

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и  
 продуктов переработки»  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
«Технология проведения капитального ремонта РВС-5000»

УДК 621.642.3:539376 – 047.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Асанов А.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин А. В.	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романюк В. Б.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер	Грязнова Е.Н.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

И.О. Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Бурков П.В.	д.т.н, профессор		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:  
 И.О. Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Бурков П.В.  
 (Подпись)    \_\_\_\_\_ (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2БЗБ	Асанову Александру Валерьевичу

Тема работы:

«Технология проведения капитального ремонта РВС-5000»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>  <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>	Технологию проведения капитального ремонта резервуара будем рассматривать на примере РВС-5000. Резервуар изготовлен методом рулонирования, его высота составляет 12 м, а диаметр 22,8 м.
--	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Рассмотрим виды существующих исполнений РВС-5000, его назначение и технические характеристики. Рассмотрим: порядок проведения технического диагностирования резервуара, вывод его из эксплуатации, зачистку и дегазацию, технологию ремонтных работ и ввод РВС-5000 в эксплуатацию. Рассчитаем стенку резервуара на прочность и устойчивость. Проведем расчет стоимости проведения капитального ремонта. Рассмотрим технику безопасности при проведении капитального ремонта.</p>
--	--

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Романюк Вера Борисовна, доцент кафедры ЭПР</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Грязнова Елена Николаевна, инженер</p>

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин Алексей Валерьевич	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Асанов Александр Валерьевич		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Уровень образования бакалавриат  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
16.03.2017	<i>История возникновения резервуаров, назначение, технические характеристики и конструкция РВС-5000</i>	
26.03.2017	<i>Виды диагностик и ремонтов резервуаров и сроки их проведения</i>	
18.04.2017	<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>	
28.04.2017	<i>Расчет на прочность и устойчивость стенки РВС-5000</i>	
03.05.2017	<i>Финансовый менеджмент</i>	
05.05.2017	<i>Социальная ответственность</i>	
20.05.2017	<i>Заключение</i>	
28.05.2017	<i>Презентация</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин А.В.	к.т.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

И.О. Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Бурков П.В.	д.т.н, профессор		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2БЗБ	Асанову Александру Валерьевичу

<b>Институт</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Кафедра</b>	Транспорта и хранения нефти и газа
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>В данном разделе ВКР необходимо представить: график выполнения работ, в соответствии с ВКР; трудоёмкость выполнения операций; нормативно-правовую базу, используемую для расчётов; результаты расчётов затрат на выполняемые работы; оценить эффективность нововведений и др. Раздел ВКР должен включать: методику расчёта показателей; исходные данные для расчёта и их источники; результаты расчётов и их анализ.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе выполнения операций согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Расчет затрат и финансового результата реализации проекта</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>График выполнения работ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. *Организационная структура управления*
2. *Линейный календарный график выполнения работ*
3. *Затраты на проведение капитального ремонта*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>07.03.2017</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романюк В.Б.	к.э.н, доцент		07.03.2017

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Асанов Александр Валерьевич		07.03.2017

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2БЗБ	Асанов Александр Валерьевич

<b>Институт</b>	Природных ресурсов	<b>Кафедра</b>	Транспорта и хранения нефти и газа
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика вертикального стального резервуара и область его применения.	<i>Резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м<sup>3</sup>. Предназначен для приёма, хранения, подготовки, учёта (количественного и качественного) и выдачи жидких продуктов.</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Производственная безопасность:</b></p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при проведении капитального ремонта резервуара.</p> <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при проведении капитального ремонта резервуара.</p>	<p><i>При проведении капитального ремонта резервуара выявлены следующие виды вредных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– загазованность и запыленность рабочей зоны;</li> <li>– недостаточная освещенность;</li> <li>– повышенный шум;</li> <li>– электромагнитное излучение;</li> <li>– вибрация.</li> </ul> <p><i>При проведении капитального ремонта резервуара выявлены следующие виды опасных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оборудование, работающее под давлением;</li> <li>– повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов;</li> <li>– опасность поражения электрическим током;</li> <li>– опасность физических повреждений;</li> <li>– расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли.</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	<i>Источники, оказывающие негативное воздействие на атмосферу, литосферу и гидросферу в процессе проведения капитального ремонта РВС. Меры по снижению выбросов газов в атмосферу, методы утилизации производственных отходов.</i>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<i>В процессе вывода резервуара из эксплуатации возможны ЧС в результате разгерметизации. Чрезвычайные ситуации в процессе проведения капитального ремонта резервуара могут возникнуть по причинам природного характера (гроза, пожар) или по причинам техногенного характера (аварии)</i>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<i>В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовую деятельность регламентируют правовые, нормативные, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы.</i>

Дата выдачи раздела по линейному графику	05.04.2017
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер	Грязнова Е.Н.	к.т.н.		05.04.2017

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Асанов Александр Валерьевич		05.04.2017



## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 133 страниц, 27 рисунков, 21 таблицы и 43 источников использованной литературы.

Ключевые слова: резервуар, конструкции, техническое диагностирование, размыв донных отложений, вывод из эксплуатации, зачистка и дегазация, капитальный ремонт, ремонт металлоконструкций, сварные соединения, устранение дефектов, антикоррозионная защита, гидравлическое испытание, ввод в эксплуатацию, производственная безопасность, вредные и опасные производственные факторы, экологическая безопасность, пожарная и взрывная безопасность, экономическая эффективность.

Объектом исследования является вертикальный стальной резервуар вместимостью 5000 м<sup>3</sup>.

Цель работы: рассмотреть технологию проведения капитального ремонта РВС-5000.

В процессе написания работы провели анализ результатов технического диагностирования, рассмотрели методы ремонта выявленных дефектных участков, рассчитали минимальные толщины стенки резервуара для условий эксплуатации и гидравлических испытаний, провели расчет экономической эффективности проведения мероприятий по капитальному ремонту РВС-5000.

Степень внедрения: рассмотренные методы ремонта будут использовать в нефтегазовой промышленности.

Экономическая эффективность работы: затраты при выполнении работ по капитальному ремонту составили 3298000 рублей, а при строительстве нового резервуара составят около 22000000 рублей.

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Асанов А.В.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					9	135
<i>Консульт.</i>						<i>ТПУ гр. 2Б3Б</i>		
<i>И.о. зав. каф</i>		<i>Бурков П.В.</i>						

## Abstract

Graduation qualifying work consists of 133 pages, 27 drawings, tables 21 and 43 sources of references.

Keywords: tank, constructions, technical diagnosis, erosion sediments, decommissioning, clean-up and gas-degasification, major repairs, structural repairs, weld joints, repair of defects, anticorrosion protection, hydraulic testing, entry into operation, occupational safety, hazardous and dangerous production factors, environmental safety, fire and explosive safety, economic efficiency.

The object of the study is a vertical steel reservoir of 5000 m<sup>3</sup>.

Aim: to examine the technology supporting the overhaul of tank vertical steel 5000 m<sup>3</sup>.

In the process of writing works have analyzed the results of technical Diagnostics, reviewed methods of repairing defects identified, estimated a minimum wall thickness of the shell for the operating conditions and the hydraulic tests conducted calculation of economic efficiency for the overhaul of tank vertical steel 5000 m<sup>3</sup>.

The extent of the repair methods will be considered: use in the oil and gas industry.

Economic efficiency of work: costs in carrying out works to overhaul amounted to 3298000 rubles, and when construction of a new reservoir will be about 22 million rubles.

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Асанов А.В.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					10	135
<i>Консульт.</i>						<i>ТПУ гр. 2Б3Б</i>		
<i>И.о.зав.каф</i>		<i>Бурков П.В.</i>						

## Определения и сокращения

В данной работе были применены следующие определения и сокращения:

**Резервуар** – сооружение, предназначенное для приема, накопления и сдачи нефти/нефтепродуктов.

**Капитальный ремонт резервуара** – комплекс мероприятий по восстановлению технико-эксплуатационных характеристик с заменой или восстановлением элементов конструкций резервуара и оборудования с выводом резервуара из эксплуатации и зачисткой.

**Донные отложения** – осадок в резервуаре, состоящий из нефти и нефтепродуктов, парафина, механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и подтоварной воды.

**Осадка резервуара** – вертикальное перемещение отметок окрайки резервуара.

**Окрайки днища резервуара** – это утолщённые, по сравнению с центральной частью, листы, располагаемые по периметру резервуара в зоне опирания стенки.

**Дефект** – каждое отдельное несоответствие параметров (характеристик) резервуара или его элемента требованиям нормативно-технической документации.

**Кольцевые напряжения** – напряжения, действующие в окружном направлении.

**Продольные напряжения** – напряжения, действующие в направлении образующей стенки резервуара (оси балки).

**РВС-5000** – резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м<sup>3</sup>;

**КР** – капитальный ремонт;

**ОСТ** – организация системы «Транснефть»;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Технология проведения капитального ремонта РВС-5000			
Разраб.		Асанов А.В.			Определения и сокращения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					11	135
Консульт.						ТПУ гр. 2Б3Б		
И.о. зав. каф		Бурков П.В.						

**ОАО** – открытое акционерное общество;  
**РНУ** – районное нефтепроводное управление;  
**СРДО** – система размыва донных отложений;  
**ПРП** – приемо-раздаточный патрубок;  
**ПДК** – предельно допустимая концентрация;  
**ПАВ** – поверхностно-активные вещества;  
**ТМС** – технические моющие средства;  
**ППУ** – передвижная парообразующая установка;  
**СППТ** – система подслоного пожаротушения;  
**ДО** – диагностическая организация;  
**ОТС** – оценка технического состояния;  
**РД** – руководящий документ;  
**ОР** – отраслевой регламент;  
**ППР** – проект производства работ;  
**АКП** – антикоррозионное покрытие;  
**СП** – свод правил;  
**СНиП** – строительные нормы и правила;  
**ТУ** – технические условия;  
**АКЗ** – антикоррозионная защит;  
**ЛКП** – лакокрасочное покрытие;  
**НПС** – нефтеперекачивающая станция;  
**ОПФ** – основные производственные фонды;  
**ПДВК** – предельно допустимая взрывобезопасная концентрация;  
**СИЗ** – средства индивидуальной защиты;  
**ЭМИ** – электромагнитное излучение;  
**ЧС** – чрезвычайная ситуация.

					Определения и сокращения	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Оглавление

Введение.....	16
Глава 1. Общая часть .....	18
1.1 История возникновения резервуаров.....	18
1.2 Назначение и технические характеристики РВС 5000 м3 .....	19
1.3 Виды РВС 5000 м3 .....	21
1.4 Конструкция РВС 5000 м3 .....	21
1.5 Виды диагностик и ремонтов резервуара. Сроки их проведения .....	37
1.5.1 Осмотр и техническое обслуживание РВС .....	39
1.5.2 Текущий ремонт РВС .....	42
1.5.3 Капитальный ремонт РВС.....	44
Глава 2. Технология проведения капитального ремонта РВС-5000 .....	47
2.1 Комплектация резервуара .....	47
2.2 виды работ при выполнении КР РВС .....	48
2.3 Первый этап диагностики .....	49
2.4 Вывод резервуара из эксплуатации, зачистка и дегазация.....	49
2.4.1 Размыв донных отложений стационарной системой «Диоген».....	49
2.4.2 Вывод резервуара из эксплуатации.....	51
2.4.3 Зачистка резервуара.....	53
2.4.4 Дегазация резервуара.....	54
2.4.5 Пропарка резервуара .....	55
2.4.6 Контроль качества зачистки резервуара.....	56

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Асанов А.В.</i>			<b>Оглавление</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					133	6035
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б3Б</b>		
<i>И.о. зав. каф</i>		<i>Бурков П.В.</i>						

2.5	Проведение и заключение второго этапа диагностирования .....	57
2.6	разработка и согласование проекта ремонта и производства работ .....	59
2.7	Проведение ремонтных работ.....	60
2.7.1	Исправление просадки стенки резервуара по всему периметру с резким перегибом окрайки днища .....	60
2.7.2	Ремонт дефектных участков настила крыши новыми вставками.....	65
2.7.3	Ремонт центральной части днища резервуара .....	67
2.8	Гидравлические испытания на герметичность и прочность .....	68
2.9	Нанесение антикоррозионного покрытия .....	71
2.9.1	Общие требования к АКП.....	71
2.9.2	Требования к подготовке поверхности резервуара.....	74
2.9.3	Последовательность проведения АКЗ внутренней поверхности резервуара .....	74
2.10	Приемка резервуара в эксплуатацию после капитального ремонта.....	76
Глава 3. Расчетная часть.....		78
3.1	Параметры для расчета на прочность и устойчивость стенки РВС .....	78
3.2	Расчет номинальной толщины листов стенки резервуара.....	78
3.3	Проверочный расчет на прочность для каждого пояса стенки РВС .....	83
3.4	Расчет стенки резервуара на устойчивость .....	89
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....		93
4.1	Обоснование потребности в материально-технических и трудовых ресурсах и календарного плана работ.....	93
4.2	Расчет затрат на проведение мероприятий по ремонту РВС 5000 м <sup>3</sup> ....	96
4.3	Оценка экономической эффективности мероприятия .....	102

5. Социальная ответственность .....	104
5.1 Производственная безопасность .....	105
5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению .....	106
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению .....	116
5.2 Экологическая безопасность.....	120
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	124
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения .....	127
безопасности.....	127
5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства. ....	127
5.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. .	127
Заключение .....	130
Список используемых источников.....	131

## Введение

Нефтяная промышленность является одной из основных отраслей экономики Российской Федерации. Очень важным звеном между производством и потреблением в нефтяной отрасли является трубопроводный транспорт. Трубопроводный транспорт является одним из самых доступных видов транспортировки нефти и нефтепродуктов на нефтеперерабатывающие заводы от мест добычи.

Процесс перекачки нефти подразумевает наличие комплекса взаимосвязанных или отдельных групп резервуаров, который называется резервуарным парком.

Хранение, учет нефти и нефтепродуктов, прием и отпуск – основные функции резервуаров, которые являются незаменимыми инженерными сооружениями.

Металлические резервуары – надежные сварные металлоконструкции, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях. Наличие в резервуарах жестких сварных соединений и снижение пластичных свойств металла при температурах ниже нуля вызывают значительные внутренние напряжения и создают условия, исключаяющие возможность их перераспределения, а также коррозия и неравномерные донные отложения снижают эксплуатационную надежность резервуара, а иногда приводят его к деструкции.

Комплексная дефектоскопия и периодическое обследование резервуара позволяют своевременно выявить дефекты, допущенные при сооружении и появившиеся в процессе его эксплуатации. Диагностика резервуара заключается в выполнении комплекса мероприятий по техническому обследованию, дефектоскопии и обработке приобретенных данных, составлению заключения о техническом состоянии резервуара и выдачи рекомендаций по дальнейшему его использованию.

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Асанов А.В.</i>			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод..</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					16	135
<i>Консульт.</i>						<i>ТПУ гр. 2Б3Б</i>		
<i>И.о.зав.каф</i>		<i>Бурков П.В.</i>						



Проблема надежности и долговечности сооружений объектов магистральных нефтепроводов играет важную роль в отрасли транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов. Так как от надежности резервуара напрямую зависит безопасность предприятия и работоспособность системы ликвидации чрезвычайных ситуаций. Именно поэтому в процессе сооружения или капитального ремонта резервуара недопустимы погрешности и брак.

В данной выпускной квалификационной работе подробно рассматривается технология проведения капитального ремонта вертикального стального резервуара объемом 5000 м<sup>3</sup>.

Цель работы: рассмотреть технологию проведения капитального ремонта РВС-5000.

Объект исследования – резервуар вертикальный стальной 5000 м<sup>3</sup>.

Для достижения поставленной цели в ходе выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

- исследовать современные методы, правила и порядок проведения капитального ремонта резервуара;
- провести расчет на устойчивость и прочность стенки резервуара;
- изучить вопросы социальной ответственности при проведении капитального ремонта объекта;
- рассчитать сметную стоимость работ по капитальному ремонту резервуара.

Для достижения поставленной цели была изучена и проанализирована научно-техническая литература и нормативная документация, на основании которых были изучены теоретические основы о ходе выполнения капитального ремонта резервуара и осуществлен расчет устойчивости и прочности стенки РВС.

## Глава 1. Общая часть

### 1.1 История возникновения резервуаров

Первые нефтяные склады в России появились в XVII веке. Нефть хранилась в ямах, вырытых в глиняных грунтах глубиной 4 – 5 м, или в каменных резервуарах под землей, которые были зацементированы особым цементом и перекрыты каменными сводчатыми крышами. Этот метод хранения использовался до второй половины XIX века. Вместимость подземных каменных резервуаров могла достигать 50000 м<sup>3</sup>. Строились они в основном в районе бакинских нефтепромыслов, так как в то время начала активно развиваться нефтяная промышленность в Баку.

Владимир Григорьевич Шухов и Александр Вениаминович Бари в 1878 году спроектировали первый стальной клепаный резервуар. С 1912 года в России начали эксплуатировать железобетонные резервуары, а первый металлический сварной резервуар появился в России в 1935 году объемом 1000 м<sup>3</sup>. Сооружение резервуаров этим методом позволило перейти в дальнейшем на промышленный метод изготовления основных его частей. На сегодняшний день в России построены резервуары до 100000 м<sup>3</sup>[1].



Рисунок 1.1.1 – Первые резервуары

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Технология проведения капитального ремонта РВС-5000			
Разраб.		Ф.И.О.			Общая часть	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ф.И.О.					18	135
Реценз.		Ф.И.О.				Организация		
Н. Контр.		Ф.И.О.						
Утверд.		Ф.И.О.						

## 1.2 Назначение и технические характеристики РВС 5000 м<sup>3</sup>

РВС-5000 – это наземное строительное сооружение, которое имеет цилиндрический корпус, сваренный из листов, стали размером 1,5 × 6 м и толщиной от 4 до 25 мм и, имеющее объем 5000 м<sup>3</sup> (рис.1.2.1).



Рисунок 1.2.1 – РВС 5000 м<sup>3</sup>

Вертикальные стальные резервуары типа РВС 5000 м<sup>3</sup> применяются для хранения, выдачи и приема нефтепродуктов, дизельного топлива, горюче-смазочных материалов, бензина, пищевых продуктов и технической воды.

В вертикальных стальных резервуарах объемом 5000 м<sup>3</sup> могут храниться жидкости с плотностью не более 1 т/м<sup>3</sup> при избыточном давлении 2 кПа. Рабочая температура жидкости не должна превышать + 95 °С.

РВС объемом 5000 м<sup>3</sup> могут эксплуатироваться в различных климатических условиях в соответствии с требованиями ГОСТ 15150-69.

Технические характеристики РВС 5000 м<sup>3</sup> представлены в таблице 1.2.1.

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Таблица 1.2.1 – Технические характеристики РВС 5000 м³[2]

Параметр РВС	Единица измерения	Величина параметра	
Габаритные размеры			
Номинальный объем	м³	5000	
Высота стенки	мм	12000	15000
Внутренний диаметр стенки	мм	22800	20920
Расчетная высота налива	мм	12000	15000
Плотность продукта	т/м³	0,9	0,9
Стенка РВС			
Количество поясов	шт.	8	10
Толщина нижнего пояса	мм	10	12
Толщина верхнего пояса	мм	7	6
Крыша РВС			
Толщина настила	мм	5	5
Припуск на коррозию	мм	1	1
Количество балок	шт.	32	32
Днище РВС			
Количество окраек	шт.	10	12
Толщина окраек	мм	8	10
Толщина центральной части	мм	5	5
Масса конструкций			
Стенка	кг	54100	64420
Крыша	кг	33947	26201
Площадки на крыше	кг	3324	3051
Днище	кг	18975	17732
Лестница	кг	1190	1480

Люки и патрубки	кг	2297	2182
Комплектующие конструкции	кг	1795	1702
Каркасы и упаковка	кг	7800	10800
Всего	кг	123428	127568

### 1.3 Виды РВС 5000 м<sup>3</sup>

Вертикальные стальные резервуары объемом 5000 м<sup>3</sup> в зависимости от конструкции крыши подразделяются на 4 типа:

- вертикальный стальной резервуар со стационарной крышей без понтона (РВС);
- вертикальный стальной резервуар со стационарной крышей с понтоном (РВСП);
- вертикальный стальной резервуар с плавающей однодечной или двудечной крышей (РВСПК);

Так же изготавливают конструкции резервуаров с защитной стенкой, которые имеют вид двустенного резервуара («стакан в стакане»). В такой конструкции внутренний резервуар – это стандартный резервуар в исполнении РВСП или РВСПК, где и хранятся нефтепродукты. Внешний резервуар является защитой для внутреннего от аварийных и чрезвычайных ситуаций, который изготавливается открытым, т.е. без понтона или крыши [1].

### 1.4 Конструкция РВС 5000 м<sup>3</sup>

Конструкция вертикального стального резервуара объемом 5000 м<sup>3</sup> представлена на рисунке 1.4.1, в нее входят:

- коническое днище;
- стенка, имеющая цилиндрическую форму;
- коническая стационарная каркасная крыша;
- винтовая лестница;

					Общая часть	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- площадка и ее ограждение на крыше;
- люки-лазы и патрубки;
- технологическое оборудование [3].

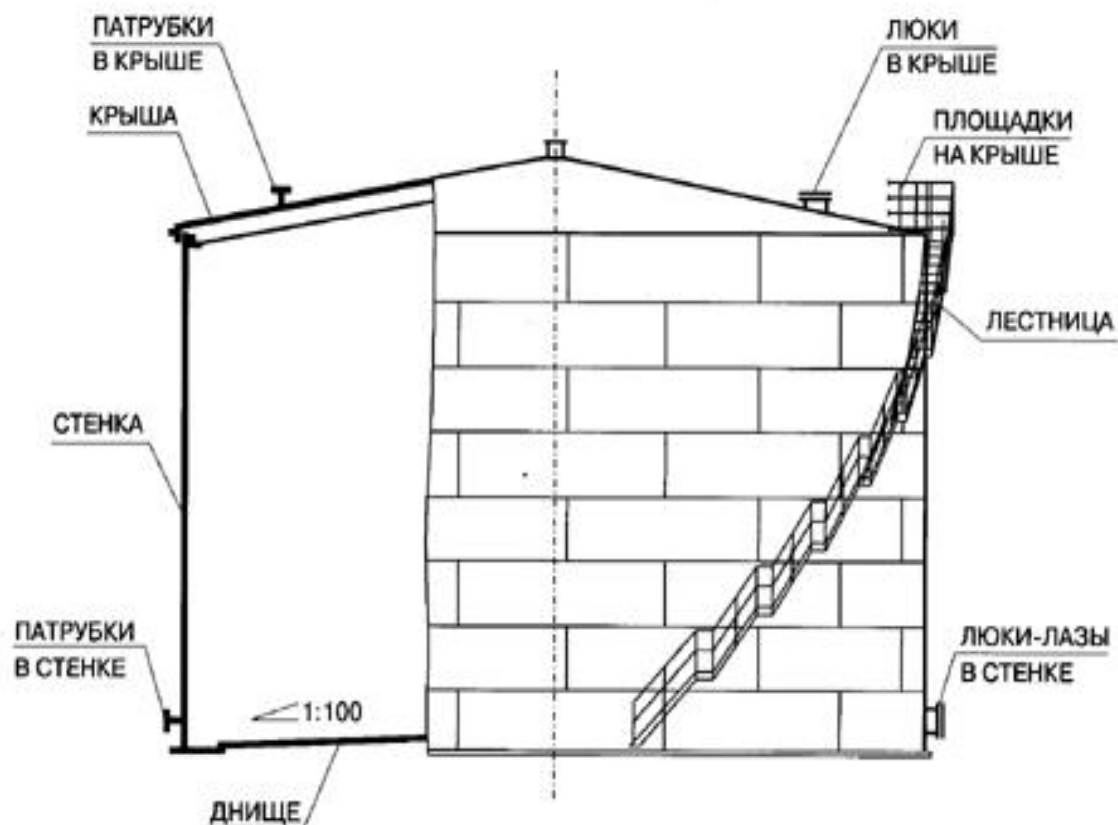


Рисунок 1.4.1 – Основные элементы конструкции РВС 5000 м<sup>3</sup>

Днище резервуаров РВС-5000 должно быть коническим, имеющее уклон 0,01 от его центра. Оно состоит из окрайек, которые выполняются из углеродистой стали марки 09Г2С и центральной части. Центральную часть днища изготавливают методом рулонирования на заводах резервуарных металлоконструкций. Из стальных листов толщиной 5 мм, с учётом припуска на коррозию, изготавливают полотнище. Окрайки располагаются по контуру центральной части днища (в виде отдельных листов). Конструкция днища резервуара представлена на рисунке 1.4.2 [4]. Далее рассмотрим конструкцию крыши резервуара.

