дорожек в каре резервуара	24
16	Очистка территории от строительного мусора	24
17	Восстановление обвалования	12
	Итого продолжительность работ	1356

					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Швец А.С.			Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никulichиков А.В.					65	91
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

В таблице 12 представлен рабочий персонал.

Таблица 12 – Рабочий персонал

№ п/п	Должность	Количество человек
1	Водитель	2
2	Мастер участка	1
3	Газорезчик	2
4	Электросварщик	2
5	Монтажник	5
6	Геодезист	1
7	Дефектоскопист	2
8	Маляр	3
9	Машинист крана	1
	Итого:	19

5.2 Расчёт сметы стоимости работ по ремонту РВС-2000 м³

Методы определения сметы стоимости работ показаны на рисунке 8.

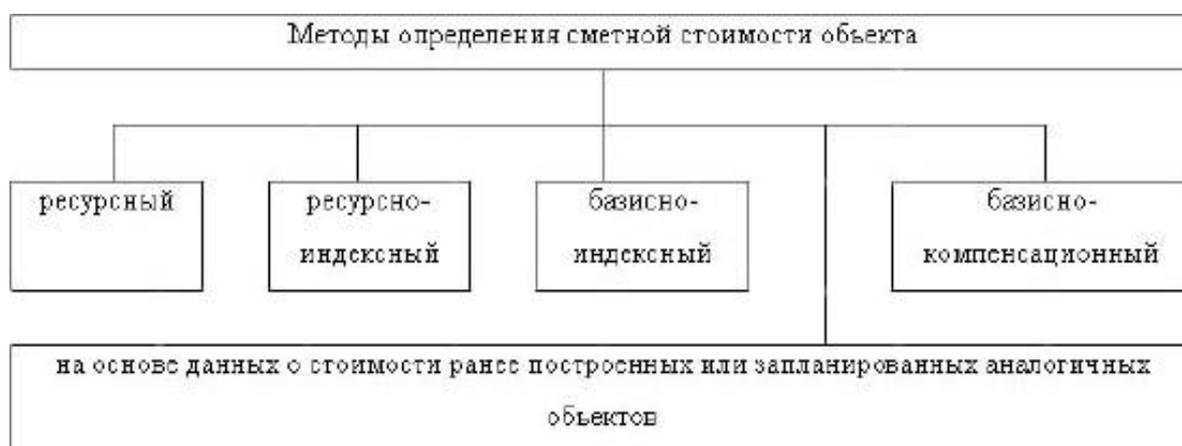


Рисунок 8 – Методы определения сметы стоимости работ

Ресурсный метод – это создание сметы стоимости ремонта. С помощью этого метода рассчитывается стоимость ремонта учитывая стоимость всех требуемых материалов, запчастей, работы трудящихся и техники. Этот метод

определяет смету стоимость ремонтно-технологических работ в любой промежуток времени.

Расчёт затрат на проведение ремонтных работ РВС-2000 м³.

Состав затрат по их экономическому содержанию организовывается по следующим пунктам:

- Затраты на специализированное оборудование;
- Затраты на материалы;
- Затраты на заработную плату;
- Страховые затраты;
- Амортизационные отчисления;
- Накладные расходы.

В таблицах 13-16 представлены затраты. В таблице 17 представлена общая смета затрат на выполнение ремонтно-изыскательской работы.

К материальным расходам принимаются затраты на покупку:

– Сырьё, вспомогательные и основные материалы, которые используются в ремонтном процессе.

– Необходимых частей и изделий и др.;

– Услуг ремонтного характера, которые выполняют другие организации или предприниматели, структурные подразделения предприятия

– Эксплуатация природоохранных сооружений.

Затраты на специализированное оборудование и затраты на материалы представлены в таблицах 13 и 14.

					Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Таблица 13 – Затраты на специализированное оборудование

№ п/п	Наименование материалов и комплектующих	Единица измерения	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	Распылитель для антикоррозионного покрытия	шт.	3	17000	51000
2	Сварочный аппарат	шт.	2	14000	28000
3	Газовый резак	шт.	2	4500	9000
4	Прочее	шт.	10	5000	50000
	Итого:				138000

Таблица 14 – Затраты на материалы

№ п/п	Наименование материалов и комплектующих	Единица измерения	Количество	Цена, руб	Сумма, руб
1	Материалы для антикоррозионной обработки	-	-	212000	212000
2	Общестроительные материалы	-	-	7486000	7486000
3	Устройство обнаружения утечек	-	-	3200000	3200000
4	Пенетрант	шт.	40	1500	60000
5	Песок	м ³	28	280	7840
6	Цемент	мешок 50 кг	110	310	34100
	Итого:				10999940

К расходам на заработную плату относятся затраты производства на поддержание условий труда для сотрудников, начисление надбавок, компенсаций за режим работы. Зарплата, помимо основной суммы денег, включает в себя:

- Дополнительная тарифная ставка;
- Оплата разрядности – 25%;
- Премияльные выплаты – 40%;
- Климатический коэффициент – 15%.

Отообразим расчёт зарплаты в таблице 15.

Таблица 15 – Расчёт зарплаты

Должность	Кол-во	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб	Норма времени на проведение мероприятия, ч	Доплата за классность, %	Заработная плата с учетом надбавок, руб
Мастер участка	1	9	240	1416	25	683924
Газорезчик	2	5	186	582	-	348571
Электросварщик	2	6	264	582	25	618433
Монтажник	5	5	156	670	25	1051733
Геодезист	1	4	183	84	25	30936
Дефектоскопист	2	-	177	122	-	69533
Малляр	3	-	138	440	-	293278
Машинист крана	1	-	195	670	-	210347
Водитель	2	-	180	1220	-	707112
Итого:	18					4013867

Сумма страховых взносов во внебюджетный фонд государства по законодательным нормам составляет 30% от общей суммы зарплаты трудящихся (1204160 руб.).

Сумма амортизационных отчислений считается из баланса основных производственных фондов и нематериальных активов, а также в порядке норм амортизации, в которые, помимо прочего, входит ускоренная амортизация активной части.

Расчёт амортизационных отчислений приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Расчёт амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, смен	Сумма амортизации, руб.
		одного объекта	всего			
Лебедка с тяговым усилием 100 кН ЛМЭ - 10-510	2 шт.	870000	1740000	15	30	21452
Автомобиль грузопассажирский (4х4) типа «УАЗ 2206»	1 шт.	560000	560000	21	58	18687
Рентгеновский аппарат (дефектоскопия)	1 шт.	425000	425000	15	10	1747
Автокран «Челябинец» КамАЗ 43118	1 шт.	4150000	4150000	20	9	20466
Компрессор с комплектом вакуум камер	1 шт.	80000	80000	16	29	1017
КамАЗ 4310 бортовой (перевозка оборудования)	1 шт.	2895000	2895000	21	22	36644
Итого:						100013

В затраты на проведения ремонтно-технических мероприятий входят дополнительные расходы предприятия (накладные расходы), которые связаны с организационной, управляющей и обслуживающей составляющей производства. Накладные расходы определяются косвенным способом в процентах от основных затрат (40%). Расчёт накладных расходов произведён в таблице 17.

Таблица 17 – Накладные расходы

№ п/п	Наименование затрат по направлениям затрат	Общий объем затрат, руб.	% накладных расходов	Сумма накладных расходов, руб.
1	Спецоборудование	138000	40	55200
2	Материалы и комплектующие	10999940	40	4399976
3	Оплата труда	4013867	40	1605547
4	Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды (30%)	1204160	40	481664
5	Амортизация основных средств	100013	40	40005
	Итого накладных расходов			6582392

На основании всех расчётов затрат определяется сумма затрат на проведение ремонтно-технического мероприятия, приведённых в таблице 18.

Таблица 16 – Затраты на проведение ремонтно-технического мероприятия

№ п/п	Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1	Спецоборудование	138000
2	Материалы и комплектующие	10999940
3	Оплата труда	4013867
4	Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды	1204160
5	Амортизация основных средств	100013
6	Накладные расходы	6582392
7	Итого собственных затрат	23038372

На рисунке 9 представлена структура затрат.

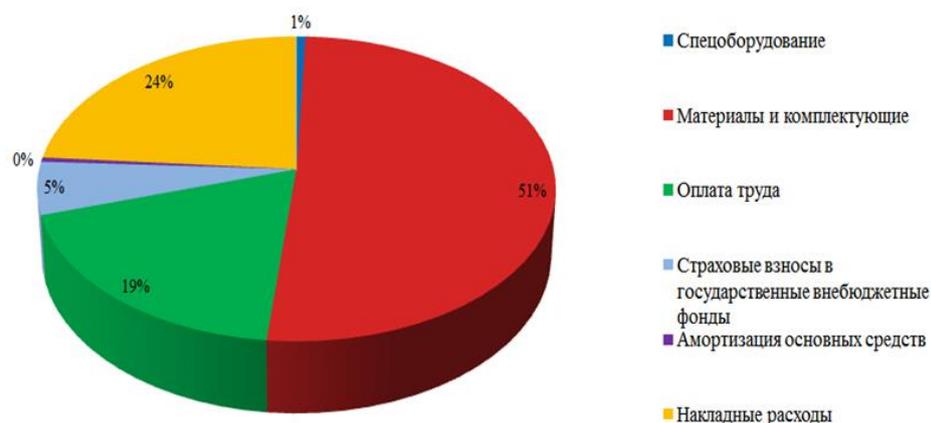


Рисунок 9 – Структура затрат

По окончании расчётов затрат, которые представлены на данной диаграмме, оказалось, что большая часть затрат уходит на материалы и комплектующие части (51%), на расходы, связанные с организацией ремонтно-технологических мероприятий (24%) и на зарплату (19%).

5.3 Оценка экономической эффективности мероприятия

Необходимо сравнить затраты на капитальный ремонт РВС-2000 м³ с затратами на строительство РВС-2000 м³. Из данного сравнения можно увидеть, что экономическая отдача при выполнении некоторых работ определяется в стоимостном выражении, из которого находится экономическая эффективность по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_0 - C_1) = 45500 - 23038 = 22462 \text{ тыс. руб.}, \quad (20)$$

где C_0 – затраты на строительство нового резервуара РВСП-2000 м³, составляет порядка 45500 тыс. руб.,

C_1 – затраты на капитальный ремонт резервуара РВСП-2000 м³, составляющие 23038 тыс. руб.

Для нас источник отдачи – это экономия денежных средств, которая выражается разницей между затратами нового резервуара и капитальным ремонтом РВС. Данная разница составляет 22,5 млн. руб., иначе говоря около 50%.

6 Социальная ответственность

Объектом изучения выступает вертикальный стальной резервуар типа РВС-2000 м³, функционирующий на НПС в Красноярском крае. Требуется произвести мероприятия для повышения эффективности эксплуатации РВС-2000 м³. Комплект мер для повышения эффективности эксплуатации включает в себя очистку, диагностику, ремонт резервуара и защиту от потерь нефтепродуктов. Для начала работ нужно оборудование для проведения очистки, сварки и монтажа, которое может оказывать отрицательное влияние на человека и экологию.

В данном разделе рассматриваются правовые и организационные вопросы безопасности, безопасности при производстве, экологической безопасности и меры безопасности при чрезвычайных ситуациях.

Правовые и организационные вопросы безопасности

Правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с трудовым законодательством на работе с вредными или небезопасными условиями труда и на работах с загрязнением, работодатель должен гарантировать бесплатное получение сертифицированных средств индивидуальной защиты. По действующим правовым нормам работодатель обязан выдавать работникам спецодежду, обувь и другие СИЗ. Рабочие, которые связанные с опасными и вредными условиями труда, обязаны пройти медицинский осмотр в сроки, которые устанавливает Минздрав РФ.

Все работники, находящиеся на смене, должны иметь при себе защитные каски, без них рабочие не допускаются до выполнения своих обязанностей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае		
Разраб.		Швец А.С.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никulichиков А.В.				72	91
Рук. ООП		Брусник О.В.			Социальная ответственность		
					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Руководство обязано обеспечить рабочий персонал санитарно-бытовыми помещениями (туалет, душевая, сушилка, гардеробная и т.д.) согласно нормам и правилам.