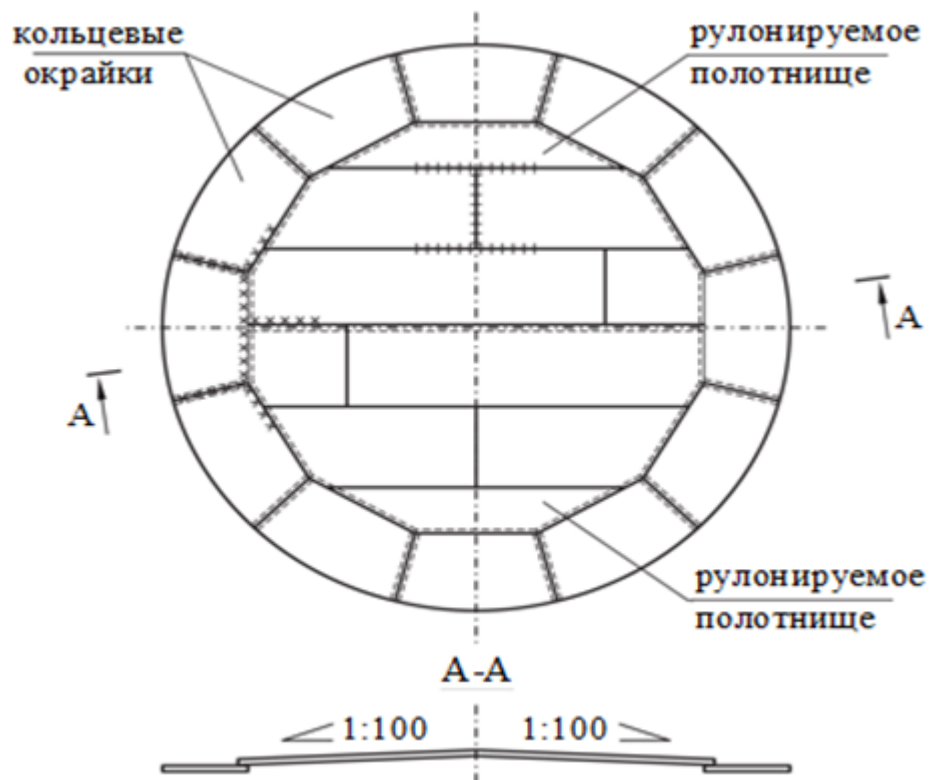


Рисунок 1.4.2 – Конструкция конического днища с крайками ПВХ  
5000 м<sup>3</sup>

Коническая каркасная крыша ПВХ 5000 м<sup>3</sup> состоит из: центрального щита, рулонных полотен настила, секторных каркасов и кольцевых элементов каркаса, которые изготавливаются на заводе. Монтаж секторных и кольцевых элементов каркаса резервуара выполняется по мере разворачивания рулона стенки.

Соединение каркасов между собой выполняется кольцевыми элементами. После этого на них укладываются полотна настила, которые заблаговременно были развернуты рядом с дном резервуара. Полотна свариваются между собой и по периметру припаиваются к уторному углу стенки.

Конструирование каркасных крыш осуществляется во взрывозащищенном исполнении для того, чтобы при превышении максимально допустимого давления в резервуаре, например, в следствии нагревания от пожара рядом стоящего резервуара или при взрыве, происходил

отрыв сварного шва приварки настила резервуара к его стенке без разрушения самого резервуара и без отрыва стенки от днища.

Крыша во взрывозащищенном исполнении осуществляет роль аварийного клапана, который в критический момент сбрасывает внутреннее давление, сохраняет конструкцию резервуара и находящийся в нем продукт. На рисунке 1.4.3 представлена конструкция конической каркасной крыши [4].

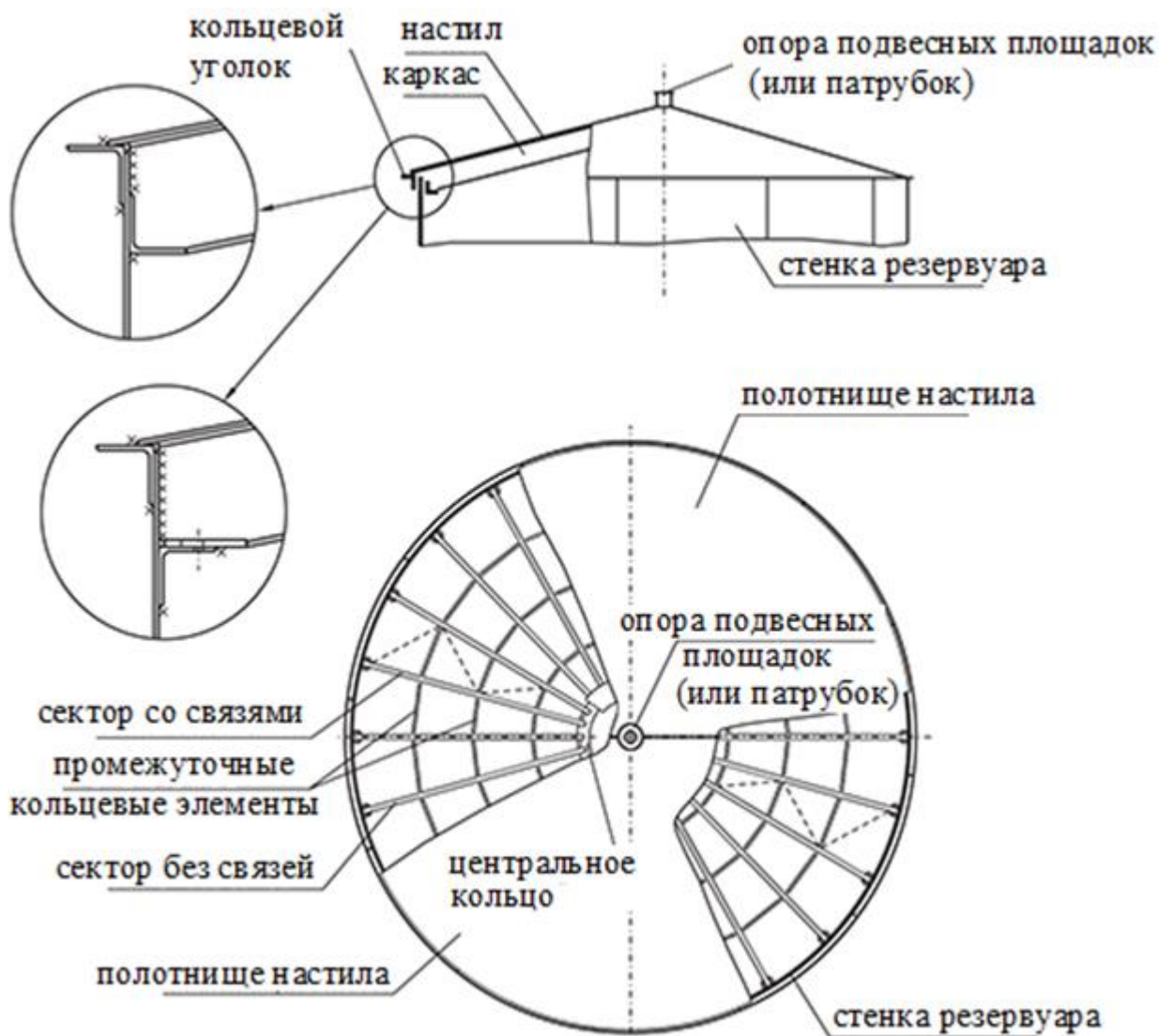


Рисунок 1.4.3 – Конструкция конической каркасной крыши РВС 5000 м<sup>3</sup>

Стенку вертикального стального резервуара конструируют методом рулонирования, она представляет собой замкнутую цилиндрическую оболочку. Полотнище стенки, имеющее прямоугольную форму, сваривается из отдельных листов, размеры которых 1,5 × 6 м.



Вертикальные заводские стыки листов изготавливаются с разбежкой. Располагающиеся в зоне начальной и конечной кромок, продольные швы имеют недоваренные участки, предназначенные для сваривания зубчатого монтажного стыка. Вся стенка резервуара по высоте делится на отдельные зоны, называемые поясами. Пояса нумеруются, начиная от днища. Ширина одного пояса равна ширине листа, т.е. 1,5 м. На рисунке 1.4.4 представлено полотнище стенки резервуара, а на рисунке 1.4.5 показаны чертежи зубчатого монтажного стыка стенки и подготовки кромок [4]. Рассмотрим лестницы и площадки, устанавливаемые на вертикальные стальные резервуаров.

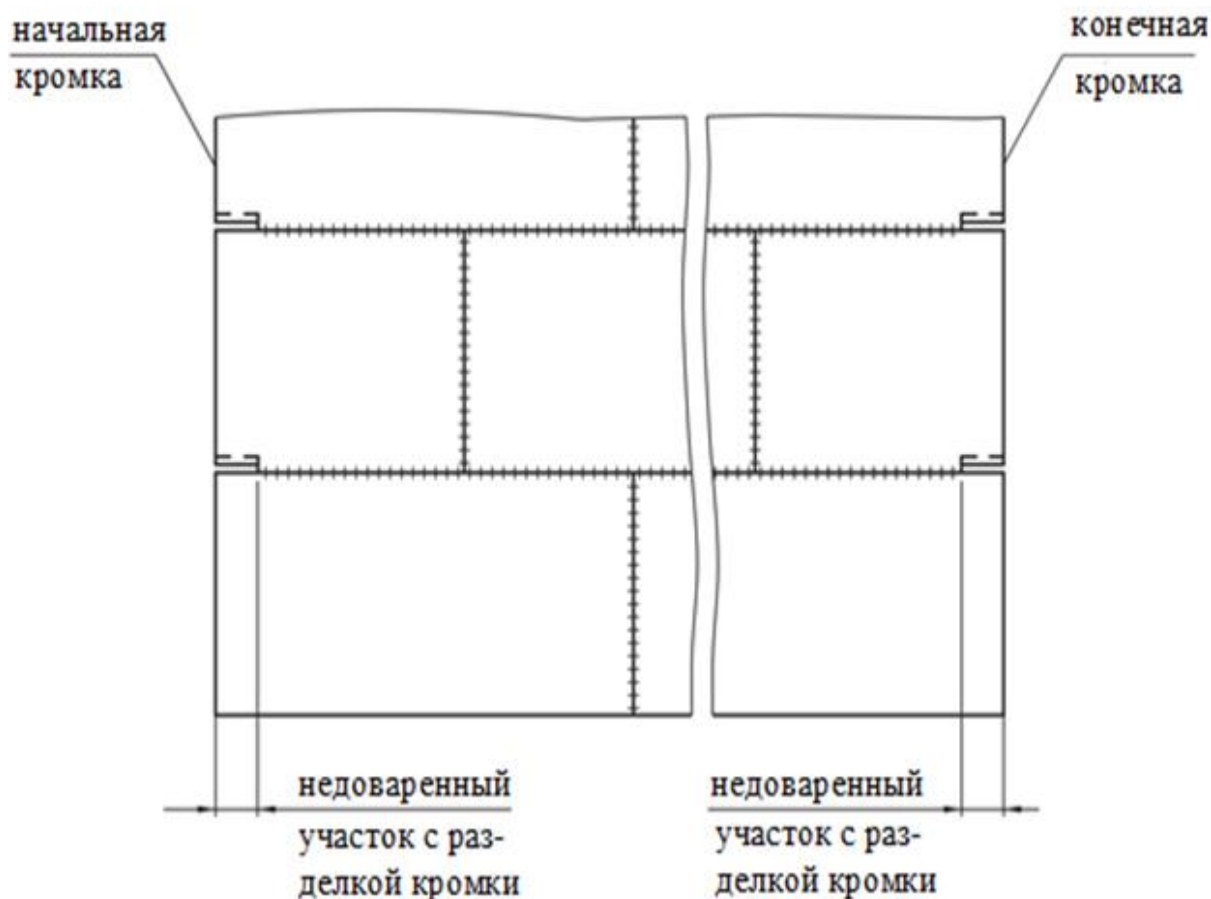
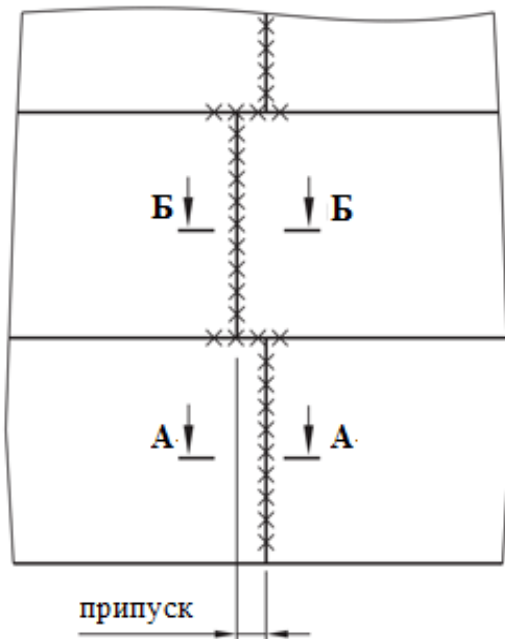


Рисунок 1.4.4 – полотнище стенки РВС 5000 м<sup>3</sup>

**зубчатый монтажный  
стык стенки**



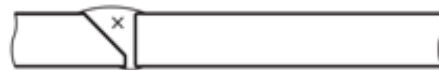
**A-A**



**подготовка кромок для сечения A-A**



**Б-Б**



**подготовка кромок для сечения Б-Б**



Рисунок 1.4.5 – Зубчатый монтажный стык и подготовка кромок для стенки РВС 5000 м<sup>3</sup>

Резервуары со стационарной крышей должны быть оборудованы лестницей, для подъема на резервуар, и круговой площадкой на крыше, которая обеспечивает доступ к оборудованию, расположенному по периметру крыши резервуара.

Лестницы, для подъема на круговую площадку РВС, могут быть кольцевыми, которые расположены вдоль стенки резервуара (рисунок 1.4.6), или отдельно стоящими – шахтными (рисунок 1.4.7).



Рисунок 1.4.6 – Кольцевая лестница РВС



Рисунок 1.4.7 – Шахтная лестница РВС

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Минимальная ширина марша лестниц, устанавливаемых на РВС, должна быть 700 мм. Лестница должна выдерживать сосредоточенную нагрузку не менее 4,5 кН и устанавливаться под углом не более 50° к горизонтальной поверхности. Должны предусматриваться промежуточные площадки по всей длине лестницы на расстоянии не менее 6 м друг от друга. Ступени лестницы изготавливают из решетчатого, рифленого или перфорированного металла. Минимальная ширина ступени 200 мм, а ее высота не должна превышать 250 мм. Уклон ступени к задней грани должен находиться в пределах от 2 до 5°. Поручни лестницы должны находиться на высоте в 1 м и выдерживать горизонтальную нагрузку в 0,9 кН [5].

Шахтная лестница имеет собственный фундамент, к которому крепится анкерными болтами. Шахтная лестница крепится распорками к стенке РВС в верхней части. Шахтную лестницу можно использовать как каркас для накручивания рулонизируемых полотнищ стенки резервуара для облегчения транспортировки к месту монтажа, но в таком случае лестница должна иметь кольцевые элементы, диаметр которых должен быть не менее 2,6 м.

В качестве недостатков таких лестниц можно отметить следующие пункты:

- устройство отдельного фундамента;
- нежелательные концентрации напряжений в стенке резервуара из-за крепления лестницы к стенке РВС несколькими рядами радиальных распорок [4].

В отличие от шахтных лестниц, кольцевые полностью опираются на стенку резервуара, а высота от нижнего марша до земли должна находиться в пределах от 100 до 250 мм. В случае, когда зазор между лестницей и стенкой резервуара превышает 150 мм, то по ГОСТу 31385-2016 кольцевые лестницы должны иметь ограждение как у стенки резервуара, так и с наружной стороны. В процессе эксплуатации кольцевые лестницы не имеют недостатков и отвечают общим техническим условиям проектирования резервуаров как по зарубежным, так и по российским стандартам [5].

					Общая часть	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На стационарной крыше РВС рекомендуется круговое расположение площадок по периметру крыши, во-первых, для удобства его обслуживания, во-вторых для обеспечения требований безопасности оборудования.

Площадки оснащаются опорными устройствами, которые допускают свободное перемещение между соединяемыми конструкциями. Ходовая часть площадок выполняется из оцинкованного решетчатого настила. Его ширина должна быть не менее 700 мм, а зазор между элементами настила не более 40 мм. Площадка должна выдерживать равномерно-распределенную или сосредоточенную нагрузки соответственно равные  $550 \text{ кг/м}^2$  и 4,5 кН.

Ограждение площадок выполняются из углового профиля или труб. Ограждения площадок и лестничных маршей состоят из: перил, бортовой полосы и промежуточных планок, и стоек. Максимально расстояние между стойками должно быть 2 м. Верх перил, от уровня настила площадки, должен находиться на расстоянии не менее 1,25 м, а от уровня ступени лестничного марша на расстоянии не менее 1 м (рисунок 1.4.8). Бортовая полоса ограждения площадок должна располагаться с зазором от настила в пределах от 10 до 20 мм, а ширина ее должна быть не менее 150 мм. Допускается использовать косоуры (тетивы) как бортовые полосы лестничных маршей, но для них превышение над носком ступени должно быть не менее 50 мм (рисунок 1.4.8). Расстояния между промежуточными планками, косоуром, бортовой полосой или перилами не более 400 мм. ограждения должны выдерживать нагрузку 0,9 кН, приложенную в любом направлении к любой точке поручня. Нагрузка 0,9 кН, приложенная в любом направлении к любой точке поручня, которую должны выдерживать ограждения, является максимальной [5]. Рассмотрим патрубки и люки-лазы, устанавливаемые в стенку и крышу, так как они являются неотъемлемой частью конструкции резервуара.

					Общая часть	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

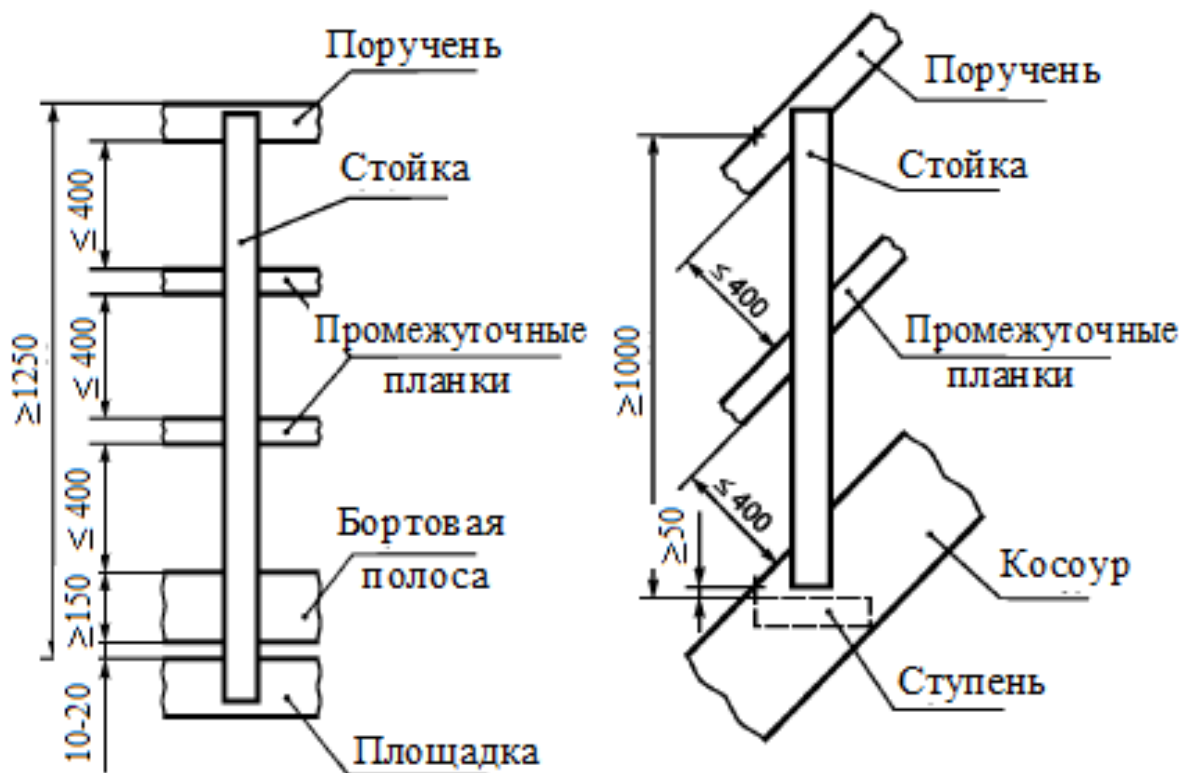


Рисунок 1.4.8 – Ограждения площадок и лестничных маршей

Для изготовления люков и патрубков следует использовать прямошовные или бесшовные трубы, а также используют обечайки, изготавливаемые из вальцованного листа. При приварке трубы или обечайки к стенке РВС должно быть обеспечено проплавление стенки.

Для установки люков и патрубков отверстия в стенке должны быть усилены листовыми накладками, которые располагаются по периметру отверстия. Установка патрубков в стенку толщиной не менее 6 мм и номинальным диаметром до 65 мм включительно допускается без усиливающих листов. Наружный диаметр  $D_R$  листовой накладки должен находиться в пределах  $1,8D_0 < D_R < 2,2D_0$ , где  $D_0$  — диаметр отверстия в стенке.

Толщина листовой накладки не должна превышать толщину листа стенки резервуара более чем на 5 мм и должна быть не менее толщины соответствующего листа стенки резервуара.

Не более четырех врезок с номинальным диаметром более 300 мм могут быть расположены в одном листе стенки РВС. Расстояния между трубами,

обечайками, листовыми накладками, привариваемыми к стенке резервуара должны быть не менее 250 мм. Расстояние от привариваемых к стенке резервуара деталей патрубков и люков (листовых накладок, труб, обечайек,) до иных деталей, привариваемых к стенке РВС должно быть не менее 150 мм.

Патрубки в стенке резервуара предназначены для присоединения контрольно-измерительных приборов, внутренних и наружных трубопроводов и других устройств, которые требуют выполнения отверстия в стенке РВС.

Патрубки в стенке для приема-раздачи и им подобные выполняются трех типов (рисунок 1.4.9):

- «стандартные» — с одним фланцем (тип «S»)
- «двойные» — с двумя фланцами (тип «D»)
- «гладкие» — с одним фланцем и трубой, обрезанной с внутренней стороны, заподлицо со стенкой (тип «F»)

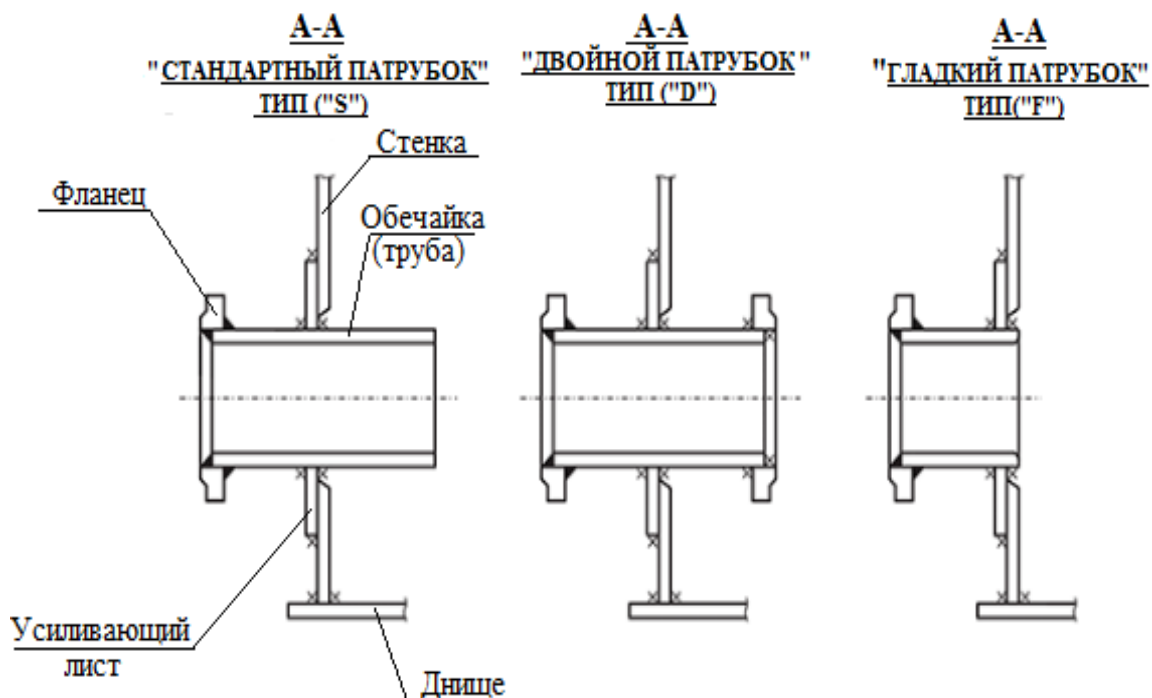


Рисунок 1.4.9 – типы патрубков в стенке РВС 5000 м<sup>3</sup>

Патрубки в стенке РВС комплектуются временными заглушками по АТК 24.200.02-90\* на номинальное давление 6 кгс/см<sup>2</sup>, которые

					Общая часть	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

предназначены для герметизации резервуара при проведении испытаний после окончания ремонта [5].

Тип и количество люков и патрубков РВС объемом 5000 м<sup>3</sup>, расположенных в первом поясе стенки:

- приемо-раздаточный патрубок > 500 мм – 2;
- люк-лаз 600×900 – 2;
- люк-лаз > 600 мм – 1;
- люк для «Диоген» > 600 мм – 1;
- патрубки стационарной системы пожаротушения > 200 мм – 2;
- патрубок для зачистки > 150 мм – 1;
- сифонный кран > 80 мм – 1[3].

Люки-лазы в стенке используются для проникновения внутрь резервуара при его осмотре, монтаже и проведении ремонтных работ. Для удобства в эксплуатации люков-лазов на их крышки должны быть приварены кронштейны. На рисунке 1.4.10 показан общий вид круглого люка-лаза, устанавливаемого в первый пояс РВС > 600 мм, а на рисунке 1.4.11 представлен овальнный люк-лаз, устанавливаемый в стенку РВС размером 600×900 мм [5].