Организация труда излагается в:

- Форме занятости (вахтовый, бригадные методы и т.д.);
- Календарный план работы;
- Режим работы;
- Состав бригады.

При создании режима труда указываются:

- Продолжительность работ по форме занятости;
- Время начала и окончания работ;
- Перерывы.

При проведении, по положению Трудового кодекса РФ, компенсирующих мер работникам, занятым на опасных и вредных условиях труда, которые направлены на понижение отрицательного воздействия на здоровья опасных и вредных факторов (сокращение продолжительности работы, отпуск за счёт предприятия, денежные вознаграждения, повышение заработной платы), условия проведения таких мер не должны быть ухудшены или снижены в соответствии с порядком, условиями и размерами реализации в отношении таких работников мер компенсации.

При ремонтных работах РВС запрещается использование женского труда на опасных и вредных условиях труда. Список опасных работ и вредных условий труда, на которых запрещается использование труда женщин, утверждается законодательством. Использование женского труда в ночное время так же запрещается.

Лицам, не достигшим совершеннолетнего возраста, не допускаются до выполнения тяжёлой работы и на работах с вредными и опасными факторами.

										Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							73

Каждый работник должен иметь обязательное государственное страхование. Работники, а также их семьи, должны обеспечиваться за счёт государственного страхования в таких случаях как:

- Временная нетрудоспособность;
- При беременности, а также при учёте в медицинском учреждении на малых сроках беременности;
- При рождении ребёнка;
- Уход за ребёнком до 1,5 года.

При несчастных случаях на предприятии обеспечение работников и их семей осуществляется по социальному страхованию в соответствии с Федеральным законом «Об обязательном социальном страховании». Пенсии назначаются по Закону РСФСР «О государственных пенсиях».

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Подготовка всех санитарно-бытовых сооружений к эксплуатации обязана быть оконченной до начала всех работ. При проведении работ все санитарно-бытовые сооружения должны устраиваться по санитарным требованиям, которые необходимо соблюдать при производственных работах. Территории производства и участки проведения работ должны быть оснащены всеми необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты трудящихся, противопожарными средствами и другими средствами для безопасных условий работы. При сооружении на территории проведения работ санитарно-бытовых и производственных зданий, мест для отдыха рабочих, их нужно располагать вдали от опасных зон. На границах опасных зон должны устанавливаться ограждения.

Проходы и проезды на территориях работ должны содержаться в чистоте и не загромождаться материалами.

Производственные машины и оборудования, используемые при работах, должны соответствовать безопасным характеристикам.

						Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			74

Территории работ в ночное время должны быть полностью освещены по нормам.

В санитарно-бытовых сооружениях должны присутствовать средства первой помощи, носилки и др.

На производственных территориях, а также места где установлены сварочные агрегаты, средства КИП, трансформаторы должны быть обеспечены противопожарными средствами:

- Устранение возможности проникновения паров нефтепродуктов и взрывоопасных газов;
- На расстоянии 15 метров от площадки, где находится оборудование для работ, не должно быть мусора, горючих материалов;
- Места пролива нефтепродуктов должны быть засыпаны песком толщиной слоя не менее 5 сантиметров;
- В радиусе 5 метров от места проведения огневых работ не должно быть сухой травы.

При производственных работах огневые работы должны проводится не ближе 20 метров от резервуарных парков и отдельных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами.

В местах проведения сварочных работ баллоны с кислородом должны располагаться от места сварки на расстоянии 10 метров, от ацетиленового генератора – не менее 5 метров. Расстояние от горелок до баллонов с кислородом и горючими газами не должны находится ближе 5 метров. На месте работ можно иметь не больше двух баллонов с кислородом.

Место заправки от места выполнения сварочных и огневых работ должно быть установлено на расстояние 20 метров. Запасы горючего разрешаются только в количестве сменного потребления. Горючее должно храниться в специальной защищённой таре.

										Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							75

Производственная безопасность

По ГОСТ 12.0.002-2014 производственные факторы подразделяются на опасные и вредные.

Опасные и вредные факторы при выполнении работ по ремонту и обслуживанию РВС показаны в таблице 17.

Таблица 17 – Опасные и вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-2014

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Очистка	Диагностика	Ремонт	
1. Превышение уровня шума	+		+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [53]
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [54]
3. Превышение уровня вибрации			+	ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования [55]
4. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [56]
5. Движущиеся машины и механизмы	+	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [57]

Анализ вредных производственных факторов

Превышение уровня шума

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Превышение уровня шума происходит из-за деятельность промышленного оборудования и машин, которые используют для ремонта резервуара (лебедки, краны, домкраты и др.).

Уровень шума влияет на органы слуха, нервную систему и другие органы организма. Шум снижает внимание и приводит к возникновению множества ошибок при проведении работ, замедляет реакцию, из-за воздействия на нервную систему учащается пульс и дыхание.

По ГОСТ 12.1.003-2014 для рабочего места устанавливается допустимый уровень шума, который равен 80 дБА. Запрещается кратковременное пребывание в зонах с уровнем шума выше 135 дБА.

Для подавления влияния шума на человека при ремонтных работах используются такие методы защиты как: звукоподавляющие экраны и перегородки, беруши, тампоны и др.

Недостаточная освещённость рабочей зоны

Недостаточная освещённость возникает вследствие погодных условий (туман, облачность), в ночное время суток, так же препятствия, из-за которых не проникает солнечный свет (внутри резервуара).

Недостаточная освещённость пагубно влияет на зрительный аппарат человека, его психологического состояния, вызывает усталость нервной системы.

Для резервуарных парков предусматривают общее равномерное освещение. Освещение должно быть не менее 10 лк независимо от источников света, применяемых на производстве. При транспортировке грузов освещённость должна быть не менее 5 лк когда работа осуществляется вручную и не меньше 10 лк когда работа выполняется с помощью машин и оборудования.

Для освещения необходимо прибегать к помощи прожекторов на мачтах и располагать их за обвалованием. Устройства освещения, расположенные вблизи резервуаров должно быть взрывозащищённым. Освещение внутри

						Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			77

резервуара должно осуществляться с помощью переносных аккумуляторных фонарей с взрывозащитной комплектации, включение разрешается только за 20 метров до газоопасной зоны. Для работ внутри резервуара освещённость должно быть не ниже 30 лк.

Превышение уровня вибрации

Источниками вибрации являются машины и оборудования на производственной площадке. Вибрация характерна для оборудования роторного типа (турбины, электродвигатели и т.д.), для механизмов с возвратно-поступательным движением (вибромолоты). Возникает вибрация при соударении деталей в зубчатых зацеплениях. Так же источниками вибрации выступают движущиеся транспортные машины.

При действии вибрации на человека возникает угнетение нервной системы, физиологического и функционального состояния человека. Это вызывает повышенную утомляемость, замедление реакции, нарушение координации движений. Вибрация с частотой 6-9 Гц является опасной для человека.

Виброзащита состоит из простых и составных средств: виброизоляторы, демпфирующее покрытие и т.д. Средствами индивидуальной защиты являются специальные платформы, сидения, перчатки, рукоятки и специальная обувь.

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

При неблагоприятных погодных условиях возникает изменение микроклимата (низкая или высокая температура воздуха, снег, дождь и т.д.)

Ремонт резервуара может осуществляться в холодный и тёплый период года. К выполнению работ в зимний и летний период года выполняются различные требования. Работы могут проводиться при температуре от -45 °С до +45 °С.

Постоянные перепады температуры на рабочем месте от нормальных параметров приводят к перегреву или переохлаждению рабочего и негативным последствиям:

						Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			78

– При перегреве у человека наблюдается сильное потоотделение, учащается пульс и дыхание, появляется слабость, головокружения, судороги и тепловой удар;

– При переохлаждении возникают заболевания типа ОРВИ, воспаление суставов и мышц и т.д.