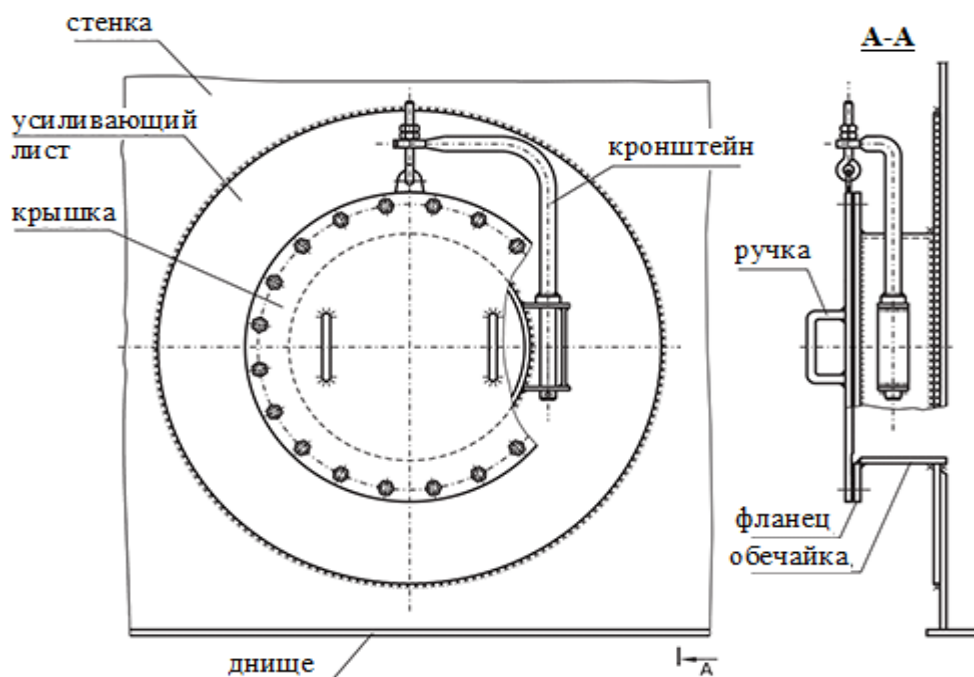


Рисунок 1.4.10 – Круглый люк-лаз > 600 мм



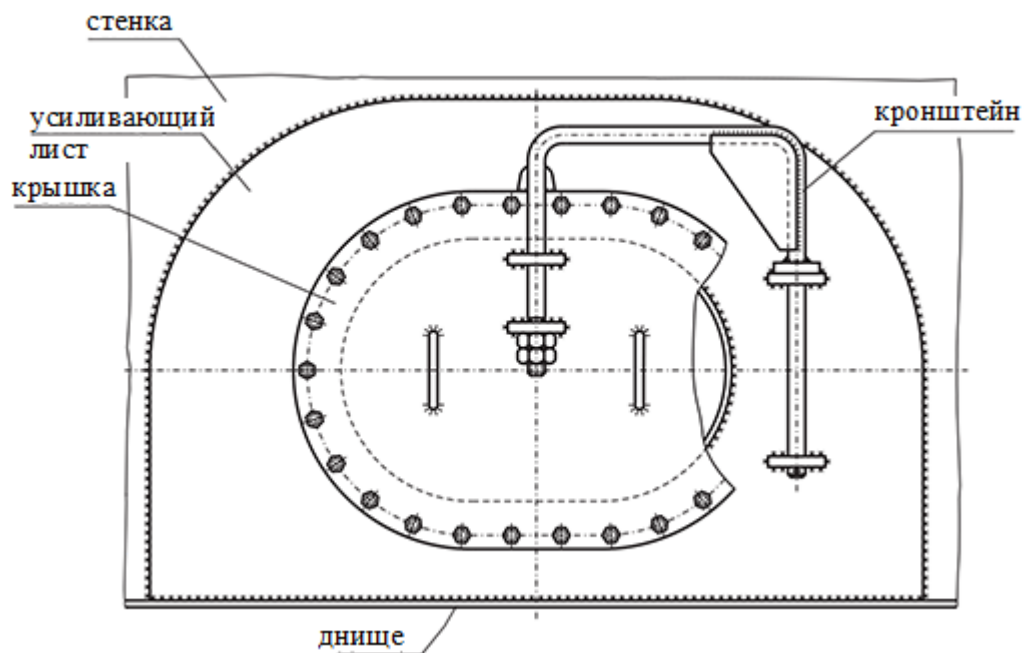


Рисунок 1.4.11 – Овальный люк-лаз 600×900 мм

Для вентиляции резервуара при проведении работ в нем, для осмотра его внутреннего пространства, а также для различных монтажных целей резервуар должен быть оснащен световыми и монтажными люками. Световые монтируют с кронштейнами, для открывания крышки, а монтажные люки без кронштейнов (рисунок 1.4.12) [4].

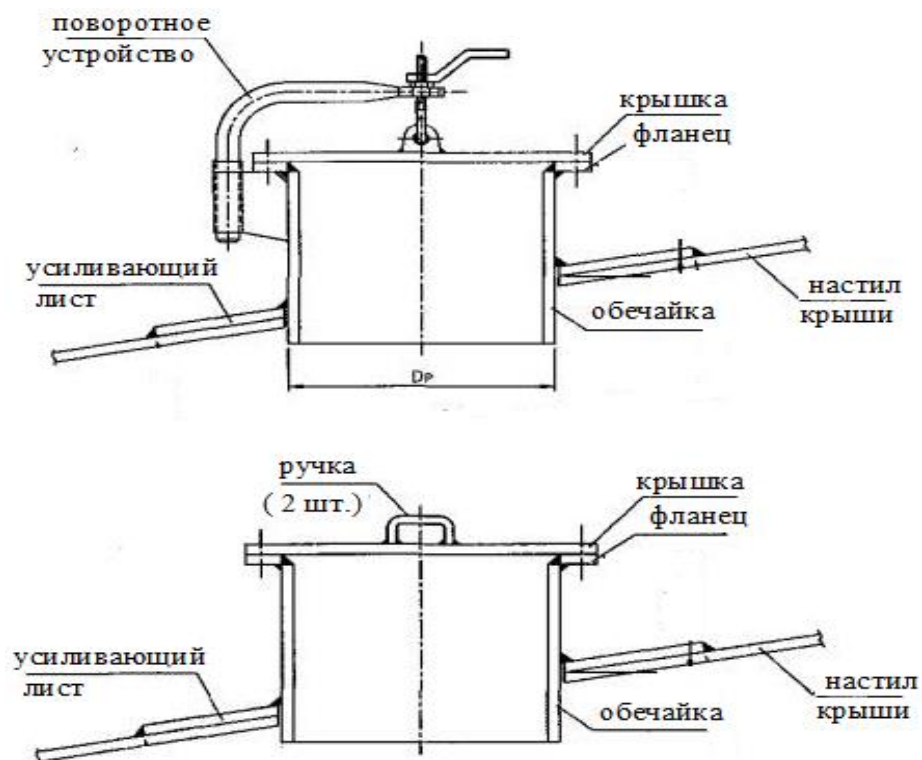


Рисунок 1.4.12 – Световой и монтажный люки в крыше РВС 5000 м<sup>3</sup>

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Патрубки, врезаемые в крышу РВС, подразделяются на вентиляционные и монтажные. У вентиляционных патрубков, в отличие от монтажных, обечайка отрезается заподлицо с настилом крыши (рисунок 1.4.15) [4].

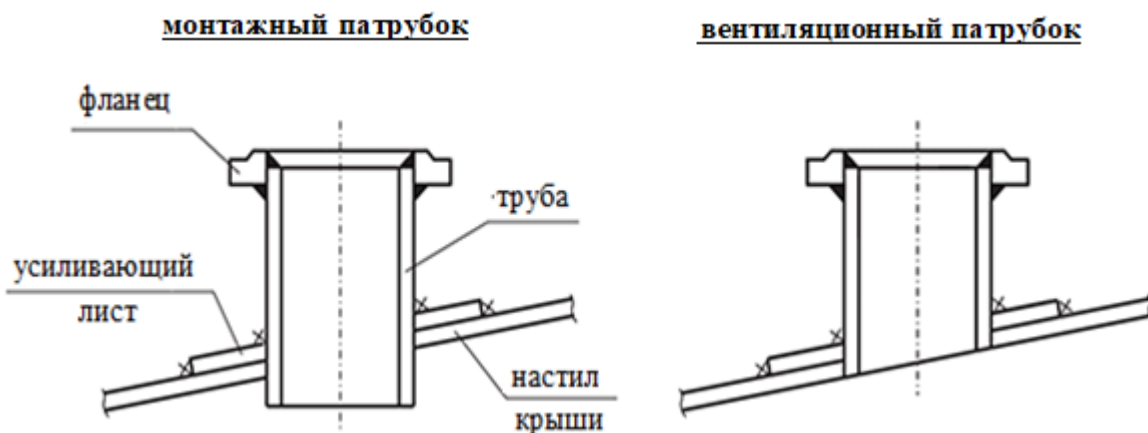


Рисунок 1.4.15 – Монтажный и вентиляционный патрубки РВС 5000 м<sup>3</sup>

В таблице 1.4.1 представлены параметры люков и патрубков, устанавливаемых на крыше вертикальных стальных резервуаров объемом 5000 м<sup>3</sup>

Таблица 1.4.1 – Конструктивные параметры люков и патрубков на крыше РВС 5000 м<sup>3</sup>[3]:

Патрубки				Люки			
Диаметр, мм	Кол-во, шт.	диаметр накладки, мм	Минимальная толщина обечайки, мм	диаметр, мм	Кол-во, шт.	диаметр накладки, мм	Минимальная толщина обечайки, мм
100	6	220	5	150	1	320	5
150	3	320	5	500	4	1060	6
350	4	760	6	1000	1	2040	8
500	1	1060	6				

Минимальное расстояние от поверхности крыши до фланца для световых и монтажных люков составляет 300 мм, а для патрубков 150 мм. Минимальная толщина накладки для установки патрубка или люка – 4мм. Не допускается приваривание обечайки люков и патрубков к настилу кровли.

Люки и патрубки устанавливаются так, чтобы несущие элементы кровли не подвергались демонтажу. На все патрубки, расположенные на кровле РВС, устанавливаются временные заглушки, для герметизации конструкции на период проведения испытаний [5]. Рассмотрим конструкции для зачистки резервуаров.

Конструкции для зачистки РВС предназначены для:

- удаления придонных отложений нефти, образовавшихся в период эксплуатации резервуара;
- удаления подтоварной воды [5].

Круглые зумпфы зачистки устанавливаются в специальной приемке на днище резервуара и предназначены для удаления подтоварной воды, донного осадка и остатков нефти из резервуара. Резервуары, имеющие плоское или коническое днище с уклоном от центра, оснащаются зумпфом зачистки, который располагается на расстоянии не менее 600 мм от стенки или кольцевой окрайки. В случае, если резервуар имеет коническое днище с уклоном к центру, тогда зумпф устанавливается в центре днища. Габариты устанавливаемого зумпфа зависят от диаметра дренажных труб. На рисунке 1.4.16 представлено изображение круглого зумпфа зачистки [4].

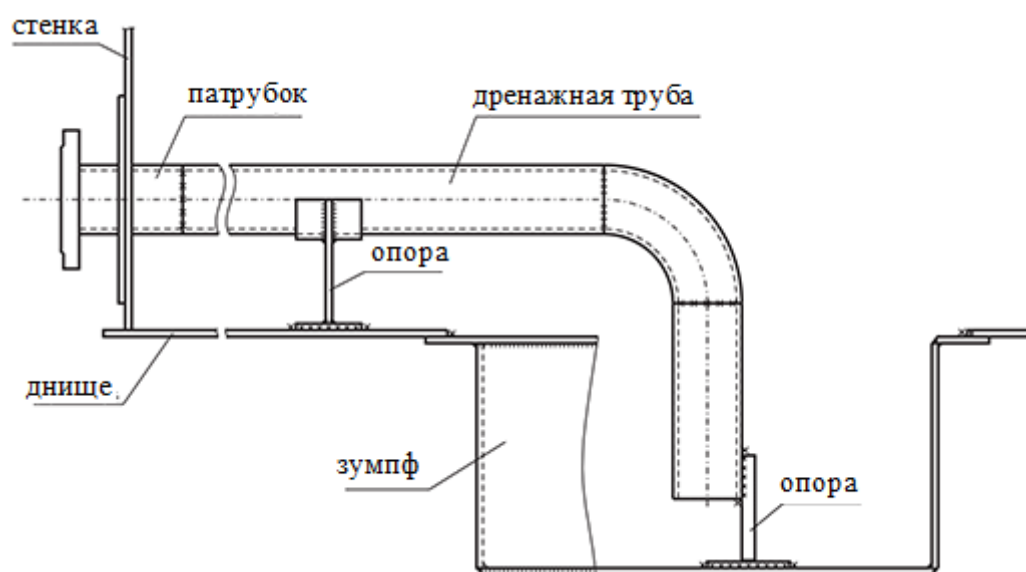


Рисунок 1.4.16 – Круглый зумпф зачистки РВС 5000 м<sup>3</sup>

Лотковый зумпф зачистки предназначен для удаления из РВС донного осадка, подтоварной воды и загрязнений. Установка производится в приямке под стенкой резервуара. На рисунке 1.4.17 показана его конструкция [4].

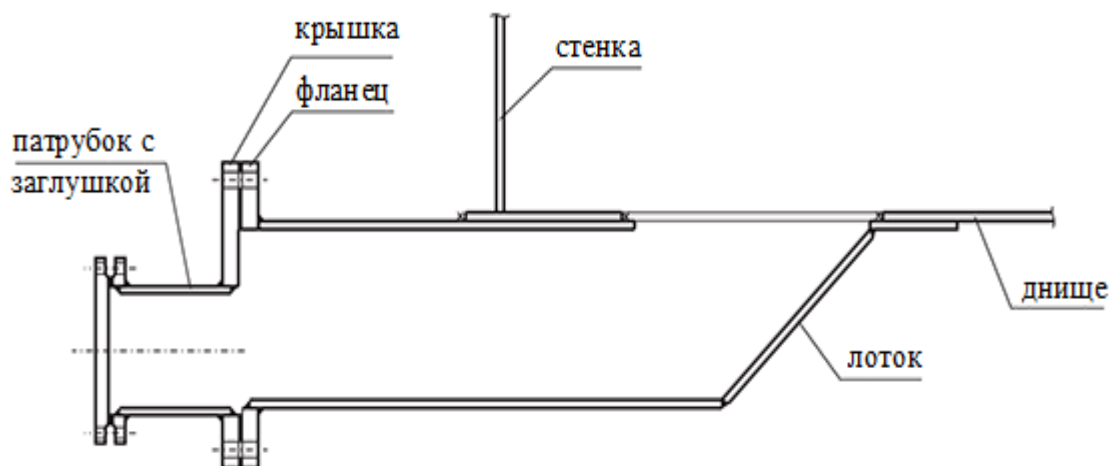


Рисунок 1.4.17 – Лотковый зумпф зачистки РВС 5000 м<sup>3</sup>

Придонные очистные люки используют для проведения работ по зачистке резервуаров от загрязнений и отложений. Придонный люк устанавливается на специальный фундамент, который служит для сбора удаляемых остатков, заподлицо с дном РВС. В отечественной практике широко используются придонные очистные люки размерами 600×600 и 600×900 мм [4]. Вид придонного очистного люка изображен на рисунке 1.4.18.

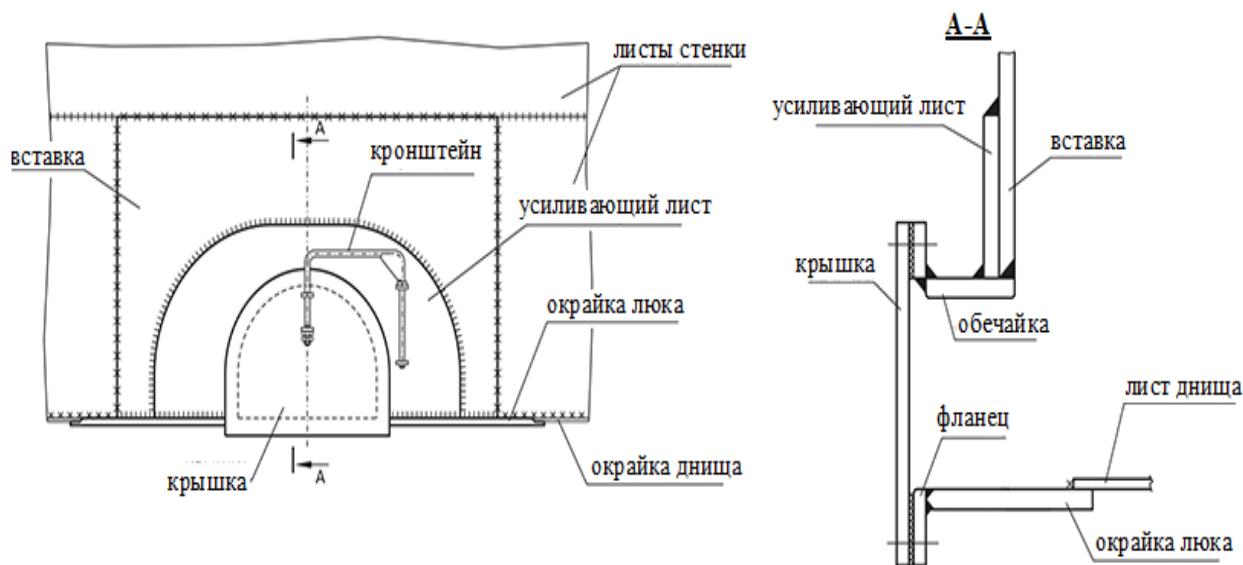


Рисунок 1.4.18 – Придонный очистной люк РВС 5000 м<sup>3</sup>

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

## 1.5 Виды диагностик и ремонтов резервуара. Сроки их проведения

В процессе эксплуатации резервуаров проводят полное (предремонтное) или частичное техническое диагностирование. Частичное диагностирование, которое проводится без вывода резервуара из эксплуатации, включает в себя техническое обследование резервуара с наружной стороны, а полное обследование проводится с выводом РВС из эксплуатации, его опорожнением, зачисткой и дегазацией.

При частичном диагностировании РВС проводят следующие работы:

- изучают техническую документацию и анализируют имеющуюся информацию по эксплуатации резервуара;
- осматривают конструкции резервуара с наружной стороны, с помощью шаблонов, на всем протяжении заводских и монтажных швов, замеряют геометрические параметры с целью выявления наружных дефектов;
- проводят акустико-эмиссионную диагностику стенки резервуара для выявления мест концентрации напряжений и затем проверяют эти места ультразвуковой дефектоскопией;
- измеряют толщину каждого листа первого пояса стенки резервуара, 2 и 3 пояс по четырем образующим, а остальные – по одной образующей стенки резервуара, выступающие окрайки днища и настила кровли;
- проводят контроль ультразвуковой дефектоскопией всех горизонтальных и вертикальных сварных швов, а также перекрестия сварных швов стенки, (кроме двух поясов, которые примыкают к крыше), сварного шва между днищем и стенкой, швов приварки врезок и люков в нижние пояса резервуара;
- измеряют геометрическую форму стенки и нивелирование наружного контура днища резервуара;
- проводят контроль ультразвуковой дефектоскопией газоуравнительной системы, компенсаторов и приемо-раздаточных патрубков;
- проверяют состояние основания и отмостки.

					Общая часть	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Проведение полного технического обследования РВС осуществляется в два этапа. Первый этап проводится при эксплуатации резервуара и предусматривает проведение таких же работ, что и частичном диагностировании РВС. После вывода из эксплуатации, зачистки и дегазации резервуара проводится второй этап диагностирования, на котором выполняют следующие работы:

- осматривают конструкции резервуара с внутренней стороны, с помощью шаблонов, на всем протяжении заводских и монтажных швов, замеряют геометрические параметры с целью выявления внутренних дефектов;
- проводят контроль ультразвуковой дефектоскопией всех горизонтальных и вертикальных сварных швов стенки двух поясов, которые примыкают к кровле, сварных швов кровли и днища, швов приварки врезок и люков в верхние пояса стенки и кровлю резервуара;
- проверяют рентгенографическим и (или) другими методами дефектоскопии дефектные места горизонтальных и вертикальных швов с внутренней и наружной стороны стенки РВС, днища, крыши, утончений металла и коррозионных дефектов, которые были выявлены при исследовании ультразвуковым контролем, проверке толщинометрии и визуальном осмотре;
- измеряют толщину днища;
- контролируют герметичность всех сварных соединений днища и стационарной крыши резервуара;
- измеряют геометрическую форму стенки, проводят нивелирование поверхности днища, наружного контура, лестницы, приемораздаточных патрубков и газоуравнительной системы;
- проводят геодезическую съемку обвалования;
- проверяют состояние основания и отмостки.

Для РВС, эксплуатируемых сроком до 20 лет, частичная диагностика

					Общая часть	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проводится 1 раз в 5 лет, а предремонтное 1 раз в 10 лет, а для резервуаров, срок эксплуатации которых больше 20 лет, частичное техническое диагностирование проводится 1 раз в 4 года, а полное 1 раз в 8 лет. Если по результатам частичного диагностирования выявлены недопустимые дефекты, то проводят внеочередное полное диагностирование и резервуар выводят из эксплуатации для проведения ремонта.

Для РВС объемом 5000 м<sup>3</sup> предремонтное обследование с составлением дефектной ведомости для ремонта, после его вывода из эксплуатации, должно составлять не более 11 рабочих дней, а частичное диагностирование с диагностикой наружной стороны при полном обследовании и выдачей заключения о возможности эксплуатации составляет не менее 7 рабочих дней [6].

Ремонт вертикальных стальных резервуаров выполняется при условии обнаружения дефектов, выявленных при его диагностировании, а также из-за природных или техногенных чрезвычайных ситуаций. По результатам полного диагностирования резервуара и расчетам экономической целесообразности выбирается метод проведения ремонта в зависимости от видов и геометрических характеристик дефектов. Ремонт бывает: осмотровым (техническое обслуживание), текущим или капитальным.

### **1.5.1 Осмотр и техническое обслуживание РВС**

Обход и осмотр резервуара проводится по графику с записью в журнале осмотров и ремонта резервуара и отметкой об устранении недостатков. График разрабатывается в соответствии с инструкциями, утвержденными главным инженером филиала предприятия. Обслуживающий персонал, в соответствии с должностными инструкциями, ежедневно проводит обход и осмотр резервуара. Еженедельно, лицо, ответственное за эксплуатацию резервуарных парков осуществляет обход и осмотр. Руководство наливной станции или нефтебазы ежемесячно совершает обход и осмотр, а комиссия производственного контроля структурного подразделения осуществляет

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

обход и осмотр выборочно или ежеквартально. Комиссия производственного контроля предприятия выполняет осмотр выборочно или один раз в год. По результатам осмотра комиссией резервуарного парка составляют акты с отражением в них выявленных недостатков [7]. Осмотр и техническое обслуживание РВС проводятся в соответствии с картами технического обслуживания. Пример карты технического обслуживания резервуара со стационарной крышей представлен в таблице 1.5.1.1

Таблица 1.5.1.1 – Карта технического обслуживания резервуара[6]

Наименование объекта	Сроки проведения работ	Перечень работ
Резервуар	Каждый день в светлое время суток	Визуально проверяется внешнее состояние резервуара. Осматривают горизонтальные и вертикальные сварные швы нижних поясов и окрайки днища. Осматривается целостность антикоррозионного покрытия.
Дыхательный клапан	В весенне-летний период 2 раза в месяц; в осенне-зимний период 1 раз в неделю	Седла тарелок очищают от грязи, окиси металла, и других загрязнений, которые препятствуют свободному перемещению клапанам вверх и вниз. Тарелки клапанов следует повернуть несколько раз, прижимая их к седлу. Не допускать примерзания и заедания дыхательных клапанов, а также обмерзания предохранительных сеток, которые закрывают наружные отверстия клапанов.
Огневой предохранитель на резервуаре	В весенне-летний период 1 раз в месяц	Сняв крышку огневого предохранителя, проверяется исправность и чистота пакетов, удаляется с них пыль, проверяется плотность крышки и фланцевых соединений, правильность расположения гофрированной и плоской металлических лент или пластин в пакете. Необходимо снять огневой предохранитель при температуре наружного воздуха ниже 0 °С.



Предохранительный клапан	В весенне-летний период 2 раз в месяц; в осенне-зимний период 1 раз в 10 дней	Проверяется уровень и качество масла, чистота сетчатой перегородки и горизонтальность колпака. При обнаружении меньшего уровня жидкости в гидрозатворе, чем в паспортных данных, долить жидкость той же марки. Удаляется снег, лед или иней.
Люк-лаз и световой люк	1 раз в месяц	Визуально проверяются плотность, наличие прокладок и затяжка болтов фланцевых соединений.
Уровнемер	1 раз в квартал и при его подключении после ремонта	Контрольная проверка правильности показаний прибора проводится в соответствии с инструкцией завода-изготовителя
Сифонный кран	2 раза в месяц	Проверяется герметичность в сальниках крана. Плавность поворота крана, без заеданий.
Приемо-раздаточные патрубки	не реже 2 раз в месяц и каждый раз при приеме-отпуске	Проверяется плотность фланцевых соединений и герметичность сварных швов.
Генератор пены	1 раз в месяц  1 раз в год	Проверяются уплотнения монтажного фланца и растворопровода; состояние защитной сетки; состояние рычажной системы и внешний вид генератора. Проверяется срабатывание ручного привода; производятся промывка и чистка сеток кассеты и распылителя, смазка шарнирных соединений. Выявляют и исправляют места коррозии и отслаивания покрытий. Проверяется состояние контактных поверхностей деталей из цветных металлов. Проверяются уплотнения выходного отверстия генератора на герметичность.

Система автоматического пожаротушения	1 раз в 3 года	Испытываются на герметичность и прочность аппараты и трубопроводы системы пожаротушения.
	1 раз в год	Проводится полная промывка, продувка и очистка аппаратов и пенопроводов от ржавчины и грязи.
	1 раз в 3 года при подготовке к зимнему периоду	Продуваются воздухом сухотрубы, проложенные к резервуарам, через дренажные линии.
	1 раз в квартал	Проводят циклы испытаний всей системы пожаротушения, для проверки на работоспособность
	1 раз в год	Проводят цикл испытаний всей системы пожаротушения с пуском огнетушащего вещества для проверки работоспособности.
Датчики систем защиты	1 раз в квартал	Проверяются в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.
Лестница	1 раз в месяц и перед использованием	Не допускают наледи в осенне-зимний период и загроможденной посторонними предметами.
Основание и фундамент	За первые 4 года эксплуатации 1 раз в год, в последующие 1 раз за 5 лет или при диагностике РВС	Следят за осадкой основания и проводят нивелирование окрайки днища.

### 1.5.2 Текущий ремонт РВС

В период между капитальными ремонтами для поддержания работоспособного состояния расположенных отдельно резервуаров и резервуарных парков следует проводить текущий ремонт.

Текущим ремонтом резервуаров называются работы, проводимые по восстановлению технических и эксплуатационных характеристик с заменой отдельного оборудования без зачистки резервуара. Текущий ремонт резервуаров осуществляется за счет средств и сил наливных пунктов,

					Общая часть	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

перекачивающих станций и нефтебаз. Текущий ремонт проводят без освобождения резервуара от хранимого в нем продукта.

Текущий ремонт резервуара проводится по результатам осмотра резервуарных парков комиссией производственного контроля и ответственными лицами нефтебаз, наливных пунктов и филиалов предприятий.

Должностное лицо (специалист), на которого по должностному положению (инструкции) возложены функции по обслуживанию и (или) содержанию резервуара является ответственным за организацию и осуществление текущего ремонта резервуара и оборудования, установленного на резервуаре.

Текущий ремонт проводится в плановом порядке, по заранее разработанному графику, без зачистки резервуара.

При выполнении текущего ремонта ремонтируют:

- кровлю, верхние пояса стенки с применением эпоксидных или иных клеевых соединений;
- сифонные краны;
- отмоски;
- заземление;
- прочее оборудование, расположенное с внешней стороны резервуара, ремонт которого может быть выполнен без вывода резервуара из эксплуатации.

Также производят окраску, сальниковую набивку задвижек, замену кассет на огневых предохранителях и подтяжку болтов.

Сборочные единицы, остаточный ресурс которых не обеспечивает безотказную работу оборудования до следующего планового ремонта заменяют или восстанавливают. Средства измерений, которые подверглись вскрытию, разборке и регулировке, перед вводом в эксплуатацию должны быть подвергнуты калибровке [7].

					Общая часть	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.5.3 Капитальный ремонт РВС

Комплекс мероприятий, с выводом из эксплуатации и последующей зачисткой, по проведению восстановления технических и эксплуатационных характеристик с восстановлением или заменой элементов конструкции оборудования и резервуара называется капитальным ремонтом резервуара.

Ремонт резервуара проводится чтобы обеспечить его гарантированную безопасную эксплуатацию на период до следующего ремонта и восстановить проектные показатели его полезной емкости. Ремонт резервуара проводится на основании результатов диагностики конструктивных элементов и разработанной проектно-сметной документации [8].

Производство работ по ремонту резервуара осуществляется на основании рабочего проекта, который выполняется подрядной организацией. Подрядная организация должна иметь соответствующую лицензию, согласованную в территориальном органе Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации и утвержденную главным инженером компании, собирающейся проводить ремонт резервуара. Подрядная организация должна иметь:

- аккредитацию на выполнение работ по капитальному ремонту резервуаров, полученную в установленном порядке;
- сертифицированные, аттестованные и поверенные в установленном порядке технические средства;
- нормативно-техническую документацию;
- аттестованных и обученных специалистов по промышленной безопасности.

Согласно СНиП12-01-2004 проект производства работ содержит:

- пояснительную записку, включающую основные сведения об объекте, условия осуществления монтажных работ и характеристика района производства работ;
- график выполнения капитального ремонта резервуара;

					Общая часть	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обустройство монтажной площадки: места для хранения инвентаря и оборудования; временны строения; площадки сборки металлоконструкций; проезды для пожарных расчетов; стоянки и схема движения транспорта; места установки средств, для тушения пожара; предупредительные знаки коммуникаций: линий связи, электроснабжения, технологических трубопроводов и т.д.;
- материальное снабжение;
- снабжение строительной техникой, потребность в трудовых и материальных ресурсах;
- сроки выполнения проведения работ;
- энергообеспечение, водо-и теплоснабжение при производстве капитального ремонта;
- промышленная безопасность и охрана труда;
- охрана окружающей среды;
- контроль качества выполняемых работ;
- организацию труда.

В проекте производства работ на специальные приспособления, используемые в ходе выполнения ремонта разрабатываются комплекты детализированных чертежей. Также разрабатываются операционные технологические карты для сварки различных элементов резервуаров и видов работ, карты для пооперационного контроля качества работ. Отклонения от проекта производства работ без согласования с организациями, которые разработали и утвердили проект производства работ не допускаются.

Приказом ОСТ и подрядной организацией:

- назначаются ответственные за ведение исполнительной документации на каждом этапе работ, безопасную подготовку и качественное производство работ по капитальному ремонту резервуара, специалист технического надзора и другие специалисты и руководители структурных подразделений ОАО;

					Общая часть	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- определяется режим и порядок работ подрядной организации, ответственность руководителей подрядной организации и лица, несущие ответственность за безопасное выполнение работ и проведение анализов ГВС;
- определяется порядок действий при возникновении угрозы рабочему персоналу.

Контроль за качеством выполняемых работ и соблюдением проектных решений при капитальном ремонте РВС возлагается на главного инженера ОАО [8].

					<i>Общая часть</i>	<i>Лист</i>
						46
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## Глава 2. Технология проведения капитального ремонта РВС-5000

### 2.1 Комплектация резервуара

Технологию проведения капитального ремонта будем рассматривать на примере РВС-5000 изготовленного методом рулонирования из стали марки 09Г2С. Фундамент резервуара – железобетонный кольцевой с грунтовой подушкой и гидрофобным слоем. Размеры листов 1,5×6 м. Высота резервуара составляет 12 м, а его диаметр 22,8 м. Резервуар имеет коническую стационарную крышу, коническое днище с уклоном от центра, винтовую лестницу, площадки и ограждения. Резервуар находится в эксплуатации 28 лет.

Его комплектация представлена в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Комплектация РВС-5000 [3]

Наименование оборудования	Количество оборудования
Приемо-раздаточный патрубок (ПРП-350)	2
Приемо-раздаточное устройство (ПРУ-350)	2
СРДО (Диоген 700)	1
Система охлаждения	1
Система подслоного пожаротушения (СППТ)	1
Система подогрева	1
Люк-лаз (> 600 мм)	1
Овальный люк-лаз (600×900 мм)	2
Монтажный люк (> 1000 мм)	1
Многоточечный датчик средней температуры нефти	1
Замерный люк (> 150 мм)	4
Поплавковый уровнемер (УДУ-10)	1
Сигнализатор верхнего допустимого уровня	2
Световой люк (ЛС-400)	3
Тепловые пожарные извещатели (крыша)	2

					<b>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Асанов А.В.			<b>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</b>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					47	135
Консульт.						<b>ТПУ гр. 2Б3Б</b>		
И.о. зав. каф		Бурков П.В.						

Сифонный кран (КС-80)	1
Дыхательный клапан с огнепреградителем (КДС-3000/500)	1
Гидравлический предохранительный клапан (КПП-250)	1
Аварийный клапан (АК-500)	1
Датчик гидростатического давления	1
Датчик (типа мановакуумметр) для контроля давления в паровоздушном пространстве под стационарной крышей резервуара	1
Датчик подтоварной воды	1
Придонный очистной люк	1
Зумпф зачистки	1

## 2.2 виды работ при выполнении КР РВС

При проведении капитального ремонта резервуара выполняются следующие работы:

- снабжение места проведения ремонтных работ необходимым оборудованием и инструментами;
- освобождение от хранимого нефтепродукта;
- зачистка и дегазация резервуара;
- техническая диагностика с выдачей заключения о состоянии резервуара;
- разработка и согласование проекта ремонта и производства работ;
- выполнение ремонтных работ (замена конструкций, устранение дефектов и геометрии конструкций, укрепление основания резервуара и т.д.);
- гидравлические испытания на герметичность и прочность;
- нанесение антикоррозионных покрытий;
- составление и оформление документации на проведение ремонта;
- ввод в эксплуатацию [8].



## 2.3 Первый этап диагностики

Так как резервуар находится в эксплуатации больше 20 лет, то полное техническое диагностирование проводится 1 раз в 8 лет. Выбранный резервуар эксплуатируется 28 лет. В связи с этим проведем полное техническое обследование резервуара, которое проводится в 2 этапа.

На полное техническое обследование резервуара отделом эксплуатации разрабатывается техническое задание, которое должно соответствовать типовыми техническими заданиями на проведение технической диагностики резервуаров, таким как ТТЗ-23.020.00-КТН-009-10, ТТЗ-23.020.00-КТН-117-10, ТТЗ-23.020.00-ТНП-008-10.

Техническое задание согласовывается с главным инженером диагностической организации и утверждается главным инженером ОСТ. Готовность резервуара к проведению этапов полной диагностики оформляется соответствующими актами, которые утверждает главный инженер РНУ. В течение одного дня утвержденные акты дня должны быть направлены в диагностическую организацию [6].

На первом этапе диагностирования был выявлен 1 дефект – коррозионные повреждения настила крыши.

После проведения первого этапа диагностики, диагностическая организация оформляет предварительный отчет. Второй этап технического диагностирования проводится после вывода из эксплуатации, зачистки и дегазации резервуара [9].

## 2.4 Вывод резервуара из эксплуатации, зачистка и дегазация

### 2.4.1 Размыв донных отложений стационарной системой «Диоген»

Перед выводом резервуара из эксплуатации производится размыв донных отложений стационарно установленной системой размыва «Диоген». Продолжительность размыва донных отложений зависит от высоты донных отложений. Параметры устройства «Диоген» приведены в таблице 2.4.1.1.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

При размыве донных отложений устройством «Диоген» проводятся работы:

- контроль уровня нефти и донных отложений до начала размыва;
- размыв донных отложений не менее 10 ч;
- откачка нефти с взвешенными отложениями до нижнего аварийного уровня;
- контроль уровня нефти и донных отложений после размыва.

Работы выполняются за несколько циклов для обеспечения нормативного уровня донных отложений. Перед началом размыва проводится проверка уровня нефти в резервуаре и при необходимости заполнение резервуара до уровня, обеспечивающего безопасную работу устройства «Диоген», согласно таблице 2.4.1.1

Таблица 2.4.1.1 – Параметры СРДО «Диоген» [10]

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметров по базовым моделям		
		«Диоген-500»	«Диоген-700»	«Диоген-700 м»
1	2	3	4	5
1	Время одного цикла (углового горизонтального перемещения) поворота вала пропеллера, ч	7	10	11
2	Время непрерывной работы не менее, ч	21	20	22
3	Максимальное давление нефти со стороны резервуара удерживаемое уплотнительными узлами устройства не менее, МПа	0,22	0,22	0,22
4	Вибрация не более, мм/с	2,8		
5	Максимальная величина потребляемого тока электродвигателем устройства, А	30	36	36
6	Минимальный уровень нефти для безопасной работы устройства в резервуарах, м: - РВС; - РВСП, РВСПА, РВСПК	3	3	3
		5	5	5
7	Минимальное время размыва донных отложений, ч	10	10	10

После закрытия задвижек на ПРП устройство «Диоген» включается в работу и проводится размыв отложений.

Открытие задвижек и откачку нефти с взвешенными отложениями в технологический трубопровод производить при работающем устройстве «Диоген». В процессе откачки нефти из резервуара устройство «Диоген» необходимо выключить при достижении минимального уровня нефти для безопасной работы устройства в резервуаре, согласно таблице 2.4.1.1. Откачку продолжить зачистным насосом до минимального возможного технологического уровня нефти.

Через 2 ч после окончания откачки нефти из резервуара проводится замер уровня донных отложений (не менее чем в трех точках) замерной рулеткой с лотом, через замерный и световые люки резервуара.

Размыв донных отложений за один цикл должен быть не менее значений, указанных в таблице 2.4.1.1 и обеспечивать, по результатам размыва, уровень донных отложений не более 20 мм. [10].

#### **2.4.2 Вывод резервуара из эксплуатации**

Вывод резервуаров из эксплуатации осуществляется эксплуатирующей его службой в соответствии с проектом производства работ.

Проект производства работ утверждается главным инженером ОСТ не позднее, чем за 10 рабочих дней до начала работ.

Вывод резервуара из эксплуатации предполагает проведение следующих работ:

- откачка нефти из резервуара до нижнего нормативного уровня подпорным насосом, согласно технологической карте;
- откачка нефти из резервуара до минимального возможного технологического уровня зачистным насосом;
- закрытие задвижек ПРП (с обтяжкой клиновых задвижек вручную);

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

- проверка герметичности задвижек ПРП на отсутствие поступления нефти в резервуар замерной рулеткой с периодичностью 1 ч в течение 3 ч;
- отключение электропитания приводов задвижек производится путем отсоединения питающего кабеля с обоих концов. Отсоединенный кабель должен быть закорочен и заизолирован. На кнопках управления вывешиваются запрещающие плакаты «Не включать! Работают люди»;
- демонтаж (или блокирование от несанкционированного открытия) штурвалов с задвижек ПРП;
- отключение электропитания устройства «Диоген» производится путем отсоединения питающего кабеля с обоих концов. Отсоединенный кабель должен быть закорочен и заизолирован. На кнопках управления вывешиваются запрещающие плакаты «Не включать! Работают люди»;
- дооткачка нефти из резервуара насосом через сифонный кран и зачистной патрубок;
- установка заглушек на фланцевые соединения ПРП;
- отключение системы автоматики и телемеханики резервуара (кроме системы пожаротушения) [9].

Отключение резервуара от технологической обвязки трубопровода выполняется закрытием и подтягиванием вручную задвижек на приемораздаточных патрубках.

Отключение электропитания приводов задвижек выполняется отключением автоматических выключателей, которые питают эти задвижки, и отсоединением питающего кабеля со стороны питания. «Не включать! Работают люди» – необходимо вывешивать такие плакаты на выключателях и ключах управления задвижками [9].

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

### 2.4.3 Зачистка резервуара

В нашем случае зачистку резервуара будет проводить подрядная организация. Проект производства работ по зачистке резервуара разрабатывает подрядная организация.

Максимальные сроки проведения работ по зачистке резервуаров принимаются в соответствии с ОР-23.020.00-КТН-278-09. Максимальные сроки для зачистки РВС-5000 в летний период (апрель - октябрь) составляют 25 дней, а в зимний период (ноябрь-март) – 30 дней.

Технологический процесс зачистки резервуара от донных отложений включает следующие операции:

- откачка остатков нефти из резервуара через сифонный кран или зачистную задвижку;
- лабораторный контроль содержания углеводородов в остатках нефти и донных отложениях в зачищаемом резервуаре;
- при необходимости дегазация с применением естественной и принудительной вентиляции до снижения ПДК углеводородов ниже 300 мг/м<sup>3</sup>;
- откачка воды с нефтью из резервуара в дополнительный резервуар, или в технологический трубопровод с применением сепараторов;
- предварительная дегазация путем пропарки или вентиляции (естественной или принудительной) резервуара;
- при необходимости демонтаж устройств размыва донных отложений «Диоген» с целью предотвращения повреждения уплотнения во время последующей зачистки резервуара, включая пескоструйную обработку внутренней поверхности металлоконструкций резервуара;
- зачистка (размыв, мойка, в том числе с использованием ПАВ, или пропарка внутренней поверхности резервуара) от донных отложений;
- разделение воды и нефти с использованием сепаратора или дополнительной емкости отстойника, закачка нефти в действующий

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

- резервуар или технологический трубопровод, и сброс воды в систему промышленной канализации;
- замер объема твердых донных отложений;
  - дозачистка резервуара скребками из искробезопасного материала;
  - лабораторный контроль содержания углеводов в твердых донных отложениях, оставшихся в резервуаре после мойки и откачки;
  - промывка твердых донных отложений, с содержанием углеводов более 15 %, с помощью ТМС с применением ПАВ или органических растворителей, с целью снижения содержания в них углеводов до концентрации не более 15 %. Используемые при выполнении указанных работ вещества не должны ухудшать показатели качества нефти, регламентируемые государственным стандартом ГОСТ Р 51858;
  - удаление из резервуара твердых донных отложений;
  - зачистка канализационных колодцев резервуара от остатков нефтяных загрязнений, образовавшихся в процессе эксплуатации и при зачистке резервуара с оформлением акта;
  - лабораторный контроль содержания углеводов в твердых донных отложениях после промывки и замер объемов нефтешлама, подлежащего утилизации с составлением акта;
  - вывоз и утилизация нефтешламов (при необходимости);
  - контроль качества зачистки внутренней поверхности резервуара и проверка концентрации паров углеводов в резервуаре после зачистки [10].

#### **2.4.4 Дегазация резервуара**

Предварительная дегазация резервуара осуществляется путем естественной или принудительной вентиляции до снижения концентрации паров углеводов менее 2,1 г/м<sup>3</sup> внутри резервуара.

Для вертикальных стальных резервуаров открытие люков при проведении дегазации следует производить в следующей последовательности:

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

три световых люка на крыше с установкой газоотводных труб, люк-лаз на первом поясе с установкой воздуховода от вентилятора, все остальные люки на стенке и крыше резервуара закрыты.

При естественной или принудительной вентиляции резервуара замеры концентрации паров углеводородов в каре резервуаров производятся не реже одного раза в час. Запрещается проводить вскрытие люков и дегазацию (принудительную и естественную) резервуара при скорости ветра менее 1 м/с. Естественное поступление воздуха в резервуар и выход из него паров углеводородов не должны приводить к превышению концентрации паров углеводородов более 2,1 г/м<sup>3</sup> в каре резервуара. В случае превышения концентрации, производительность подачи воздуха должна быть снижена путем частичного перекрытия люка-лаза на первом поясе. При принудительной вентиляции прекратить (снизить) подачу воздуха до снижения концентрации паров углеводородов в каре зачищаемого резервуара менее 2,1 г/м<sup>3</sup>. Результаты замеров концентрации паров углеводородов при естественной или принудительной вентиляции (аэрации) заносятся в приложение к наряду-допуску [10].

#### 2.4.5 Пропарка резервуара

Пропарка резервуара с целью дегазации. Пропарка проводится не менее 24 ч и до достижения концентрации содержания паров углеводородов в резервуаре менее 2,1 г/м<sup>3</sup>. Температура подаваемого в резервуар водяного пара и поверхности паропровода не должна превышать 120 °С. Производительность подачи пара в резервуар и выход из него паров углеводородов не должны приводить к превышению концентрации паров углеводородов более 2,1 г/м<sup>3</sup> в каре резервуаров. При концентрации паров углеводородов в резервуаре менее 2,1 г/м<sup>3</sup> процесс дегазации паром прекращается. Если по истечении двух часов концентрация паров углеводородов в резервуаре менее 2,1 г/м<sup>3</sup>, то процесс дегазации считается законченным.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Пропарка резервуара, оборудованного системой подслоного пожаротушения, производится передвижной парогенерирующей установкой (ППУ, ПКУ) через узлы промывки СППТ. Трубопроводы СППТ пропаривать и промывать поочередно, для чего необходимо:

- закрыть задвижку на пенопроводе;
- снять предохранительную разрывную мембрану и заменить ее плоской заглушкой во фланцевом соединении;
- подключить ППУ для пропаривания, либо рукав от насоса для промывки с использованием ТМС;
- пропарить (промыть) трубопроводы;
- установить предохранительную разрывную мембрану вместо заглушки;
- открыть задвижку на пенопроводе.

Разогретые донные отложения должны быть откачены из резервуара. При пропарке резервуара замеры концентрации паров углеводородов в каре резервуара производятся не реже одного раза в час. Результаты замеров концентрации паров углеводородов при пропарке заносятся в приложение к наряду-допуску [10].

#### **2.4.6 Контроль качества зачистки резервуара**

Контролю качества зачистки резервуара подлежит внутренняя поверхность резервуара (днище, стенка, крыша, трубопроводы, оборудование системы размыва, СППТ, ПРУ, направляющие уровнемера).

Величину остаточной пожарной нагрузки на внутренней поверхности стенки и днища резервуара, определять весовым способом путем соскабливания с площади 1 м<sup>2</sup> твердого остатка в пакет. Отбор проб остаточной пожарной нагрузки произвести не менее чем в пяти точках центральной части днища и на расстоянии не более одного метра от уторного уголка и в шести противоположных точках стенки резервуара на высоте 1; 2; 3 м от днища.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист 56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Собранный с поверхности остаток нефти и нефтепродуктов необходимо взвесить вместе с пакетом на весах (классом точности 0,5 г). Величина остаточной пожарной нагрузки в любой точке внутренней поверхности резервуара не должна превышать 100 г/м<sup>2</sup>.

Результаты контроля остаточной пожарной нагрузки должны быть оформлены актом. Неотъемлемой частью акта контроля качества зачистки от донных отложений является схема с указанием мест отбора проб на остаточную пожарную нагрузку.

Концентрация паров углеводородов в любой точке резервуара не должна превышать 0,3 г/м<sup>3</sup>.

Замер концентрации паров углеводородов проводится в следующих точках:

- стенка резервуара через каждые 10 м;
- трубопровод систем пожаротушения;
- сопла стационарной размывающей системы;
- ПРУ;
- трубопровод аварийного сброса давления;
- направляющая уровнемера;

Процесс зачистки считается законченным при выполнении следующих условий:

- концентрации паров углеводородов в любой точке резервуара менее 0,3 г/м<sup>3</sup>;
- величина остаточной пожарной нагрузки в любой точке внутренней поверхности резервуара не превышает 100 г/м<sup>2</sup> [10].

## 2.5 Проведение и заключение второго этапа диагностирования

После вывода резервуара из эксплуатации проводится второй этап технического диагностирования. Работы, предусмотренные вторым этапом рассмотрены в пункте 1.5 данной работы.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

После завершения второго этапа диагностики составляется дефектная ведомость, которая содержит таблицы со списком выявленных дефектов резервуара, где указывается расположение выявленных дефектов на эскизах и их параметры. В рассматриваемом резервуаре обнаружили вмятину в центральной части днища, площадь которой 0,5 м<sup>2</sup>, а глубина составляет 95мм, при предельно допустимой в 55 мм. Также была обнаружена просадка стенки резервуара по всему периметру с резким перегибом окрайки днища.

Организация, проводившая техническое обследование, по результатам, выявленным в ходе диагностирования, разрабатывает и передает заказчику технический отчет, по оценке технического состояния резервуара. В отчете приводятся параметры, которые характеризуют состояние резервуара и его отдельные конструкции. Осуществляется вывод о сроке дальнейшего безопасного эксплуатирования по каждому дефекту, элементу конструкции с дефектами и резервуару в целом. В отчет также входит анализ дефектности основных металлических конструкций РВС в соответствии с ОР-23.020.00-КТН-278-09, ТТЗ-23.020.00-КТН-294-09 и ТТЗ-23.020.00-КТН-117-10. Решение о ремонте и/или демонтаже резервуара принимается согласно РД-23.020.00-КТН-283-09.

Диагностическая организация заполняет входные формы данных в ИАС «База данных дефектов резервуаров вертикальных стальных». В виде отдельного файла ДО заполняет опросный лист сведений о техническом состоянии резервуара в организацию, где ответственные за ведение ИАС проверяют их на корректность и вносят в базу данных.

На основании технического отчета осуществляется технико-экономическое обоснование стоимости и целесообразности ремонта или замены резервуара.

На основе отчета по ОТС, который разрабатывается по результатам проведения полного диагностического обследования, выполняется разработка задания на проектирование для разработки проектно-сметной документации [6].

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

В нашем случае необходимо проведение капитального ремонта. Для исправления просадка стенки резервуара по всему периметру с резким перегибом крайки днища выполним работы по подъему резервуара с помощью домкратов и устройство монолитного бетонного кольца под его стенкой. Выполним ремонт дефектных участков настила крыши новыми вставками. Вырежем и заменим дефектный участок в центральной части днище резервуара.

## 2.6 разработка и согласование проекта ремонта и производства работ

Согласно РД-23.020.00-КТН-283-09 разработка проектной рабочей документации на ремонт резервуара выполняется проектной организацией.