Трудящиеся при работе на открытом воздухе в зимний период должны быть оснащены СИЗ, средствами для защиты головы, лица и глаз. Трудящиеся в перерывах от работы должны находиться в тёплых помещениях.

В летний период трудящиеся должны иметь доступ к питьевой воде.

По ГОСТ 12.1.005-88 при определённой температуре воздуха работы приостанавливаются, сведения приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Приостановления работ на открытом воздухе

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха °С
При безветренной погоде	-40
Не более 5,0	-35
5,1-10,0	-25
10,1-15	-15
15,1-20,0	-5
Более 20,0	0

Анализ опасных производственных факторов

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Для ремонта резервуара прибегают к помощи машин и оборудования различного типа, к ним относятся краны, грузоподъемные машины, лебёдки и др. Из-за них может увеличиться вероятность получения травм при движении различных механизмов. На ремонтных площадках скорость движения транспорта не должна превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Возможные участки травмоопасности на оборудовании должны быть изолированы или ограждены, чтобы исключить прикосание к ним рабочего для предотвращения травмирования рабочего персонала.

Работ машин и оборудования их перемещения вблизи выемок, траншей и котлованов разрешается только за пределами обрушения грунта.

При работе машин и оборудований нужно соблюдать технику безопасности, к работе допускается только рабочие имеющие на это право.

Средства защиты от механических факторов: оградительные, сигнализация, дистанционное управление, знаки безопасности и др.

Экологическая безопасность

Воздействие на атмосферу

Воздействие на атмосферу при ремонте резервуаров образуется при таких работах как:

- При ремонте резервуара, когда прибегают к помощи электродуговой сварке, пескоструйной очистке резервуара перед нанесением антикоррозионного покрытия;
- Протирка металлической поверхности резервуара уайт-спиритом;
- При работе двигателей машин и оборудования;
- При испарении нефтепродуктов.

Самое сильное воздействие на атмосферу оказывают машины и оборудования, которые используют при ремонте резервуара. Среднее воздействие оказывают сварочные работы, нанесение антикоррозионного покрытия, испарение остатков нефтепродуктов. При работе отдельных частей машин в атмосферу выделяются оксиды углерода, азота, диоксиды серы, керосин и углерод. При сварочных работах выделяется сварочный аэрозоль, который содержит в себе марганец, оксид железа и т.д. Для защиты от коррозии резервуар применяют покрывные материалы, механизм нанесения – распыление, которое выделяют в атмосферу аэрозоль краски.

						Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			80

Для снижения выбросов в атмосферу и загрязнений экологии используют экологически безопасные источники энергии, безотходные технологии производства, борются с выхлопными газами производственных автомобилей, отводят пары нефтепродуктов в специальные емкости.

Воздействие на литосферу

При ремонте резервуара происходит загрязнение почвы производственными отходами.

При ремонте РВС образуются следующие отходы:

- Шлам от зачистки резервуаров;
- Обтирочные материалы;
- Сварочный шлак;
- Ржавчина, старые лакокрасочные покрытия;
- Вода после гидравлического испытания;
- Бытовые отходы.

Для снижения уровня загрязнения литосферы выполняются мероприятия для снижения утечек нефти из резервуаров.

Мероприятия для снижения экологических последствий из-за ремонта трубопровода:

- Сбор отходов в контейнеры-накопители;
- Складирование плодородного слоя почвы для применения в будущем;
- Сокращение количества отходов от сварочных работ;
- Утилизация бытовых и промышленных отходов.

За участком требуется постоянный контроль за состоянием ёмкостей и контейнеров с отходами. Места накопления отходов должны соответствовать технике безопасности, должны быть средствами для тушения пожара.

Воздействие на гидросферу

В процессе ремонта резервуара появляется большое количество твёрдых отходов производства. Утилизация твёрдых отходов должна производиться

										Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							81

Для защиты от попадания молнии устанавливают молниеотводы, заземляют корпус резервуара. Заземлители нужно устанавливать по периметру через каждые 50 метров.

От лесных пожаров резервуара защищают путём выкорчёвывания деревьев на 25 метров вокруг территории резервуарных парков.

Для защиты ГСМ от возгорания их хранят в изолированных помещениях для хранения топлива. Около места заправки запрещается производить огневые работы на расстоянии не ближе 20 метров.

Наиболее вероятная ЧС

Наиболее вероятная ЧС – загрязнение экологической среды.

Причинами загрязнения окружающей среды являются пожары, разливы нефти, разрушение оборудования при ремонте резервуара.

Разработка мер по предупреждению ЧС

Для предупреждения ЧС рассматриваются следующие меры:

- Инженерные проверки оборудования и резервуарного парка для определения категории опасности;
- Инженерная защита резервуарного парка, территории нахождения объекта, зданий и т.д.;
- Подготовка дополнительных сил при надобности в соответствии с планом;
- Создание финансовых и материальных средств для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов;
- Разъяснение и обучение работников действий при чрезвычайных ситуациях
- Разработка нормативов и правил производственной безопасности;
- Контроль соблюдения нормативов и правил производственной безопасности;
- Создание систем оповещения разливов нефти и нефтепродуктов;
- Системы автоматического обнаружения аварий на объектах;

									Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						83

- Контроль пожарной безопасности на объекте;
- План проведения эвакуации при ЧС, запасы СИЗ, системы оповещения;
- Контроль за соблюдением правил работы с оборудованием рабочего персонала;
- Своевременный ремонт оборудования.

План действий в случае ЧС

Первый человек заметивший разлив нефти всеми доступными способами (знаками, голосом, средствами связи) обязан оповестить диспетчера. Диспетчер обязан в срочном порядке оповестить о разливе нефти руководителя комиссии по ликвидации ЧС, который в свою очередь, получив информацию должен немедленно прекратить процесс производства, проанализировать обстановку, оповестить руководство, вызвать на место ЧС аварийно-восстановительное звено. До прибытия аварийно-восстановительной бригады руководитель комиссии по ликвидации ЧС обязан выполнить следующие мероприятия:

- Оценить масштабы и спрогнозировать дальнейшее развитие аварии;
- Отключить и обесточить электроустановки;
- Доставить противопожарные средства к месту аварии;
- Следить за соблюдением противопожарной безопасности;
- Эвакуировать персонал из зоны аварии;
- Сообщить в МЧС и вызвать расчёты аварийно-спасательных формирований на место аварии;
- Оцепить зону разлива нефти, установить предупреждающие знаки;
- Сбор всей информации о ликвидации разлива нефти;
- Контроль за прибытием аварийно-спасательных бригад;
- При возгорании, приступить к тушению очагов возгорания.

					Социальная ответственность	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выводы по разделу

Вопрос социальной ответственности является важным и актуальным при ремонте и обслуживании резервуара. В нём рассматриваются важные аспекты обеспечения безопасности персонала в процессе рабочей деятельности, а также обеспечение безопасности экологической среды от вредных воздействий при производственных мероприятиях.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы:

- 1) Был проведен обзор литературы, связанный с вопросами повышения безопасной, надежной и эффективной эксплуатации резервуара вертикального стального. Установлена актуальность вопроса исследования;
- 2) Приведена характеристика климатических условий места расположения (г. Красноярск) резервуара, а также характеристика самого РВС-2000 м³;
- 3) Проведен анализ результатов технической диагностики РВС- 2000 м³. Выявлено техническое состояние резервуара. Приведены необходимые методы ремонта и порядок проведения работ;
- 4) Проведены поверочные расчеты на прочность и устойчивость стенки резервуара в соответствии с методикой, а также расчет напряженно-деформированного состояния его стенки. По итогам расчетов принято, что дальнейшая эксплуатация резервуара возможна;
- 5) Приведена сметная стоимость работ по проведению капитального ремонта резервуара. Рассчитанные затраты сравнили со стоимостью возведения нового резервуара с аналогичными характеристиками. Экономическая эффективность составила 22,5 млн. рублей ($\approx 50\%$);
- 6) Рассмотрены вопросы, касающиеся правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности, производственной безопасности, экологической безопасности и мерах безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае			
Разраб.		Швец А.С.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никulichиков А.В.					86	91
Рук. ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