Проект производства работ включает в себя следующие разделы:

- пояснительная записка, содержащая: план выполнения ремонтных работ, решения по обеспечению пожарной безопасности и техники безопасности при выполнении работ, охрану окружающей среды, расчет НДС стенки резервуара при ремонте дефектов, программу гидравлического испытания резервуара с указанием уровня взлива при гидроиспытаниях;
- рабочая документация на ремонт (реконструкцию) резервуара, которая содержит разделы проекта ремонта металлических конструкций, основания и фундамента, расчет металлоконструкций на прочность и устойчивость с учетом устранения дефектов;
- проект организации строительства, в котором содержатся календарный план производства работ по выполнению КР резервуара, строительный генеральный план, схема движения техники и персонала по объекту, графики поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования; проект производства работ кранами – должен пройти экспертизу промышленной безопасности с регистрацией заключения в Ростехнадзоре, решения по производству геодезических

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

работ, решения по технике безопасности, программа гидравлических испытаний, решения по прокладке временных сетей водо-, тепло- и энергоснабжения и освещения, перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки, а также схемы строповки грузов, пояснительная записка;

- сметы;
- тендерная документация [6].

## 2.7 Проведение ремонтных работ

### 2.7.1 Исправление просадки стенки резервуара по всему периметру с резким перегибом окрайки днища

На рисунке 2.7.1.1 представлена просадка конструкции фундамента резервуара. Перед началом производства ремонтных работ должны быть выполнены подготовительные работы:

- подготовлена территория в пределах границ сооружений;
- возведены временные сооружения;
- стройплощадка обеспечена временными инженерными коммуникациями
- водоснабжения, энергоснабжения, связи – и сетью временных дорог [9].

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

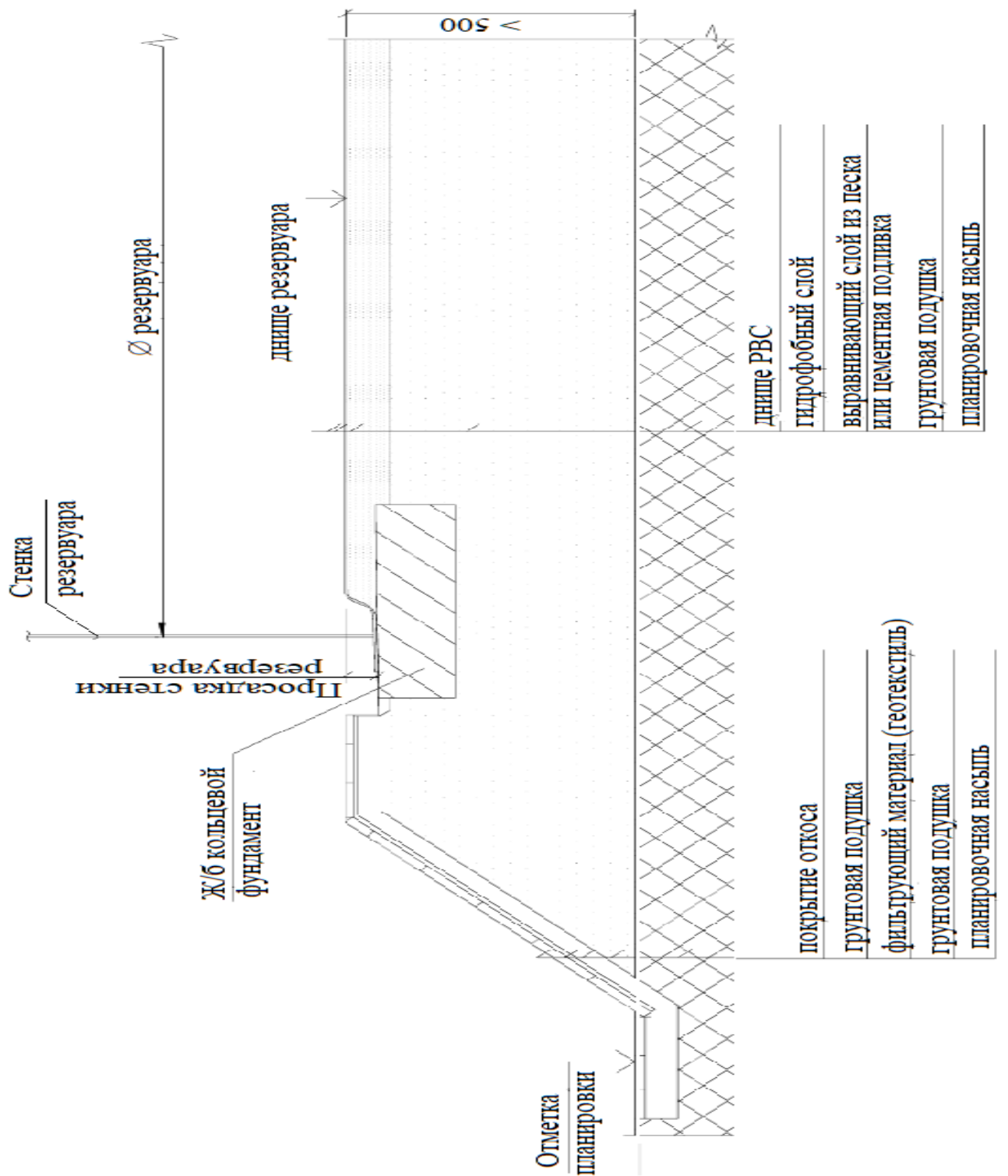


Рисунок 2.7.1.1 – Просадка конструкции фундамента резервуар

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Перед началом работ исполнитель должен проверить сохранность знаков, закрепляющих пункты геодезической разбивочной основы, провести геодезическую съемку фактических высотных отметок ж/б кольцевого фундамента или окрайки днища.

На отдельных участках стенки резервуара на расстоянии 0,4 м от днища приваривают через 2,5 – 6 м по периметру ребра жесткости. Под ребра жесткости устанавливают домкраты. Распускают сварные соединения приварки окраек к центральной части днища и стенке резервуара.

Участок стенки поднимают выше просадки в соответствии с проектом для обеспечения укладки бетонной смеси, компенсации просадочных явлений и организации проектного уклона днища.

Окрайки разрезают на отдельные участки и удаляют из резервуара. Укладывают бетонную смесь и гидрофобный слой в образовавшуюся полость между стенкой и ж/б кольцевым фундаментом до проектной отметки основания.

Под стенку подводят окрайку днища с технологической подкладкой. Листы окрайки сваривают между собой, поджимают к стенке и приваривают. Сваривают окрайки с центральной частью днища.

Стенку опускают на ж/б кольцевой фундамент, снимают домкраты и удаляют ребра жесткости.

Проводят контроль качества сварки и геометрии стенки в соответствии с [11]. В таблице 2.7.1.1 приведены технологические процессы и методы их контроля.

Таблица 2.7.1.1 – Технологические процессы и методы их контроля при устранении просадки [9]

Наименование технологических процессов, параметров и признаков, подлежащих контролю	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Ответственный за контроль

Бетонные работы				
Приготовление б/с	Удобоукладываемость	Конус, линейка мет, кельма	В процессе приготовления б/с	Мастер, прораб
Наличие мусора, грязи и пыли на поверхности ж/б фундамента	Не допускается	Визуальный	Перед укладкой б/с	Мастер, прораб
Увлажнение поверхности ж/б фундамента	Необходимость	Визуальный	Перед укладкой б/с	Мастер, прораб
Подбивка б/с под стенку РВС	Отсутствие полостей и зазоров между окрайкой и б/с	Визуальный	В процессе работы	Мастер
Твердение б/с	Защита от атмосферных осадков, пот	Визуальный	Периодически	Мастер, прораб
Контроль прочности бетона	Соответствие проекту	Пресс, склерометр	Через 28 сут.	Лаборатория

На рисунке 2.7.1.2 представлена схема резервуара после устранения просадки [9].

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

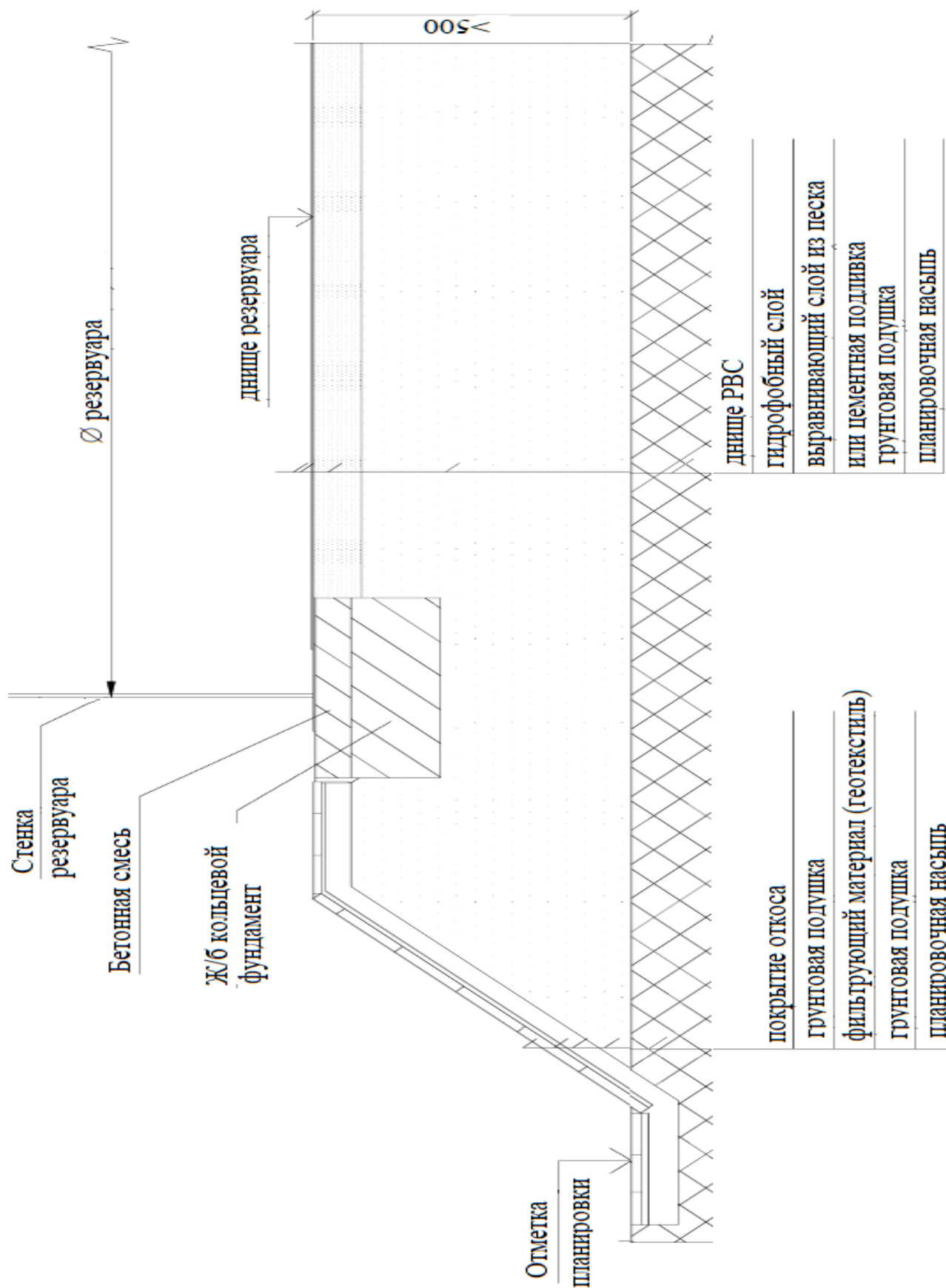


Рисунок 2.7.1.2 – Схема фундамента резервуара после устранения просадки.

					Технология проведения капитального ремонта PVC-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64



## 2.7.2 Ремонт дефектных участков настила крыши новыми вставками

Для проведения ремонта коррозионных участков настила крыши выполним разметку дефектного участка, при этом учтем последующую механическую обработку кромок (рисунок 2.7.2.1) Линии реза по настилу крыши располагаем не ближе 20 мм от несущих элементов каркаса. Выполняем вырезку дефектного участка настила крыши. Обрабатываем кромки металла после вырезки. Устанавливаем накладку на настил крыши с соблюдением следующих требований:

- установленная накладка должна быть выполнена из такой же марки стали, как и настил крыши;
- накладка должна иметь такую же толщину (или более) как и настил.

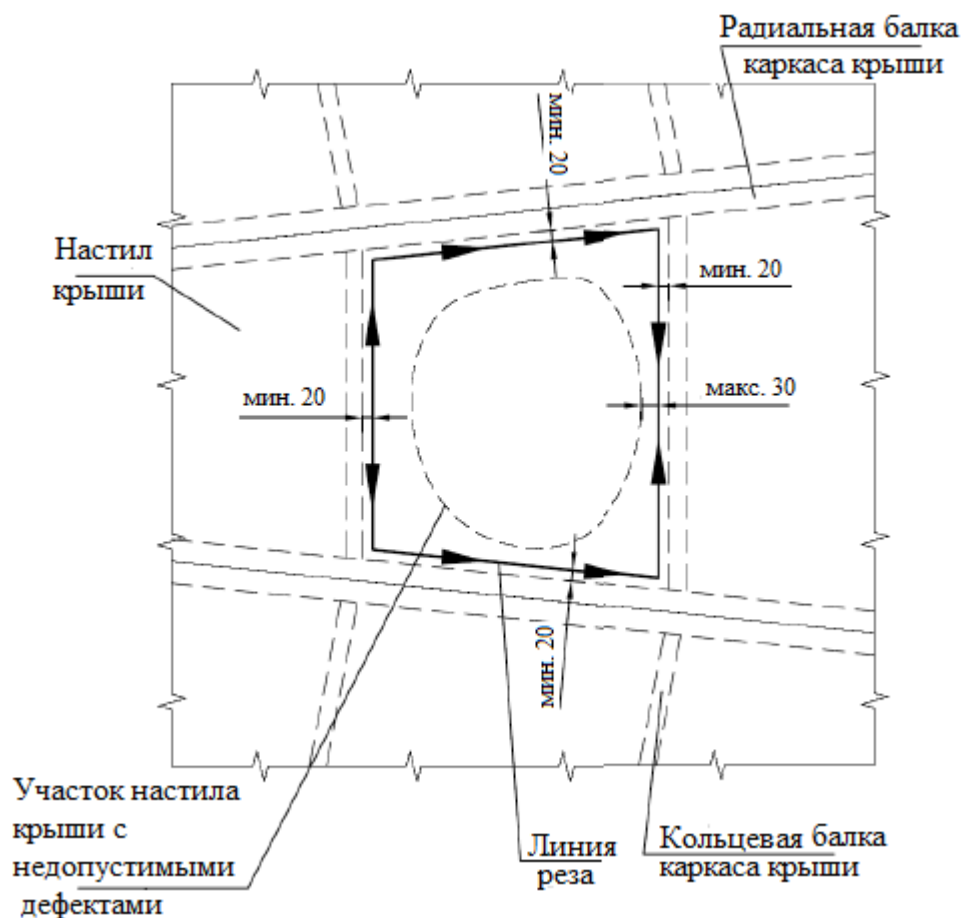


Рисунок 2.7.2.1 – Разметка линий реза в настиле крыши

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	5000	65

Сборку накладки выполняем при помощи сборочных приспособлений типа клин + скоба. Величина нахлеста накладки на конструкции крыши должна быть не менее 30 мм (рисунок 2.7.2.2). Установленная накладка должна обеспечивать герметичность ремонтируемого участка крыши после сварки. Устанавливаемая накладка в углах листа стали должна иметь закругления ( $R \text{ мин. } 150 \text{ мм}$ ). Сварку накладки крыши выполняем в соответствии с РД-25.160.10-КТН-015-15: тип сварных соединений – нахлесточный, 100 %-ный визуально-измерительный контроль и контроль проникающими веществами (вакуумированием).

После выполнения всех работ по замене дефектного участка настила крыши с недопустимыми дефектами необходимо демонтировать монтажную оснастку [9].

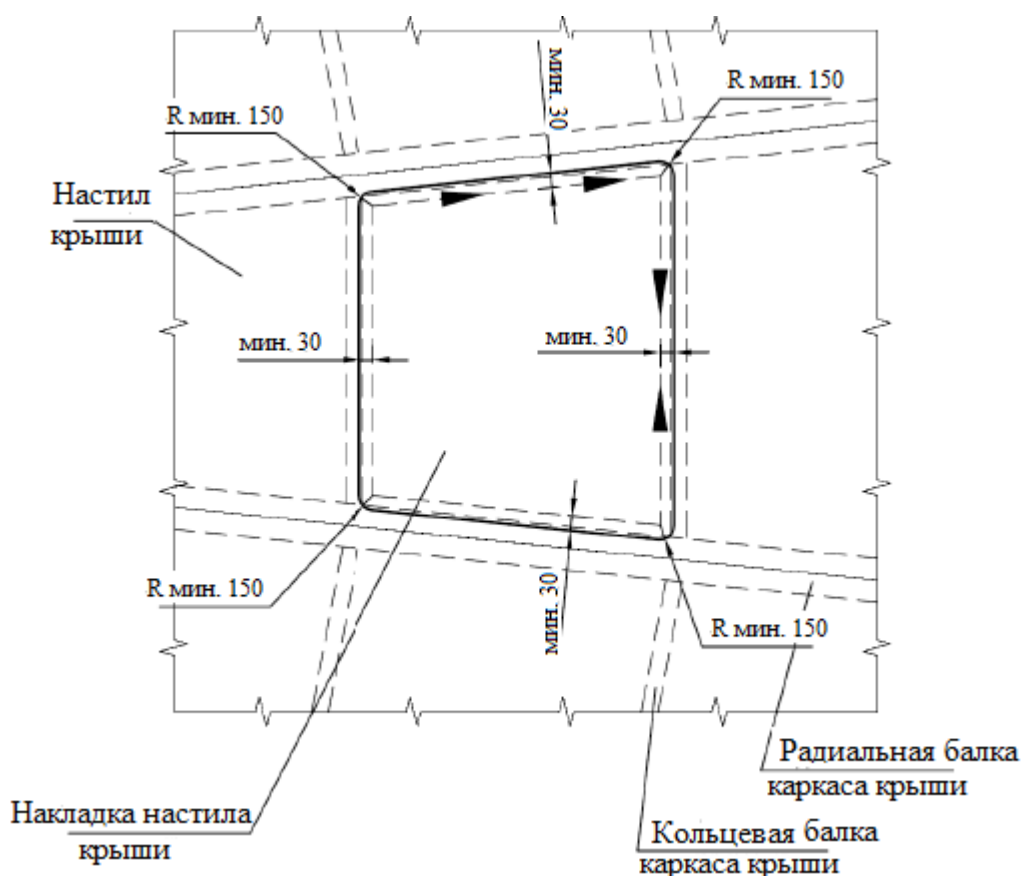


Рисунок 2.7.2.2 – Установка новой накладки на настиле крыши

### 2.7.3 Ремонт центральной части днища резервуара

Ремонт вмятины в центральной части днища резервуара будем проводить путем вырезки дефектного участка и вставки металлической накладки.

Проводим разметку границы дефектной вмятины и ее вырезку (рисунки 2.7.3.1 и 2.7.3.2). Обрабатываем кромки металла после вырезки. Вырезанный участок днища демонтируем из резервуара при помощи лебедки. В образовавшееся ложе укладываем гидрофобный слой до проектной отметки основания и уплотняем трамбовкой. Новая вставка должна быть из такого же материала и такой же толщиной что и днище резервуара. Величина нахлеста накладки должна быть не менее 30-40 мм. Вставка должна быть закруглена по углам. Прмаркировываем новую вставку днища яркой несмываемой краской согласно раскладке по чертежам металлических конструкций. Подачу ремонтной вставки в резервуар производим с помощью лебедки. Сборку накладки выполняем при помощи сборочных приспособлений типа клин + скоба (рисунок 2.7.3.3). Сварку накладки днища выполняем в соответствии с РД-25.160.10-КТН-015-15: тип сварных соединений – нахлесточный, 100 %-ный визуально-измерительный контроль, контроль проникающими веществами (вакуумированием) и капиллярный контроль проникающими веществами [9].

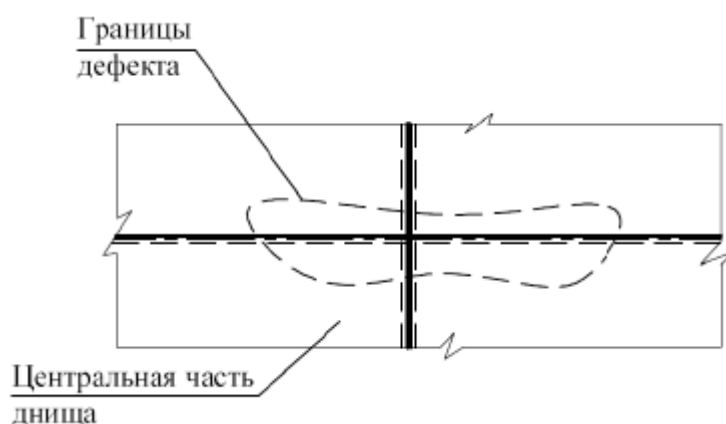


Рисунок 2.7.3.1 – Зона центральной части днища с недопустимым дефектом

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

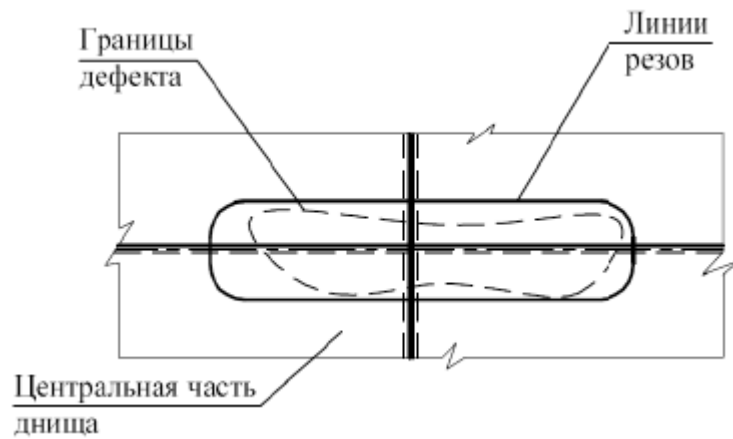
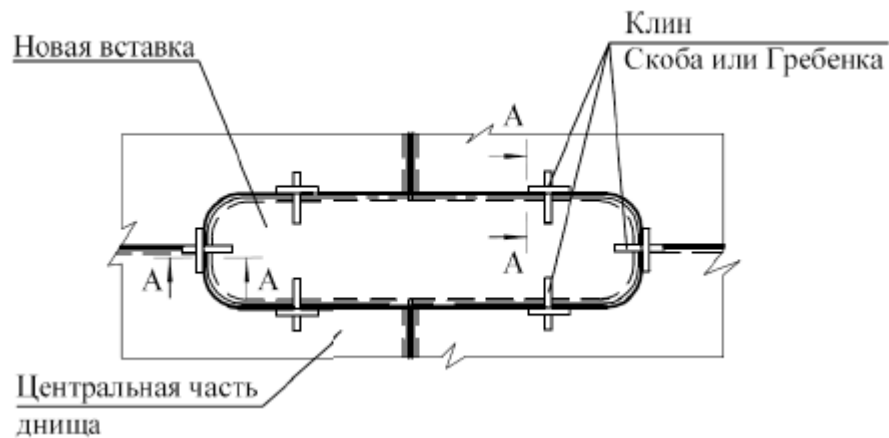


Рисунок 2.7.3.2 – Разметка линий вырезки дефектного участка днища резервуара



А-А нахлесточных стыков

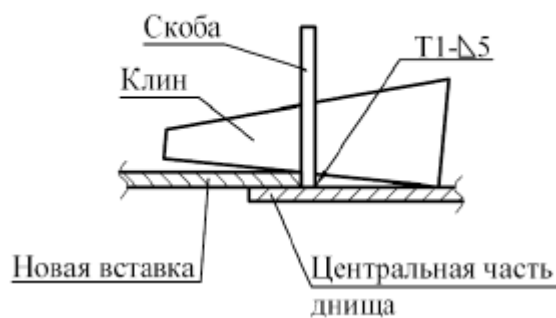


Рисунок 2.3.7.3 – Сборка ремонтной вставки центральной части днища

## 2.8 Гидравлические испытания на герметичность и прочность

Гидравлические испытания резервуара проводятся по окончании строительно-монтажных работ перед сдачей их заказчику до выполнения

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

антикоррозионной защиты и монтажа оборудования. Допускается проведение гидравлических испытаний с антикоррозионным покрытием, нанесенным на внутренние поверхности верхнего пояса стенки и стационарной крыши.

До начала гидравлических испытаний резервуара должны быть выполнены следующие требования:

- получены заключения по контролю качества конструкций резервуара;
- установлена измерительная труба радарного уровнемера;
- оформлен акт контроля качества смонтированных (собранных) конструкций резервуара в соответствии с руководством по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (утверждено приказом Ростехнадзора от 26.12.2012 № 780);
- оформлен акт готовности резервуара к проведению гидравлических испытаний после проведения работ по капитальному ремонту в соответствии с требованиями ОР-91.200.00-КТН-042-11.

Приемка исполнительной документации должна осуществляться в соответствии с требованиями ОР-91.010.30-КТН-156-15 [3].

Гидравлические испытания проводятся строительно-монтажной организацией, которая выполняла работы по капитальному ремонту резервуара. Гидравлические испытания резервуара проводятся по индивидуальной программе (карте испытаний), которую разрабатывает проектная организация для каждого резервуара в составе ППР.

Гидравлические испытания следует проводить наливом воды до верхней проектной отметки резервуара и температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. Нормативная выдержка нагрузки для РВС-5000 составляет не менее 24 ч.

При выдержке под нагрузкой люки и патрубки на крыше резервуара должны быть открыты на все время проведения гидравлических испытаний резервуара, включая операции налива и слива испытательной жидкости, за

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

исключением времени на проведение испытаний на прочность и устойчивость и срабатывания аварийных клапанов.