Список использованных источников

1. Мансурова С.М. Оценка напряженно-деформированного состояния стального цилиндрического резервуара с учетом эксплуатационных нагрузок / С.М. Мансурова, Р.Р. Тляшева, А.В. Ивакин, Г.А. Шайзаков, А.С. Байрамгулов // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2014. – №1. – С. 329-344.
2. ГОСТ Р 52910-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2008. – 56 с.
3. РД-153-112-017-97 Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров.
4. РД-23.020.00-КТН-018-14 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары стальные вертикальные для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 1000-50000 м³. Нормы проектирования.
5. РД-23.020.00-КТН-283-09 Правила ремонта и р м³еконструкции резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м³.
6. ОР-23.020.00-КТН-278-09 Регламент вывода из эксплуатации, проведение диагностики, капитального ремонта (реконструкции) резервуара и ввода в эксплуатацию.
7. Алиев М.М. Диагностика технического состояния вертикального стального резервуара РВС-3000 и заключение по его результатам / М.М. Алиев, А.Г. Асмалов, Р.Р. Давудов, М.М. Муртазалиев, Х.Ш. Шамилов // Вестник молодого ученого УГНТУ. – 2015. – № 4(4). – с. 73-75.

					Повышение эффективности эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС кубических метров на примере объекта в Красноярском крае		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Список использованных источников		
<i>Разраб.</i>	<i>Швец А.С.</i>						
<i>Руковод.</i>	<i>Никulichиков А.В.</i>					87	91
<i>Рук. ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8Б		

8. Федосов А.М. Диагностирование вертикальных стальных резервуаров как элемент повышения безопасности эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли / А.М. Федосов, Н.Х. Абдрахманов, Н.В. Вадулина, Д.Ф. Хафизова, К.Н. Абдрахманова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – № 12 (330). – с. 75-81.

9. Гималетдинов Г.М. Капитальный ремонт вертикальных стальных и железобетонных резервуаров для хранения нефти: Учебное пособие. – Уфа: Монография, 2010. – 368. – с.

10. Гималетдинов Г.М. Очистка и диагностика резервуаров для нефти и нефтепродуктов: Учебное пособие. – Уфа: Монография, 2011. – 296 с.

11. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А., Шаммазов А.М. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: Учебное пособие для ВУЗов. – Уфа: ООО «ДизайноПолиграфСервис», 2002. – 658 с.

12. Александров В.Н. Работоспособность стальных резервуаров большой вместимости в системе трубопроводного транспорта нефти: дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2001. – 157 с.

13. Плешаков А.В. Анализ существующих средств сокращения потерь от испарений в резервуарах / А.В. Плешаков // Научный электронный журнал Меридиан. –2019. – № 10 (28). – с. 150–152.

14. РД-23.020.00-КТН-141-16 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Правила технического диагностирования резервуаров.

15. РД-25.160.00-КТН-037-14 Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.

16. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры.

17. РД-23.020.00-КТН-280-19 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Антикоррозионная защита резервуаров. Требования к нанесению.

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и «Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

28. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

29. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018).

30. РД-23.020.00-КТН-053-17 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Металлоконструкции резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти и нефтепродуктов номинальным объемом от 500 до 5000 м³. Общие технические требования.

31. Коршак А.А. Диагностика объектов нефтеперекачивающих станций: Учебное пособие / А.А. Коршак, Л.Р. Байкова. – Уфа: ДизайнПолиграф-Сервис, 2008.-176 с.

32. Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

33. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

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

35. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

36. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

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

38. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

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

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

40. ГОСТ 12.1.046-2014 ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок.

41. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).

42. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

43. СанПиН 2.1.6.1032-01 Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.

44. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

45. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

46. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.

47. РД 153-39.4-078-01 Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз.

48. РД 153-39.4-114-01 Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах.

49. Костровский Д. Д. Эксплуатация военных складов ракетного топлива и горючего. М.: Воениздат, 1992. – 416 с.

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91