Во время проведения и после завершения гидравлических испытаний резервуара должны проводиться замеры предельных отклонений контура стенки и днища, в соответствии с требованиями РД-23.020.00-КТН-170-13.

При проведении работ по гидравлическому испытанию резервуара налив воды осуществляется ступенями по поясам с промежутками времени, которые необходимы для проведения контрольных осмотров, в соответствии с требованиями РД-23.020.00-КТН-170-13.

Избыточное давление принимается на 25 % больше проектного при испытаниях на прочность и устойчивость резервуара в том случае, если в проектной и рабочей документации отсутствуют другие указания, а вакууметрическое принимается большим на 50 %. Продолжительность нагрузки – 30 минут. В это время люки и патрубки на крыше резервуара закрыты.

Созданием относительного разрежения внутри резервуара проверяется устойчивость корпуса при уровне залива водой 1,5 м. Относительное разрежение в резервуаре должно создаваться сливом воды при герметично закрытых люках на крыше.

При проведении гидравлических испытаний резервуар испытывают на давление  $P_a$ , при котором должно произойти срабатывание аварийного клапана.

Стационарную крышу РВС-5000 испытывают на избыточное давление при заполненном водой резервуаре до отметки на 10 % ниже проектной в соответствии с программой испытаний. Давление создается подачей воды в резервуар при всех герметично закрытых люках на крыше резервуара с выдержкой под созданной нагрузкой в течение 30 мин.

Если в течение 24 часов на поверхность стенки и по краям днища не появляется течи, не снижается уровень воды, а отклонения формы и размеров основания, фундамента, металлоконструкций РВС не превышают значений,

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

установленных РД-23.020.00-КТН-170-13, то резервуар считается выдержавшим испытания.

Безопасность при проведении испытаний обеспечивается выполнением мероприятий по безопасности в соответствии с требованиями РД-23.020.00-КТН-170-13.

В смете, при разработке рабочей документации, должно быть учтено подключение уровнемера по временной схеме на период проведения испытаний [3].

## **2.9 Нанесение антикоррозионного покрытия**

### **2.9.1 Общие требования к АКП**

Защиту резервуаров от коррозии проводят на основании анализа условий эксплуатации, атмосферных и климатических факторов, вида и степени агрессивного воздействия нефти и ее паров на внутренние поверхности, а также иных воздействий на наружные поверхности резервуаров.

Монтажная организация разрабатывает ППР на выполнение работ по АКЗ резервуара, в котором отражаются технология подготовки поверхностей резервуара, нанесение грунтовочных и покрывных слоев покрытия, методы по контролю качества, применяемое оборудование с учетом требований инструкции производителя лакокрасочных АКП, меры безопасности, противопожарные мероприятия.

Для защиты резервуара от коррозии применяют системы лакокрасочных или металлизационно-лакокрасочных АКП, а также электрохимические способы защиты конструкций.

Для защиты резервуаров от коррозии применяются: эпоксидные покрытия, двухкомпонентные полиуретановые покрытия и однокомпонентные полиуретановые влагоотверждаемые покрытия.

Для защиты резервуара от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами применяют электрохимическую защиту.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Электрохимическая защита наружной поверхности днища, а также внутренних поверхностей днища и нижнего пояса стенки в зоне контакта с донным осадком и слоем подтоварной воды осуществляется установками протекторной защиты или установками катодной защиты. Выбор метода защиты осуществляется на основании сравнения технико-экономических показателей.

Нанесение АКП производят после гидравлических испытаний резервуара [12].

Антикоррозионные материалы должны обладать стойкостью:

а) к воздействию окружающей среды:

- температура – от минус 60 °С до 60 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха – до 100 %;
- ветровой район – от I до VI по СП 20.13330.2011;
- суммарная солнечная радиация – до 120 ккал/см<sup>2</sup>·год;

б) к кратковременному воздействию нефти и нефтепродукта;

в) изменению геометрических параметров конструкции резервуара;

г) кратковременному воздействию технического моющего средства при очистке поверхности АКП.

На выходе из пунктов подогрева нефти и депрессаторных АКП должны выдерживать температуру эксплуатации до 80 °С. Антикоррозионные материалы должны быть предназначены для нанесения на поверхности, выполненные из низколегированных углеродистых сталей. Нанесение антикоррозионных материалов на алюминиевые, нержавеющие и оцинкованные поверхности не предусматривается. Антикоррозионные материалы должны быть предназначены для нанесения на горизонтальные, вертикальные, наклонные поверхности и поверхности сложной формы с приварными элементами.

Антикоррозионные материалы должны быть предназначены для нанесения на сварные швы, удовлетворяющие следующим требованиям:

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72



- величина усиления (выпуклость) стыковых швов не должна превышать 3 мм;
- поверхность швов должна быть гладкой, не допускается наличие наплывов, задиров, подрезов, окалин, незаплавленных кратеров, брызг металла, поверхностных пор и шлаковых включений.

Антикоррозионные материалы должны быть предназначены для нанесения на подготовленную поверхность. Антикоррозионные материалы должны быть предназначены для нанесения на подготовленную поверхность при температуре окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С и температуре стальной поверхности, превышающей температуру точки росы не менее, чем на 3 °С.

Антикоррозионные материалы должны быть предназначены для нанесения на подготовленную поверхность при относительной влажности окружающего воздуха не более 80 %.

Системы АКП на основе однокомпонентных полиуретановых материалов, отверждаемых влагой воздуха, должны быть предназначены для нанесения при относительной влажности окружающего воздуха до 98 %.

Антикоррозионные материалы должны быть предназначены для нанесения ручным способом кистью или валиком и механизированным способом методами воздушного или безвоздушного распыления.

Время межслойной сушки антикоррозионных материалов не должно превышать 10 ч при температуре окружающего воздуха 25 °С. Значение времени межслойной сушки в интервале от 0 °С до 40 °С с шагом в 5 °С должно быть указано в ТУ на систему АКП.

Антикоррозионные материалы должны допускать попадание пыли, песка и других посторонних включений на окрашенную поверхность после ее высыхания до степени 1 по ГОСТ 19007. Антикоррозионные материалы должны допускать выпадение осадков и образование конденсата на окрашенной поверхности после ее высыхания до степени 3 по ГОСТ 19007. Время высыхания слоев антикоррозионных материалов до степени 1 и 3 по

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

ГОСТ 19007 в интервале от 0 °С до 40 °С с шагом в 5 °С должно быть приведено в ТУ на систему АКП.

Антикоррозионные материалы должны обеспечивать возможность контроля качества АКП после его полного отверждения. Время полного отверждения АКП должно составлять не более 7 суток при температуре окружающего воздуха 25 °С. Время полного отверждения в интервале от минус 10 °С до 40 °С с шагом в 5 °С должно быть приведено в ТУ на систему АКП [13].

### **2.9.2 Требования к подготовке поверхности резервуара**

Подготовка металлической поверхности резервуаров перед окраской включает следующие последовательные операции:

- устранение дефектов поверхности;
- обезжиривание участков с любой степенью за жиренности;
- очистка от оксидов;
- обеспыливание;
- осушка (при необходимости).

Работы по поэтапной подготовке поверхности фиксируют в журнале производства работ. Координаты поверхности определяют согласно схеме поэтапного проведения антикоррозионных работ.

По окончании работ на участке комиссия составляет акт на скрытые работы по подготовке поверхности резервуара к окраске в соответствии ОР-91.200.00-КТН-028-10 [14].

### **2.9.3 Последовательность проведения АКЗ внутренней поверхности резервуара**

При использовании ЛКП нормального или усиленного типа (схема № 1 по таблице 2.9.3.1) внутреннюю поверхность резервуара окрашивают в следующей последовательности: крыша, боковая поверхность, трубопроводы и металлоконструкции внутри резервуара, днище.

					Технология проведения капитального ремонта РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Подготовка поверхности и окраска производятся поэтапно, с учетом производительности оборудования и жизнеспособности двухкомпонентных материалов.

При усилении защиты днища (в сильноагрессивной среде) АКЗ производят в последовательности:

1. Крыша, боковая поверхность, за исключением первого пояса на всю высоту плюс 100 мм, и металлоконструкции, расположенные выше первого пояса плюс 100 мм, – покрытие нормального или усиленного типа (схема № 1 по таблице 2.9.3.1);
2. Первый пояс на всю высоту плюс 100 мм – покрытие особо усиленного типа (схема № 3 по таблице 2.9.3.1);
3. Трубопроводы и остальные металлоконструкции в пределах этой зоны – покрытие усиленного типа (схема № 1 по таблице 2.9.3.1);
4. Днище – покрытие особо усиленного типа (схема № 3 по таблице 2.9.3.1).

Таблица 2.9.3.1 – Схемы окраски внутренней поверхности резервуаров [15].

Тип и состояние резервуара	Коррозионная агрессивность среды	Элементы конструкции	Тип покрытия	Номер схемы окраски
Резервуар РВС, выведенный в ремонт	Слабоагрессивная и среднеагрессивная среда	Днище и первый пояс резервуара на всю высоту плюс 100 мм	Нормальный, усиленный	1
			Особо усиленный	3
		Верхний пояс и крыша	Нормальный, усиленный	1
			Особо усиленный	2
		Металлоконструкции и трубопроводы в зоне первого пояса Средние пояса	Нормальный, усиленный	1

Резервуар РВС, выведенный в ремонт	Сильноагрессивная среда	Днище и первый пояс резервуара на всю высоту плюс 100 мм	Усиленный	1
			Особо усиленный	3
		Металлоконструкции и трубопроводы внутри резервуара	Усиленный	1
		Средние пояса	Нормальный усиленный	1
		Верхний пояс и крыша	Усиленный	1
			Особо усиленный	2

После проведения антикоррозионных работ по результатам пооперационного контроля составляется заключение о качестве нанесенных защитных материалов, разрешающее выполнение следующего этапа работ. После завершения всего комплекса работ по АКЗ оформляется акт выполнения антикоррозионной защиты резервуара [12].

## 2.10 Приемка резервуара в эксплуатацию после капитального ремонта

Приемка резервуара в эксплуатацию, после проведения капитального ремонта, выполняется после окончания всех строительно-монтажных работ, предусмотренных проектной документацией, гидравлического испытания и первичной поверки.

Приемка резервуара после КР осуществляется в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 и РД 153-39.4-078-01.

Приемка резервуаров в эксплуатацию после выполненного КР резервуара осуществляется рабочей и приемочной комиссиями, назначенными руководителем ОСТ. Подготовка технической документации для указанных комиссий и организация работы комиссий возлагаются на отдел капитального строительства ОСТ.

После оформления акта рабочей комиссии служба эксплуатации должна оформить акт приема-передачи резервуара от отдела капитального строительства службе эксплуатации и готовности его для заполнения нефтью.

					Технология проведения капитального ремонта РВС- 5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Заполнение резервуара нефтью/нефтепродуктами и работа его в технологическом режиме НПС в течение 72 ч проводится в пределах параметров, установленных технологической картой, утвержденной заказчиком.

После комплексного опробования работы резервуара в технологическом режиме эксплуатации НПС службой эксплуатации составляется акт комплексного опробования и ввода резервуара в эксплуатацию [16].

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>77</i>

## Глава 3. Расчетная часть

### 3.1 Параметры для расчета на прочность и устойчивость стенки РВС

Для расчетов примем вертикальный стальной резервуар объемом 5000 м<sup>3</sup>. Габаритные размеры которого составляют:

- высота стенки – 12 м;
- внутренний диаметр стенки – 22,8 м;
- расчетная высота налива нефти – 12 м.

Конструкция резервуара состоит из 8 поясов. Сталь, из которой изготовлен резервуар – 09Г2С. Листовой прокат размером 1,5×6 м. Плотность нефти примем равной 0,9 т/м<sup>3</sup>. Резервуар укомплектован конической стационарной крышей, площадками на крыше, люками и патрубками, шахтной лестницей и комплектующими конструкции (приемо-раздаточные патрубки, дыхательная и предохранительная арматура и т.д.) масса которых представлен в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 – Масса конструкций РВС-5000

Конструкция	Масса, МН
Крыша	0,33
Лестница	0,012
Площадки на крыше	0,033
Комплектующие конструкции	0,017
Люки и патрубки	0,022

### 3.2 Расчет номинальной толщины листов стенки резервуара

Расчет выполняем в соответствии с РД-23.020.00-КТН-018-14 ОАО «АК «Транснефть». Номинальные толщины листов стенки резервуара необходимо определять согласно требованиям действующих нормативных документов. В условиях нормальной эксплуатации и гидравлических испытаний резервуара

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Асанов А.В.				<i>Расчетная часть</i>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Веревкин А.В.						78	135
Консульт.						<i>ТПУ гр. 2Б3Б</i>		
И.о. зав. каф	Бурков П.В.							

для основных сочетаний нагрузок следует выполнять как расчет на прочность, так и расчет на устойчивость стенки резервуара.

Номинальные толщины листов металла, из которого изготовлены пояса резервуара, следует выбирать из сортамента на листовой прокат так, чтобы выполнялось соблюдение двух неравенств:

$$t \geq \max(t_d + \Delta t_c; t_g; t_h) + \Delta t_m, t \leq 40 \text{ мм}, \quad (1)$$

где  $t_d$ ,  $t_g$  – расчетные толщины поясов стенки при статических нагрузках в условиях эксплуатации и гидравлических испытаний соответственно;

$t_h$  – минимальная толщина стенки резервуара, определяется по таблице 3.2.1;

$\Delta t_c$  – припуск на коррозию металла стенки резервуара;

$\Delta t_m$  – минусовой допуск на листовой прокат, который указывается в сертификате на поставку металла.

Таблица 3.2.1 – Минимальная конструктивная толщина листа стенки резервуаров в зависимости от его диаметра

Диаметр резервуара, м	Минимальная толщина листа стенки резервуара $t_h$ , мм
до 10 включительно	4
свыше 10 – 16	5
свыше 16 – 25	6
свыше 25 – 40	8
свыше 40 – 65	10
свыше 65	12

В соответствии с приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №780 от 26 декабря 2012 года «Об утверждении Руководства по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов» при минимальной толщине листов стенки РВС равной 6 мм предельный минусовой допуск принимается равным 0,6 мм.

Примем срок службы резервуара равным 20 лет, при распространении коррозии 0,1 мм в год припуск на коррозию составит 2 мм.

При действии основных сочетаний нагрузок расчетную толщину  $i$ -го пояса стенки резервуара из условия прочности определяют на уровне, которому соответствует максимальному кольцевому напряжению в срединной поверхности пояса по формулам:

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

$$t_{gi} = [0,001 \cdot \rho_g \cdot g \cdot (H_g - z_i) + 1,25 \cdot p] \cdot \frac{r}{R} \quad (3)$$

где  $r$  – радиус резервуара,  $r = 11,4$  м;

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

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

$H_d$ ,  $H_g$  – расчетные уровни налива нефти (воды) для эксплуатации и гидравлических испытаний, м;

$\rho_d$ ,  $\rho_g$  – плотность нефти и воды для эксплуатации и гидравлических испытаний,  $\rho_d = 0,9$  т/м<sup>3</sup>,  $\rho_g = 1$  т/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$p$  – нормативное избыточное давление в газовом пространстве, МПа, определяемое по таблице 3.2.2 в соответствии с документом РД-23.020.00-КТН-018-14;

$R$  – расчетный параметр, МПа.

Таблица 3.2.2 – Значения нормативного избыточного давления и вакуума в газовом пространстве резервуара

Тип резервуара	Нормативное давление, кПа	
	избыточное	вакуум
РВС	2,0	0,25
РВСП	0,2	0,2



Расчетный параметр R определим по формуле:

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

где  $R_{yn}$  – нормативное сопротивление, равняется значению предела текучести стали по ГОСТ 19281 – 2014, для стали 09Г2С,  $R_{yn} = 265$  МПа;

$\gamma_c$  – безразмерный коэффициент условий работы поясов стенки резервуара, принимается в соответствии с РД-23.020.00-КТН-018-14, таблица 11.2, для первого пояса  $\gamma_c = 0,8$ , для остальных поясов  $\gamma_c = 0,7$ , а для условий гидравлических испытаний  $\gamma_c = 0,9$ ;

$\gamma_m$  – безразмерный коэффициент надежности в зависимости от марки стали стенки резервуара, принимается в соответствии с РД-23.020.00-КТН-018-14, таблица 11.1,  $\gamma_m = 1,025$ ;

$\gamma_n$  – безразмерный коэффициент надежности по ответственности, принимается в соответствии с РД-23.020.00-КТН-018-14, таблица 11.3,  $\gamma_n = 1,05$ .

Подставляем значения и находим величину расчетного параметра R по формуле (4):

$$R_1 = \frac{265 \cdot 0,8}{1,025 \cdot 1,05} = 197 \text{ МПа};$$

$$R_{2-8} = \frac{265 \cdot 0,7}{1,025 \cdot 1,05} = 172 \text{ МПа};$$

$$R_{\text{гидр.исп.}} = \frac{265 \cdot 0,9}{1,025 \cdot 1,05} = 221 \text{ МПа}$$

Подставляем найденные значения в формулу (2) и вычисляем расчетную толщину поясов стенки РВС при эксплуатации:

$$t_{d1} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 0) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{197} = 7,2 \text{ мм};$$

$$t_{d2} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 1,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{172} = 6,3 \text{ мм};$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

$$t_{d3} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 3) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{172} = 5,4 \text{ мм};$$

$$t_{d4} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 4,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{172} = 4,5 \text{ мм};$$

$$t_{d5} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 6) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{172} = 3,7 \text{ мм};$$

$$t_{d6} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 7,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{172} = 2,8 \text{ мм};$$

$$t_{d7} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 9) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{172} = 1,9 \text{ мм};$$

$$t_{d7} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 10,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{172} = 1 \text{ мм}$$

Подставляем найденные значения в формулу (3) и вычисляем расчетную толщину поясов стенки РВС для условий гидравлических испытаний:

$$t_{g1} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 0) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 6,2 \text{ мм};$$

$$t_{g2} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 1,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 5,4 \text{ мм};$$

$$t_{g3} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 3) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 4,7 \text{ мм};$$

$$t_{g4} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 4,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 4 \text{ мм};$$

$$t_{g5} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 6) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 3,2 \text{ мм};$$

$$t_{g6} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 7,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 2,4 \text{ мм};$$

$$t_{g7} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 9) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 1,6 \text{ мм};$$

$$t_{g8} = [0,001 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (12 - 10,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 0,9 \text{ мм}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Выбираем толщину стенки для каждого пояса в соответствии с условием (1) и округляем до значения из сортаментного ряда по ГОСТ 19903–2015:

$$t_1 \geq \max(7,2 + 2; 8; 6) + 0,6 = 9,8 = 10 \text{ мм}$$

$$t_2 \geq \max(6,3 + 2; 7; 6) + 0,6 = 8,9 = 9 \text{ мм}$$

$$t_3 \geq \max(5,4 + 2; 6; 6) + 0,6 = 8 = 8 \text{ мм}$$

$$t_4 \geq \max(4,5 + 2; 5; 6) + 0,6 = 7,1 = 7 \text{ мм}$$

$$t_5 \geq \max(3,7 + 2; 4; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ мм}$$

$$t_6 \geq \max(2,8 + 2; 3; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ мм}$$

$$t_7 \geq \max(1,9 + 2; 2,1; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ мм}$$

$$t_8 \geq \max(1 + 2; 1,1; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ мм}$$

### 3.3 Проверочный расчет на прочность для каждого пояса стенки РВС

Проверочный расчет на прочность для каждого пояса стенки резервуара осуществляем в соответствии с [1], по формуле:

$$(\sigma_1^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_{2k} + \sigma_{2k}^2)^{0,5} \leq R \quad (5)$$

где  $\sigma_{2k}$  – кольцевое напряжение, МПа, рассчитываемое для нижней точки каждого пояса стенки РВС по формуле:

$$\sigma_{2k} = [0,001 \cdot \rho \cdot g \cdot (H - x_L) + 1,2 \cdot p] \cdot \frac{r}{t_{ir}} \quad (6)$$

где  $\rho$  – плотность нефти, равная 0,9 т/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$H$  – высота налива нефти,  $H = 12$  м;

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

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

$p$  – нормативное избыточное давление в газовом пространстве, МПа, определяемое по таблице 3.2.2 в соответствии с документом РД-23.020.00-КТН-018-14;

$r$  – радиус стенки резервуара,  $r = 11,4$  м;

$t_{ir}$  – расчетная толщина  $i$ -го пояса, м.

Вычислим кольцевое напряжение для нижней точки первого пояса РВС, подставив значения в формулу (6).

$$\sigma_{2k_1} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 0) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{0,01} = 123,5 \text{ МПа};$$

По аналогии вычислим остальные кольцевые напряжения и, для удобства, занесем их в таблицу 3.3.1

Таблица 3.3.1 – Кольцевые напряжения для нижних точек всех поясов резервуара

Номер пояса резервуара	Значение, МПа
1	123,5
2	120,46
3	116,65
4	111,74
5	90,18
6	68,61
7	47,04
8	25,48

Меридиональное напряжение  $\sigma_1$ , МПа, в  $i$ -ом поясе стенки резервуара со стационарной крышей определяется по формуле:

$$\sigma_{1i} = \frac{1,05G_M + 1,05\psi_1 G_0 + 1,3\psi_2 G_t}{2\pi r t_{ir}} + \frac{1,4 \cdot c_e p_s + 1,2\psi_3 p_v}{t_{ir}} \cdot \frac{r}{2} \quad (7)$$

где  $G_M$  – вес металлоконструкций выше расчетной точки, МН;

$G_0$  – вес стационарного оборудования выше расчетной точки, МН;

$G_t$  – вес теплоизоляции выше расчетной точки, МН;

					Расчетная часть	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$p_s$  – расчетная снеговая нагрузка на поверхности земли, МПа;

$p_v$  – нормативное значение вакуума, МПа, определяемое по таблице 3.2.2 в соответствии с документом РД-23.020.00-КТН-018-14;

$c_e = 0,85$  при  $D \leq 60$  м;

$\psi_1, \psi_2, \psi_3$  – коэффициенты сочетаний соответственно для длительных и кратковременных нагрузок, назначаемые в соответствии с СП 20.13330.2011 «Свод правил «СНиП 2.01.07—85\* Нагрузки и воздействия» (пп. 6.2 – 6.4), утвержденным приказом Минрегиона РФ от 27 декабря 2010 г. № 787, соответственно равны 0,95; 0,9; 0,9.

Примем вес теплоизоляции равным нулю, тогда формула примет вид:

$$\sigma_{1i} = \frac{1,05G_M + 1,05\psi_1 G_O}{2\pi r t_{ir}} + \frac{1,4 \cdot c_e p_s + 1,2\psi_3 P_v}{t_{ir}} \cdot \frac{r}{2}, \quad (8)$$

Вес металлоконструкций выше расчетной точки складывается из массы стенки и крыши по формуле:

$$G_M = G_{M, \text{стенки}} + G_{M, \text{крыши}}, \quad (9)$$

где  $G_{M, \text{стенки}}$  – вес металлоконструкции стенки выше расчетной точки, МН;

$G_{M, \text{крыши}}$  – вес металлоконструкции крыши выше расчетной точки,  $G_{M, \text{крыши}} = 0,33$  МН (из таблицы 3.1.1).

Вес металлоконструкции стенки выше расчетной точки рассчитаем по формуле:

$$G_{M, \text{стенки}} = \sum_1^8 G_{M, \text{П}_t}, \quad (10)$$

где  $G_{M, \text{П}_t}$  – вес пояса РВС, МН.

Вес первого пояса резервуара вычисляется по формуле:

$$G_{M, \text{П}_1} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h_{\text{л}} \cdot t_1 \cdot \rho_{\text{ст}} \cdot g, \quad (11)$$

где  $h_{\text{л}}$  – высота листа стенки РВС,  $h_{\text{л}} = 1,5$  м;

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

$t_1$  – толщина листа стенки РВС, м;

$\rho_{ст}$  – плотность стали,  $\rho_{ст} = 7800$  кг/м<sup>3</sup>.

Подставим значения в формулу (11) и вычислим вес первого пояса РВС:

$$G_{M,П_1} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,01 \cdot 7800 \cdot 9,81 = 0,082 \text{ МН}$$

По аналогии считаем вес остальных поясов:

$$G_{M,П_2} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,009 \cdot 7800 \cdot 9,81 = 0,074 \text{ МН}$$

$$G_{M,П_3} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,008 \cdot 7800 \cdot 9,81 = 0,066 \text{ МН}$$

$$G_{M,П_{4-8}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,007 \cdot 7800 \cdot 9,81 = 0,057 \text{ МН}$$

Подставим найденные значения в (10) и вычислим вес металлоконструкции стенки выше расчетной точки

$$G_{M,стенки} = 0,082 + 0,074 + 0,066 + 5 \cdot 0,057 = 0,507 \text{ МН}$$

Рассчитаем вес металлоконструкций выше расчетной точки:

$$G_M = 0,507 + 0,33 = 0,837 \text{ МН}$$

Масса стационарного оборудования складывается из массы лестницы, площадок на крыше и комплектующих конструкций и рассчитывается по формуле:

$$G_O = G_{O,лестницы} + G_{O,площадок} + G_{O,к.к.} \quad (12)$$

Вычислим массу стационарного оборудования по формуле (12):

$$G_O = 0,012 + 0,033 + 0,017 = 0,062 \text{ МН}$$

По «СНиП 2.01.07 – 85\* Нагрузки и воздействия», рассчитаем расчетную снеговую нагрузку на поверхности крыши РВС.

Расчетное значение снеговой нагрузки находится по формуле:

$$p_s = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (13)$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

где  $c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с крыши под действием ветра или иных факторов, равный 0,85;

$c_t$  – термический коэффициент, равный 0,8;

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, равный 1;

$S_g$  – вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, для Томской области равный 0,0024 МПа.

Подставляя значения в формулу (13), получим:

$$p_s = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,0024 = 0,00114 \text{ МПа}$$

Вычислим меридиональные напряжения для первого пояса резервуара по формуле (8):

$$\sigma_{1,1} = \frac{1,05 \cdot 0,837 + 1,05 \cdot 0,95 \cdot 0,062}{2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 0,01} + \frac{1,4 \cdot 0,85 \cdot 0,00114 + 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,00025}{0,01} \cdot \frac{11,4}{2} = 2,24 \text{ МПа}$$

По аналогии считаем меридиональные напряжения для остальных поясов резервуара и занесем их в таблицу 3.3.2

Таблица 3.3.2 – Меридиональные напряжения всех поясов резервуара

Номер пояса резервуара	Значение, МПа
1	2,24
2	2,5
3	2,8
4	3,2
5	3,2
6	3,2
7	3,2
8	3,2

Сделаем проверочный расчет на прочность для каждого пояса стенки резервуара, подставив полученные данные в формулу (5).

Для первого пояса:

$$(2,24^2 - 2,24 \cdot 123,5 + 123,5^2)^{0,5} \leq 197;$$

$$122,4 \leq 197;$$

для второго пояса:

$$(2,5^2 - 2,5 \cdot 120,46 + 120,46^2)^{0,5} \leq 172;$$

$$119,2 \leq 172;$$

для третьего пояса:

$$(2,8^2 - 2,8 \cdot 116,65 + 116,65^2)^{0,5} \leq 172;$$

$$115,27 \leq 172;$$

для четвертого пояса:

$$(3,2^2 - 3,2 \cdot 111,74 + 111,74^2)^{0,5} \leq 172;$$

$$110,17 \leq 172;$$

для пятого пояса:

$$(3,2^2 - 3,2 \cdot 90,18 + 90,18^2)^{0,5} \leq 172;$$

$$88,62 \leq 172;$$

для шестого пояса:

$$(3,2^2 - 3,2 \cdot 68,61 + 68,61^2)^{0,5} \leq 172;$$

$$67,01 \leq 172;$$

для седьмого пояса:

$$(3,2^2 - 3,2 \cdot 47,04 + 47,04^2)^{0,5} \leq 172;$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88



$$45,52 \leq 172;$$

для восьмого пояса:

$$(3,2^2 - 3,2 \cdot 25,48 + 25,48^2)^{0,5} \leq 172;$$

$$24,04 \leq 172;$$

Условие прочности выполняется для всех поясов резервуара.

### 3.4 Расчет стенки резервуара на устойчивость

Устойчивость стенки резервуара обеспечивается при выполнении следующего неравенства:

$$\frac{\sigma_{1i}}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_{2i}}{\sigma_{cr2}} \leq 1 \quad (14)$$

где  $\sigma_{1i}$  – расчетное меридиональное напряжение в  $i$ -том поясе стенке резервуара, МПа;

$\sigma_{2i}$  – расчетное кольцевое напряжение в  $i$ -том поясе стенке резервуара, МПа;

$\sigma_{cr1}$  – критическое меридиональное напряжение в  $i$ -том поясе стенке резервуара, МПа;

$\sigma_{cr2}$  – критическое кольцевое напряжение в  $i$ -том поясе стенке резервуара, МПа;

Критическое меридиональное напряжение  $\sigma_{cr1}$ , МПа, находятся по формуле:

$$\sigma_{cr1} = C_0 \frac{E}{\delta} \quad (15)$$

где  $C_0$  – безразмерный коэффициент, зависящий от толщины стенки и радиуса резервуара;

$E$  – модуль упругости стали,  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па;

$\delta$  – безразмерный параметр.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Безразмерный коэффициент  $C_0$  находится по формуле:

$$C_0 = \begin{cases} 0,04 + 40/\delta, & \text{при } 400 \leq \delta \leq 1220 \\ 0,085 + 10^{-5} \cdot \delta, & \text{при } 1220 \leq \delta \leq 2500 \\ 0,065 - 2 \cdot 10^{-6} \cdot \delta, & \text{при } 2500 \leq \delta \leq 5000 \end{cases} \quad (16)$$

Безразмерный параметр  $\delta$  находится по формуле:

$$\sigma = \frac{r}{t_{mr}} \quad (17)$$

где  $r$  – радиус резервуара,  $r = 11,4$  м;

$t_{mr}$  – расчетная толщина самого тонкого пояса резервуара,  $t_{mr} = 0,007$  м.

Рассчитаем безразмерный параметр по формуле (17):

$$\sigma = \frac{11,4}{0,007} = 1628,5$$

Исходя из полученного значения  $\delta$ , следует, что  $C_0$  определяется второй формуле из (16). Найдем значение безразмерного коэффициента  $C_0$ :

$$C_0 = 0,085 + 10^{-5} \cdot 1628,5 = 0,1$$

По формуле (15) вычислим критическое меридиональное напряжение:

$$\sigma_{cr1} = 0,1 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^{11}}{1628,5} = 12,9 \text{ МПа}$$

Критическое кольцевое напряжение  $\sigma_{cr2}$ , 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,  $r = 11,4$  м;

$H_r$  – редуцированная высота стенки резервуара, м;

$E$  – модуль упругости стали,  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па;

$\delta$  – безразмерный параметр, равный 1628,5.

					<i>Расчетная часть</i>	<i>Лист</i>
						90
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Редуцированная высота стенки резервуара находится по формуле:

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

где  $h_i$  – высота листа стенки резервуара;

$t_{mr}$  – расчетная толщина самого тонкого пояса стенки резервуара;

$t_{ir}$  – расчетная толщина  $i$ -го пояса стенки резервуара.

Подставив рассчитанные данные в (19) вычислим редуцированную высоту стенки резервуара:

$$H_r = 1,5 \cdot \left( \frac{0,007}{0,01} \right)^{2,5} + 1,5 \cdot \left( \frac{0,007}{0,009} \right)^{2,5} + 1,5 \cdot \left( \frac{0,007}{0,008} \right)^{2,5} + 5 \cdot 1,5 \cdot \left( \frac{0,007}{0,007} \right)^{2,5} \\ = 10 \text{ м}$$

Подставляя значения в формулу (18) найдем критическое кольцевое напряжение:

$$\sigma_{cr2} = 0,55 \cdot \frac{11,4}{10} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^{11}}{\sqrt{1628,5^3}} = 2 \text{ МПа} \quad (18)$$

Кольцевое напряжение в  $i$ -ом поясе стенки резервуара со стационарной крышей определяется по формуле:

$$\delta_{2i} = (1,2 \cdot \psi_{t3} \cdot p_v + 0,5 \cdot \psi_{t2} \cdot p_w) \cdot \delta \quad (19)$$

где  $p_v$  – нормативное значение вакуума,  $p_v = 0,00025$  МПа;

$p_w$  – нормативное значение ветрового давления, МПа, принимаемое по СП 20.13330.2011 исходя из ветрового района,  $p_w = 0,00048$  МПа;

$\psi_{t3}$ ,  $\psi_{t2}$  – коэффициенты сочетаний соответственно для длительных и кратковременных нагрузок, назначаемые в соответствии с требованиями СП 20.13330.2011,  $\psi_{t3}$ ,  $\psi_{t2}$  равны соответственно 0,95 и 0,9;

$\delta$  – безразмерный параметр, равный 1628,5.

					Расчетная часть	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подставляя значения в формулу (19) находим кольцевое напряжение в  $i$ -ом поясе стенки резервуара:

$$\delta_{2i} = (1,2 \cdot 0,95 \cdot 0,00025 + 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,00048) \cdot 1628,5 = 0,82 \text{ МПа}$$

Так как устойчивость стенки резервуара обеспечивается при выполнении неравенства (14), то сделаем проверку на устойчивость для всех поясов резервуара.

Для первого пояса:

$$\frac{2,24}{12,9} + \frac{0,82}{2} = 0,58;$$

$$0,58 \leq 1;$$

для второго пояса:

$$\frac{2,5}{12,9} + \frac{0,82}{2} = 0,6;$$

$$0,6 \leq 1;$$

для третьего пояса:

$$\frac{2,8}{12,9} + \frac{0,82}{2} = 0,63;$$

$$0,63 \leq 1$$

С четвертого по восьмой пояс:

$$\frac{3,2}{12,9} + \frac{0,82}{2} = 0,66;$$

$$0,66 \leq 1$$

Условие неравенства выполняется. Из этого следует, что толщины поясов стенки резервуара определены верно, потому что расчеты на прочность и устойчивость выполняются. Установка колец жесткости не требуется.

					<i>Расчетная часть</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

## Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 4.1 Обоснование потребности в материально-технических и трудовых ресурсах и календарного плана работ

Прежде чем провести расчет затрат на проведение мероприятия необходимо составить календарный план работ, с указанием выполняемых работ и времени, необходимого на проведение этих работ.

Потребность в рабочих и оборудовании сведена в таблице 4.1.1 [17].

Таблица 4.1.1 – Состав бригад и количество необходимого оборудования

№ п/п	Состав бригад, оборудование	Количество
<b>Для выполнения сварочных работ</b>		
<b>Состав бригады электросварщиков ручной дуговой сварки</b>		
1.	электросварщик 6 разряд	2 чел.
2.	газорезчик 5 разряда	2 чел.
<b>Оборудование сварочного поста ручной дуговой сварки:</b>		
1.	выпрямитель сварочный ВДУ-306УЗ	2 шт.
2.	пост газовой резки	2 шт.
<b>Сварочные материалы для ручной дуговой сварки</b>		
1.	электроды типа Э50А ГОСТ 9467-75	По расчету
<b>Для монтажа металлоконструкций</b>		
<b>Состав бригады монтажников</b>		
1.	монтажник 5 разряда	2 чел.
2.	монтажник 4 разряда	2 чел.
<b>Оборудование и приспособления</b>		
1.	лебедка с тяговым усилием 100 кН ЛМЭ -10-510	2 шт.
2.	монтажный блок грузоподъемностью 100 кН	1 шт.
3.	стропы (трос)	по потребности

					<b>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.	Асанов А.В.				<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.	Веревкин А.В.						93	135
Консульт.	Романюк В.Б.					<b>ТПУ гр. 2Б3Б</b>		
И.о.зав.каф	Бурков П.В.							

4.	лом строительный лом ЛМ-24 ГОСТ 1405-83	2 шт.
5.	тупоносая кузнечная кувалда ГОСТ 11401-75*	2 шт.
6.	гаечные ключи двусторонние 8x10, 12x13, 14x17, 19x22, 24x27,32x36 ГОСТ 2839-80*Е	1 комплект
7.	стальная чертилка	2 шт.
8.	машинка шлифовальная ИЭ-2031А	2 шт.
9.	УШС-3 шаблон сварщика	4 шт.
10.	электродержатель ЭА-315	4 шт.
11.	печь электрическая для прокалики электродов СНО-5,5/5-И 1	1 шт.
12.	пенал для электродов	4 шт.
13.	кабель сварочный КРПТ 3x16	75 п.м.
14.	стальной слесарный молоток МКП ГОСТ 2310-77*Е	2 шт.
15.	зубило слесарное ГОСТ 7211-86*Е	2 шт.
16.	набор мелков	по потребности
17.	рулетка металлическая	2 шт.
18.	металлический угольник ТУ 22-400-79	1 шт.
19.	лицевой защитный щиток электросварщика ГОСТ 12.4.035-78*	4 шт.
20.		
21.	сменные защитные стекла	по потребности
22.	очки газорезчика со светофильтрами Г1-73	2 шт.
23.	каска защитная винилпластовая ГОСТ 12.4.087-84	по потребности
24.	комплект спецодежды	по потребности
<b>Для пооперационного контроля</b>		
<b>Геодезисты</b>		
1.	геодезист третьего - четвертого класса	1 чел.
<b>Оборудование и приспособления</b>		
1.	теодолит 2Т30	1 шт.
2.	нивелир Н-ЗКЛУ1	1 шт.
3.	рейка нивелирная РН-3-3000	1 шт.

4.	Штатив	1 шт.
<b>Дефектоскописты</b>		
1.	дефектоскопист (R-контроль, Визуальный контроль, капиллярный контроль)	2 чел.
<b>Оборудование и приспособления</b>		
1.	шаблон сварщика УШС-3	1 шт.
2.	компрессор с комплектом вакуум камер	1 шт.
3.	рентген аппарат	1 шт.

Таблица 4.1.2 – Календарный план работ [17]

№ п/п	Виды проводимых работ	Время на выполнение работ, час
1.	Обустройство проезда через обвалование для строительной-монтажной техники через обвалование.	4
2.	Для резки демонтированных элементов обустройство площадки.	4
3.	Устройство временных площадок хранения материалов и оборудования.	4
4.	Устройство распределительных щитов и временной электропроводки для обеспечения работы сварочных агрегатов и другого электрооборудования.	4
5.	Ремонт (замена) листов стенки.	120
6.	Ремонт (замена) днища, окраска.	100
7.	Замена наружных трубопроводов.	60
8.	Замена ГПСС-2000.	40
9.	Ремонт шахтной лестницы, переходных площадок.	40
10.	Изготовление и монтаж площадок обслуживания приборов КИПиА.	40
11.	Изготовление и монтаж площадки обслуживания фланцевой пары кольца орошения.	40
12.	Устройство контура заземления.	30

13.	Ремонт отмостки резервуара.	40
14.	Устройство системы подслоного пенотушения	60
15.	Контроль сварных соединений R-контроль, капиллярный метод.	100
16.	Гидроиспытание резервуара на прочность и плотность, с нивелировкой вертикальности стенок резервуара.	100
17.	Зачистка наружной и внутренней поверхности РВСП, площадок обслуживания и лестниц, перед нанесением антикоррозионного покрытия.	240
18.	Нанесение антикоррозионного покрытия на наружную и внутреннюю поверхности РВС, площадки обслуживания и лестницы.	200
19.	Замена подземных участков трубопроводов в каре РВСП.	60
20.	Изготовление и монтаж пешеходных дорожек в каре РВСП.	24
21.	Очистка территории, резка, пакетирование и вывоз металлолома.	24
22.	Восстановление обвалования РВСП	8

#### 4.2 Расчет затрат на проведение мероприятий по ремонту РВС 5000 м<sup>3</sup>

Состав затрат формируется по определенным элементам:

- затраты на оплату труда;
- материальные затраты;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизационные отчисления;
- прочие расходы.

К материальным расходам относятся затраты на приобретение:

- сырья, основных и вспомогательных материалов, используемых в производственном процессе;
- запасных частей, комплектующих изделий, тары и др.; в) топлива, воды и энергии всех видов, используемых на производственные нужды и отопление;

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96



- работ и услуг производственного характера, выполняемых сторонними организациями или индивидуальными предпринимателями, а также собственными структурными подразделениями предприятия (транспортные услуги, контроль за соблюдением технологического процесса, средств связи, компьютерной техники и др.);
- на содержание и эксплуатацию природоохранных сооружений.

Сумма материальных расходов уменьшается на стоимость возвратных отходов. Возвратные отходы оцениваются по пониженной цене, если они могут быть использованы в основном или вспомогательном производстве, или по цене реализации, если они реализуются на сторону

К материальным расходам приравниваются:

- расходы на рекультивацию земель и другие природоохранные мероприятия;
- потери при транспортировке товароматериальных ценностей в пределах норм естественной убыли;
- технологические потери при производстве и (или) транспортировке [18].

Расчет стоимости материалов представлен в таблице 4.2.1

Таблица 4.2.1 – Расчет стоимости материалов на проведение мероприятия

Наименование материала	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./нат. ед.	Стоимость материалов, тыс.руб.
Материалы общестроительные	–	–	404,3
Подъем и перевозка грузов наемным транспортом	–	–	89,6
Трубы и фасонные изделия	–	–	77,7
ГПСС-2000	2 шт.	12450	22,5

Материалы для антикоррозийной обработки	–	–	172,6
Итого	–	–	766,7

К расходам на оплату труда относятся:

Суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда.

Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др.

Начисления стимулирующего или компенсирующего характера – надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др.

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др.

Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования.

Заработная плата с учетом надбавок включает в себя:

- оплата по тарифной ставке;
- доплата за классность – 25%;
- премия – 40%;
- ставка северного коэффициента – 50%;
- ставка районного коэффициента – 70% [17].

Расчет заработной платы сведен в таблицу 4.2.2

Таблица 4.2.2 – Расчет заработной платы

Должность	Кол-во	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Доплата за классность, %	Заработная плата с учетом надбавок, тыс.руб.
мастер участка	1 чел.	9	80	920	25	314,0
электросварщик	2 чел.	6	88,0	574	25	210,8
газорезчик	2 чел.	5	62,0	574	-	129,8
монтажник	2 чел.	5	50,0	662	25	161,4
монтажник	2 чел.	4	45,0	662	-	120,5
геодезист	1 чел.	4	51,0	84	25	18,3
дефектоскопист	2 чел.	-	55,0	110	-	22,9
Маляр	3 чел.	-	46,0	440	-	81,2
Итого	-	-	-	-	-	1058,8

Отчисления на социальные нужды определяются суммой единого социального налога по установленным законодательством нормам в процентах от расходов на оплату труда (30%). Страховые взносы:  $1058,8 \times 30\% = 317,6$  тыс.руб.

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части [17].

Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 4.2.3

Таблица 4.2.3 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации за время эксплуатации, тыс.руб.	Сумма амортизации, тыс.руб.
		одного объекта	всего			
Пост газовой резки	2 шт.	17000	34000	11	3,7	0,393

Продолжение таблицы 4.2.3

Выпрямитель сварочный ВДУ-306УЗ	2 шт.	42000	84000	10	8,4	0,882
Лебедка с тяговым усилием 100 кН ЛМЭ - 10-510	1 шт.	870000	1740000	15	264,1	27,411
Монтажный блок грузоподъемностью 100 кН	1 шт.	5000	5000	20	1,0	0,105
Шлифмашинка ИЭ- 2031А	2 шт.	2200	4400	20	0,9	0,092
Шаблон сварщика УШС-3	1 шт.	960	960	15	0,1	0,015
Электропечь для прокалки электродов СНО-5,5/5-И 1	1 шт.	112000	112000	18	20,2	2,117
Рулетка металлическая	2 шт.	300	600	12	0,1	0,08
Теодолит 2Т30	1 шт.	37000	37000	21	7,8	0,816
Нивелир Н-ЗКЛУ1	1 шт.	6000	6000	14	0,8	0,088
Рейка нивелирная РН-3-3000	1 шт.	880	880	10	0,1	0,009
Штатив	1 шт.	1800	1800	12	0,2	0,023
Рентген аппарат	1 шт.	425000	425000	15	63,8	6,695
Компрессор с комплектom вакуум камер	1 шт.	80000	80000	16	12,8	1,344
Итого	-	-	-	-	380,9	39,999

В состав прочих затрат включаются:

- налоги, сборы, отчисления в социальные внебюджетные фонды в порядке, установленном законодательством (земельный налог, экономические платежи, плата за недра и др.);
- платежи по обязательному и добровольному страхованию имущества, учитываемого в составе ОПФ;
- расходы по обслуживанию объектов жилищной и коммунальной сферы (жилой фонд, общежития, детские сады и лагеря, базы отдыха и др.);
- оплата услуг связи, банков, юридических и аудиторских фирм, сторожевой и пожарной охраны, авиационных услуг и др.;
- плата за аренду помещений (площадей) и основных производственных фондов (лизинг);
- уплата процентов за банковский кредит;
- затраты на гарантийный ремонт и обслуживание;
- командировочные расходы;
- расходы по подготовке и переподготовке кадров и др.

Кроме перечисленных затрат в составе затрат на проведение организационно-технического мероприятия учитываются накладные расходы, связанные с организацией, управлением и обслуживанием производства [17].

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия по форме таблицы 4.2.4.

Таблица 4.2.4 – Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, тыс. руб.	Сумма затрат, %
Материальные затраты	766,7	23
Затраты на оплату труда	1058,8	32
Отчисления на социальные нужды	317,6	10

Амортизационные отчисления	39,9	1
Прочие затраты	160,0	5
Итого основные расходы	2343	
Накладные расходы (40% от основных расходов)	955,0	29
Общие затраты на мероприятие	3298	100

### 4.3 Оценка экономической эффективности мероприятия

Экономический эффект от проведения конкретных мероприятий может быть определен в стоимостном выражении. Сравнив затраты на капитальный ремонт РВС-5000 с затратами на строительство нового РВС-5000 можно определить экономическую эффективность:

$$\mathcal{E} = (C_0 - C_1) = 22000 - 3298 = 18702 \text{ тыс. руб.}$$

где  $C_0$  – затраты на строительство нового резервуара РВС-5000м<sup>3</sup>, составляет порядка 22-26 млн. руб.;

$C_1$  – затраты на капитальный ремонт резервуара РВС-5000м<sup>3</sup>, составляющие 3298 тыс. руб.

Затраты на проведение капитального ремонта РВС-5000м<sup>3</sup> представлены на рисунке 4.3.1.

В нашем случае источник эффекта – экономия средств, выраженная как разница между затратами на строительство нового резервуара и затратами на капитальный ремонт РВС, и составляет минимум 18 млн. руб.

По результатам проведенных расчетов затрат, (представленных на диаграмме) выяснилось, что основная доля затрат идет на оплату труда работников и накладные расходы, связанные с организацией, управлением и обслуживанием производства.

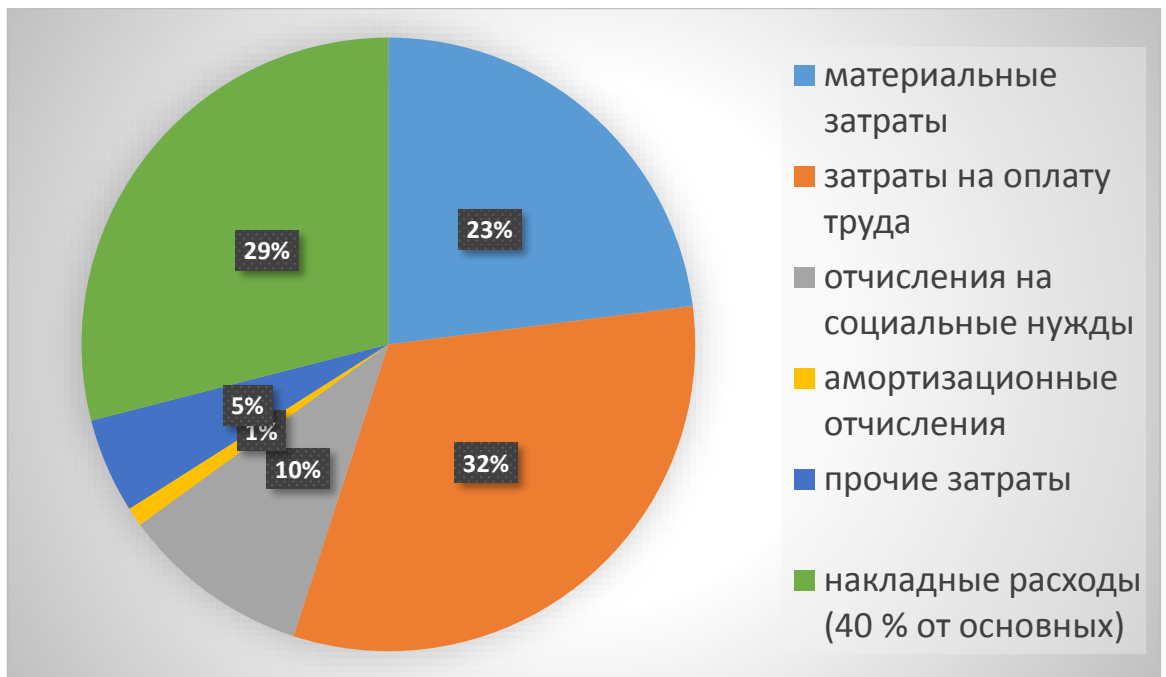


Рисунок 4.3.1 – Затраты на проведение капитального ремонта РВС 5000 м³

## 5. Социальная ответственность

Капитальный ремонт резервуара – это проведение работ по замене конструкций корпуса, кровли, днища и дополнительного оборудования. Проведение капитального ремонта на основе современных технических решений позволяет добиться совершенствования технико-экономических показателей при эксплуатации вертикальных стальных резервуаров.

Основной задачей при производстве работ по капитальному ремонту резервуара является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности.

В процессе капитального ремонта резервуара рабочее место будет расположено на открытой местности, где работники могут подвергаться воздействию вредных и опасных производственных факторов, возникающих в результате проведения сварочно-монтажных и строительно-монтажных работ.

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС 5000 м<sup>3</sup></i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Асанов А.В.</i>			<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					104	135
<i>Консульт.</i>		<i>Грязнова Е.Н.</i>				<i>ТПУ гр. 2Б3Б</i>		
<i>И.о.зав.каф</i>		<i>Бурков П.В.</i>						



## 5.1 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, которые формируют опасные и вредные факторы при выполнении капитального ремонта резервуара в таблице 5.1.1.

Таблица 5.1.1 - Элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении капитального ремонта РВС-5000

Наименования работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Откачка нефти, зачистка и дегазация резервуара	1.Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3.Повышенный уровень шума на рабочем месте	1. Пожарная и взрывная безопасность	ГН 2.2.5.1313-03 ГОСТ 12.1.046-2014 ГОСТ 12.1.003-2014 СП 155.13130.2014

Сварочные работы	1.Повышенный уровень электромагнитных излучений 2.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны	1.Повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов; 2.Повышенное значение напряжения в электрической цепи;	СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.4.548-96 ГОСТ 12.3.004-75 ГОСТ ИЕС 61140-2012 ГОСТ 12.4.011-89
Строительно-монтажные работы	1.Повышенный уровень шума на рабочем месте; 2.Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны 3.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны; 4.Повреждения в результате контакта с насекомыми	1.Движущиеся машины и механизмы;	ГОСТ 12.1.003-2014 ГН 2.2.5.1313-03 СанПиН 2.2.4.548-96 ГОСТ 12.1.008-76 ГОСТ 12.4.011-89

### 5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Вредный производственный фактор – фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на

организм работающего может сразу или впоследствии привести к заболеванию, в том числе смертельному, или отразиться на здоровье потомства пострадавшего, или в отдельных специфичных случаях перехода в опасный производственный фактор – вызвать травму [19].

### **Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны.**

Для того, чтобы приступить к проведению капитального ремонта резервуара необходимо вывести его из работы, произвести откачку нефти, зачистку и дегазацию резервуара. Контроль воздушной среды должен проводиться при проведении работ по дегазации резервуаров, их зачистке и ремонте. Для каждого отдельного случая должна быть разработана и утверждена схема контроля воздушной среды.

В процессе дегазации резервуара (принудительном вентилировании, естественной аэрации, пропарке) контроль воздушной среды необходимо проводить через отверстие на газоотводной трубе, установленной на световом люке через каждые 2 часа [20].

Контроль проводится в течение всего времени проведения дегазации, пока концентрация паров нефти не станет ниже предельно допустимой взрывоопасной концентрации нефти равной  $2100\text{мг/м}^3$ , и по истечении 2-х часов она не превысит указанное значение. Кроме этого, необходимо через каждый час контролировать концентрацию паров нефти на прилегающей территории – в каре и на крыше резервуаров [21].

В резервуарных парках контроль воздушной среды переносными газоанализаторами должен осуществляться вокруг обвалования на расстоянии 5 - 10 м от него на осевых линиях резервуаров с подветренной стороны, а также у площадок обслуживания и лестниц подъема на резервуар в каре каждого резервуара (в центре каре резервуара).

Резервуар считается подготовленным к зачистным работам, если концентрация внутри резервуара не превышает предельно допустимой

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		107

взрывоопасной концентрации (ПДВК) нефти, а на прилегающей территории – предельно допустимой концентрации (ПДК).

В процессе зачистки резервуара контроль воздушной среды проводится в двух противоположных местах на расстоянии 2 м от стенки резервуара, на высоте 0,1 м с периодичностью через каждые 30 минут, после демонтажа крышки люка-лаза и наличии концентрации паров нефти в резервуаре ниже 2100 мг/м<sup>3</sup>. В каре резервуара, у люка-лаза первого пояса и в местах установки насосного оборудования, с периодичностью не реже 1 часа.

При достижении концентрации паров углеводородов нефти в резервуаре 2100 мг/м<sup>3</sup> (ПДВК), или при обнаружении повышения концентрации паров нефти в сравнении с предыдущим замером, работы должны быть немедленно остановлены, работающие выведены в безопасную зону и приняты меры по установлению источника поступления паров нефти и снижению концентрации путем дополнительного вентилирования резервуара. В случае достижения в каре резервуара концентрации паров углеводородов нефти 300 мг/м<sup>3</sup> (ПДК) работы должны быть немедленно прекращены, оборудование отключено, люди выведены из зоны производства работ. Работы могут быть возобновлены после устранения причин загазованности.

После окончания зачистки резервуара, для определения его готовности к сварочно-монтажным работам, проводится контроль воздушной среды внутри резервуара и под днищем.

Внутри резервуара контроль воздушной среды проводится:

- у края резервуара по всей длине окружности не менее чем через 10 метров;
- в верхней зоне - через замерный люк;
- внутри каждого приемо-раздаточного патрубка;
- в отводах стационарной размывающей системы;
- внутри каждого короба понтона или плавающей крыши;
- в направляющих стойках понтона или плавающей крыши;

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

– в трубопроводах системы пожаротушения и в других внутренних полостях.

Контроль состояния воздушной среды под днищем резервуара проводится через отверстия диаметром 8 – 12 мм, просверленные на расстоянии 1 метра от уторного уголка с шагом 20 метров по периметру и с шагом 10 метров в направлении к центру резервуара, а также в местах расположения хлопунгов, сквозных коррозионных язв, трещин, свищей и отпотин. Замер уровня загазованности проводится на высоте 20 – 30 мм от уровня днища и под днищем, через просверленные отверстия.

Для контроля воздушной среды используют следующие приборы: Анализатор-течеискатель АНТ-2М; анализатор-течеискатель АНТ-3; газоанализатор КОЛИОН-1В; газоанализатор УГ-2; газоанализатор РасЕх.

При зачистке резервуаров работников необходимо обеспечить средствами индивидуальной защиты: костюмом брезентовым; сапогами кирзовыми; рукавицами брезентовыми; шланговыми противогазами, которые обеспечивают подачу пригодного для дыхания чистого воздуха. Продолжительность непрерывной работы в противогазе в резервуаре не более 15 минут, после чего работнику нужно отдыхать на свежем воздухе не менее 15 минут [22].

#### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Для резервуарных парков необходимо предусматривать общее равномерное освещение. Для освещения следует применять прожекторы на мачтах, расположенных за обвалованием. Осветительные устройства, установленные в пределах обвалования резервуаров, должны быть во взрывозащищенном исполнении. Освещенность должна быть не менее 20 лк независимо от применяемых источников света [23].

При работе вручную, при подъеме или перемещении грузов освещенность места работ должна быть не менее 5 лк и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов. Для освещения внутри резервуара необходимо применять переносные аккумуляторные фонари

					Социальная ответственность	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

взрывозащищенного исполнения, которые включаются не ближе, чем за 20 м до газоопасной зоны (за каре резервуара). Для работы внутри резервуара средняя освещенность должна быть не менее 30 лк [23].

### **Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Шум – это самое распространенное явление в промышленном производстве. На рабочем месте он оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания [24].

Источниками шума являются звуки, вызванные в результате производственной деятельности машин, используемых при ремонте резервуара (лебедки, краны, домкраты, тельферы, оборудование и устройства для резки и сварки металла, автопогрузчики). Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему. Допустимые значения уровня шума не более 80 дБА.

Общая классификация средств и методов защиты от шума приведена в ГОСТ 12.1.029-80. Для защиты от прямого воздействия шума при строительном-монтажных работах используют звукоизолирующие экраны, перегородки и средства индивидуальной защиты (СИЗ): противозумные наушники; противозумные вкладыши; противозумные шлемы и каски [25].

### **Повышенный уровень электромагнитных излучений**

В процессе сварочно-монтажных работ при ремонте резервуара рабочие подвергаются электромагнитному излучению. Электромагнитные поля (ЭМП) радиочастотного диапазона обладают выраженным биологическим действием, характер которого зависит от интенсивности ЭМП, времени облучения, частоты и характера электромагнитного сигнала, с одной стороны, и состава тканей (в частности, содержания в них воды), формы организма,

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

подвергающегося облучению – с другой. Они могут вызывать существенные изменения в состоянии практически всех систем организма человека, как обратимые, так и достаточно стойкие и должны соответствовать таблице 5.1.1.1.

Оценка воздействия ЭМИ на человека согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 осуществляется по нескольким параметрам:

- по значениям интенсивности ЭМИ радиочастот;
- по энергетической экспозиции, которая определяется интенсивностью ЭМИ радиочастот и временем его воздействия на человека.

Таблица 5.1.1.1 - Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц-300 ГГц на рабочих местах персонала [26]

Параметр	Диапазонах частот (МГц)				
	0,03-3,0	3,0-30,0	30,0-50,0	50,0-300,0	300,0-300000
Предельно допустимое значение $\Sigma E$ , (В/м) <sup>2</sup> ·ч	20000	7000	800	800	-
Предельно допустимое значение $\Sigma H$ , (А/м) <sup>2</sup> ·ч	200	-	0,72	-	-
Предельно допустимое значение $\Sigma ППЭ$ , (мкВт/см <sup>2</sup> )·ч	-	-	-	-	200
Максимальный ПДУ $E$ , В/м	500	296	80	80	-
Максимальный ПДУ $H$ , А/м	50	-	3,0	-	-
Максимальный ПДУ $ППЭ$ , мкВт/см <sup>2</sup>	-	-	-	-	1000
<b>Примечание.</b> Диапазоны, приведенные в табл., исключают нижний и включают верхний предел частоты.					

Защита персонала от воздействия электромагнитных полей радиочастот (ЭМИ РЧ) осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических, лечебно-профилактических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты. К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т.д.). Средства индивидуальной защиты следует

использовать в случаях, когда снижение уровней ЭМИ РЧ с помощью общей защиты технически невозможно. Если защитная одежда изготовлена из материала, содержащего в своей структуре металлический провод, она может использоваться только в условиях, исключающих прикосновение к открытым токоведущим частям установок [27].

### **Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны**

Так как капитальный ремонт резервуара может проводиться как в теплый период времени года, так и в холодный, то рассмотрим требования к организации работ на открытой территории в зимний и летний период года.

Работы в охлаждающей среде проводятся при соблюдении требований к мерам защиты работников от охлаждения. Лиц, приступающих к работе на холоде, следует проинформировать о его влиянии на организм и мерах предупреждения охлаждения.

Охлаждение работающих на открытом воздухе зависит от комплекса факторов: температуры воздуха, скорости ветра, теплозащитных показателей спецодежды и других средств индивидуальной защиты и продолжительности пребывания на открытом воздухе.

Предельные величины температуры и скорости ветра, при которых работы на открытом воздухе должны быть прекращены, устанавливаются для каждого района работы.

При эквивалентной температуре ниже минус 45°С или скорости ветра более 15 м/с при любой отрицательной температуре, выполнение работ на открытом воздухе следует прекращать. В случае необходимости производства работ при более низкой эквивалентной температуре следует предусматривать использование специальных средств защиты, предупреждающих охлаждение организма работающих ниже предельных значений.

Для нормализации теплового состояния и предупреждения переохлаждения организма необходимо проводить, обогрев работающих.

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		112



Режим обогрева, частота и длительность представляемых регламентированных перерывов устанавливаются в зависимости от эквивалентной температуры и тяжести труда.

Для обогрева и отдыха работающих в зоне производства строительномонтажных работ устанавливаются специально оборудованные мобильные вагоны-дома или другие помещения контейнерного типа. Помещения для обогрева должны размещаться на расстоянии не более 75 м от максимально удаленных рабочих мест.

В помещениях для обогрева должна поддерживаться температура на уровне  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  в зависимости от эквивалентной температуры на открытой местности, скорость движения воздуха не должна превышать 0,3 м/с, относительная влажность 40 – 60%. При этом перепад температур воздуха по вертикали не должен превышать  $5^\circ\text{C}$ , а температура поверхности стен опускаться ниже  $+20^\circ\text{C}$ . При эквивалентной температуре до минус  $25^\circ\text{C}$  обогрев должен осуществляться при температуре воздуха в помещении плюс  $24\text{—}25^\circ\text{C}$ . При эквивалентной температуре ниже минус  $25^\circ\text{C}$  в помещении следует поддерживать температуру плюс  $25\text{—}26^\circ\text{C}$ .

Обогрев работающих должен проводиться при снятой верхней одежде и обуви. В пунктах для обогрева рекомендуется оборудовать устройства для быстрого согревания рук и ног (столы с обогреваемыми ячейками для рук, обогреваемые ящики-подставки для ног) с возможностью регулирования в них температуры от  $+30$  до  $+45^\circ\text{C}$ , а также устройства для быстрого прогрева (просушки) рукавиц, головных уборов, верхней одежды и обуви. В помещениях для обогрева следует предусмотреть возможность приготовления и хранения горячих напитков (чай, кофе).

Для защиты от холода работающим должна выдаваться теплая спецодежда и спецобувь с учетом профессии и климатического пояса, в котором ведутся работы. Для улучшения защиты рук от холода рекомендуется при температуре ниже  $+5^\circ\text{C}$  поддевать под защитные рукавицы шерстяные перчатки, а при понижении температуры ниже  $-20^\circ\text{C}$  меховые рукавицы. Для

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

защиты ног от переохлаждения следует применять утепленную обувь. Рекомендуется валяная обувь с утолщенной подошвой, либо кожаная обувь с влагозащитной пропиткой, вкладышем-утеплителем и вкладной утепленной стелькой. Для защиты ног рекомендуется также одевать две пары шерстяных носок разного размера. Для защиты открытых участков кожных покровов рекомендуется применять жировые вещества, типа гусиного жира.

Работы в условиях нагревающего микроклимата следует проводить при соблюдении мер профилактики перегревания. В целях профилактики перегревания работников при температуре воздуха выше допустимых величин, время пребывания на этих рабочих местах следует ограничить величинами, указанными в таблице 5.1.1.2.

Таблица 5.1.1.2 – Оптимальное время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин [28]

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более при категориях работ, ч		
	Ia – Iб	IIa – IIб	III
32,5	1	-	-
32,0	2	-	-
31,5	2,5	1	-
31,0	3	2	-
30,5	4	2,5	-
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	-	7	5,5
27,0	-	8	6
26,5	-	-	7
26,0	-	-	8

Время непрерывного пребывания на рабочем месте, указанное в таблице 5.1.1.2, для лиц, не адаптированных к нагревающему микроклимату (вновь поступившие на работу, временно прервавшие работу по причине отпуска, болезни и др.), сокращается на 5 минут, а продолжительность отдыха увеличивается на 5 минут.

Для оптимального водообеспечения работающих целесообразно размещать устройства питьевого водоснабжения (установки газированной воды - сатураторы, питьевые фонтанчики, бачки и т.п.) максимально приближенными к рабочим местам, обеспечивая к ним свободный доступ.

Для восполнения дефицита жидкости целесообразно предусматривать выдачу работающим чая, минеральной щелочной воды, клюквенного морса, молочнокислых напитков (обезжиренное молоко, пахта, молочная сыворотка), отваров из сухофруктов при соблюдении санитарных норм и правил их изготовления, хранения и реализации.

Для повышения эффективности возмещения дефицита витаминов, солей, микроэлементов, применяемые напитки следует менять. Не следует ограничивать работников в общем количестве потребляемой жидкости, но объем однократного приема регламентируется (один стакан). Наиболее оптимальной является температура жидкости, равная 12-15°C [28].

#### **Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны.**

Контроль воздушной среды должен проводиться:

- с периодичностью 1 раз в 30 мин;
- по первому требованию ответственного лица за проведение работ;
- по первому требованию исполнителей работ по наряду-допуску;
- после перерыва в работе.

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при зачистке резервуара от донных отложений посредством газоанализаторов АНТ-3, АНТ-3м, Колион-1. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м<sup>3</sup>.

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РП-КМ и др.), защитных очках и комбинезонах. [29].

### **Повреждения в результате контакта с насекомыми**

В районах работ по проведению ремонта резервуара, где имеются кровососущие насекомые (клещи, комары, мошки и т.д.), работники должны быть обеспечены за счет предприятия противоэнцефалитными или антимоскитными костюмами от гнуса и энцефалитного клеща.

В полевых условиях наиболее опасны укусы энцефалитного клеща. Поэтому нужно уделять особое внимание профилактике энцефалита. Основное профилактическое мероприятие – противоэнцефалитные прививки, которые создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу. Еще один способ защиты от укусов насекомых — это использование репеллентных средств, которыми работники обеспечиваются за счет предприятия. Для защиты от комаров, мошек и клещей используются диэтилтолуамид, ИР3535, диметилфталат и акреп.

Также, при проведении ремонтов необходимо проводить осмотр одежды и тела 3-4 раза в день [30].

### **5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению**

Опасный производственный фактор – фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может привести к травме, в том числе смертельной [19].

### **Пожарная и взрывная безопасность**

В процессе хранения нефти в резервуаре, углеводороды, входящие в состав нефтяных паров при взаимодействии с воздухом, образуют взрывоопасную смесь. Одна из причин образования паровоздушных

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		116

смесей –это утечки через фланцевые соединения приемо-раздаточных патрубков резервуара.

Нефть относится к категории и группе взрывоопасных смесей - ПА–ТЗ, где ПА – категория смеси, соответствующая промышленным парам нефти, ТЗ – группа, соответствующая температуре самовоспламенения свыше 200°С до 300°С.

Резервуарный парк относится:

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

С целью обеспечения взрыво- и пожаробезопасности в резервуарных парках для паров углеводородов установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация ПДВК = 2100мг/м<sup>3</sup>.

Методы устранения причин взрывов и пожаров в резервуарном парке.

Организационные меры:

- выполнение требований проекта производственных работ и наряда-допуска;
- обучение и разработку планов эвакуации людей в случае пожара;

Технические меры:

- обеспечение места проведения огневых работ первичными средствами пожаротушения (огнетушитель ОП-50 – 2шт., асбестовое полотно 2х1,5 -2шт, ящик с песком – не менее 1,5м<sup>3</sup>, багор и т.д.);
- обеспечение на месте проведения огневых работ пожарного хода[31].

### **Повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов**

Сварка, применяемая при капитальном ремонте резервуара, наплавка и резка открытой и полужакрытой электрической дугой являются работами повышенной опасности. Места производства электросварочных и газопламенных работ при отсутствии несгораемого защитного настила или

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

настила, защищенного несгораемым материалом должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) – не менее 10 м. При резке элементов конструкций резервуара должны быть приняты меры против случайного обрушения отрезанных элементов. При сварке на открытом воздухе следует ставить ограждения в случае одновременной работы нескольких сварщиков вблизи друг от друга и на участках интенсивного движения людей. Сварочные работы на открытом воздухе во время дождя, снегопада должны быть прекращены [32].

Для максимальной защиты лица и глаз используются щитки по ГОСТ 12.4.035-78 со светофильтром по ГОСТ 12.4.080-79, плавильным стеклом по ГОСТ 111-78. Сварщик должен обеспечиваться брезентовым или комбинированным комбинезоном, надежно защищающим от искр и брызг расплавленного металла, механических воздействий, влаги, вредных излучений. Одежда, предназначенная для рук, — это краги, предохраняющие руки от электрического напряжения, искр и горячего металла, а также защитная каска, респиратор или противогаз, строительный пояс, наушники, ручные захваты, налокотники и наколенники. При сварочных работах внутри резервуара электросварщик должен обеспечиваться диэлектрическими перчатками, галошами и ковриками [33].

### **Повышенное значение напряжения в электрической цепи**

Электронасыщенность современного проведения капитального ремонта резервуара формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструменты, работающие с помощью электричества.

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновениях: к токоведущим частям, находящимся под напряжением; отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения; к металлическим

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						118
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

нетоковедущим частям электроустановок после перехода на них напряжения с токоведущих частей. Кроме того, возможно электропоражение напряжением шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю, электрической дугой в установках с напряжением более 1000 В; при приближении к частям, находящимся под напряжением, на недопустимо малое расстояние, зависящее от значения высокого напряжения [27].

Согласно ГОСТ IEC 61140-2012 для максимальной защиты персонала от поражения током необходимо предпринимать следующие меры:

- применять исправные изолированные и исправные инструменты;
- изолировать токоведущие части оборудования;
- заземлять точки источника питания или искусственной нейтральной точки;
- применять перчатки, не проводящие токи, диэлектрическую обувь (боты, галоши), диэлектрические дорожки и коврики; изолирующие поверхности — подставки, изготовленные из резины;
- устанавливать знаки предостережения в местах повышенной опасности.

### **Движущиеся машины и механизмы**

При ремонте резервуара применяются различные виды машин и механизмов, такие как краны, грузоподъемники, лебедки и т.д. Поэтому увеличивается вероятность получения травм при движении различных механизмов. Скорость движения автотранспорта, по строительной площадке и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например двуручное управление), предотвращающие травмирование рабочего персонала.

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		119

Перемещение, установка и работа машин вблизи выемок, траншей и котлованов разрешается только за пределами призмы обрушения грунта.

Также необходимо соблюдать технику безопасности при работе оборудования, машин и механизмов, а их эксплуатацию должны выполнять только лица, имеющие на это право.

К средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные;
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности [34].

## **5.2 Экологическая безопасность**

Согласно РД 51-1-96 при разработке проектной, прединвестиционной документации по технологическому объекту повышенной опасности необходимо ознакомиться и составить аналитическую документацию, характеризующую воздействие данного объекта на окружающую среду.

Экологический мониторинг в период ремонта резервуаров организуется с целью получения достоверной информации об экологическом состоянии окружающей среды, на которую оказывается воздействие в ходе выполнения строительно-монтажных работ. В задачи мониторинга в период ремонта РВС входят:

- осуществление регулярных наблюдений за техногенным воздействием производственного объекта на компоненты природной среды;
- осуществление регулярных наблюдений за состоянием компонентов природной среды и оценка их изменения;
- анализ и обработка полученных в процессе мониторинга данных.

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		120



Результаты экологического мониторинга используются в целях контроля за соблюдением проектных решений при производстве строительных работ, а также за реализацией и эффективностью предусмотренных проектом природоохранных мероприятий, направленных на снижение или ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на природную среду в процессе ремонта, на сохранение и рациональное использование природных ресурсов.

### **Воздействие на литосферу**

В процессе проведения капитального ремонта РВС воздействие на литосферу характеризуется загрязнением почвы производственными отходами, применяемыми при тех или иных технологических процессах.

При ремонте резервуаров образуются следующие виды отходов:

- шлам от зачистки резервуаров для хранения нефтепродуктов;
- отработанные обтирочные материалы (ветошь);
- огарки сварочных электродов;
- окалина, сварочный шлак;
- твердые отходы при очистке конструкций резервуара от ржавчины и старых лакокрасочных покрытий;
- вода после гидравлического испытания;
- твердые бытовые отходы.

В целях снижения уровня загрязнения литосферы выбросами углеводородов при ремонте резервуаров осуществляют мероприятия по сокращению потерь нефти (нефтепродуктов) из резервуаров.

Для снижения негативных экологических последствий, возникающих при ремонте резервуаров, которые влияют на почвенно-растительный покров должны быть предусмотрены мероприятия:

- сбор твердых отходов в контейнеры-накопители;
- сооружение подъездных дорог в каре резервуара с покрытием железобетонными дорожными плитами в местах переездов через

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		121

подземные технологические нефтепроводы и инженерные коммуникации;

- складирование плодородного слоя почвы для последующего его использования при рекультивации нарушенных земель;
- сокращение количества потерь отходов материалов, образующихся при сварочно-монтажных работах;
- сбор кварцевого песка (отработанного);
- сбор отходов ржавчины металла и старого лакокрасочного покрытия;
- утилизация промышленных и бытовых отходов.

Приказом, назначается лицо, ответственное за сбор, временное хранение и организацию своевременного вывоза отходов, образующихся в результате проведения работ.

На участке должен проводиться постоянный контроль за состоянием рабочих емкостей и контейнеров с отходами. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям техники безопасности, санитарно-гигиеническим нормам.

Места сбора и накопления отходов должны быть оборудованы углекислотными огнетушителями, ящиками с песком, лопатой, войлоком, кошмой или асбестом [35].

### **Воздействие на атмосферу**

Загрязняющие атмосферный воздух вещества могут образовываться при проведении ниже перечисленных работах на резервуарах:

- при монтаже или ремонте конструкций резервуара, связанного с электродуговой сваркой, пескоструйной очисткой металлической поверхности резервуара под нанесение защитного антикоррозионного покрытия;
- при обезжиривании металлической поверхности конструкций резервуара протиркой уайт-спиритом;

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		122

- при окраске поверхности металлических конструкций эмалевыми красками;
- при работе двигателей транспортной, строительно-монтажной техники.

Наибольшее воздействие на атмосферу представляют различные машины, используемые при ремонте резервуара. Второстепенное воздействие оказывают сварочные работы, работы по резке металла, покрытие резервуаров от коррозии. При работе различных частей машин и механизмов выделяются оксиды углерода, оксиды азота, диоксиды сера, керосин, углерод. При сварочных работах выделяется сварочный аэрозоль, в состав которого входят: оксид железа, марганец и его соединения, пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния, фтористые газообразные соединения, оксид азота (IV), оксид углерода. Для защиты резервуара от коррозии используются импортные покрывные материалы. Чаще всего покрытие осуществляется методом распыления, что чревато выделением аэрозоля краски. Для снижения уровня загрязнения необходимо:

- использование экологически безопасных источников энергии;
- использование безотходной технологии производства;
- борьба с выхлопными газами автомобилей [36].

### **Воздействие на гидросферу**

В процессе проведения капитального ремонта резервуара, появляется большое количество отходов производства. Утилизация таких отходов должна быть осуществлена только в специально предназначенные для этого места. Не допускается сброс отходов в водные источники, во избежание загрязнений водного ресурса для того, чтобы воздействие при ремонте резервуара было минимальным необходимо проводить следующие мероприятия: все горюче-смазочные материалы должны быть слиты в отведенные для этого места; промышленные и бытовые отходы должны быть утилизированы в отведенные для этого места; вывоз отходов должен быть санкционированным и своевременным; мойку и ремонт машин, применяемых при ремонте

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		123

резервуара необходимо осуществлять только в отведенных для этого местах[37].

### 5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация [38].

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров по различным причинам:

- по причине техногенного характера;
- попадание в резервуар молнии;
- лесные пожары.

Аварии в резервуарном парке могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Основными причинами возникновения аварий являются: коррозионные разрушения, малые и большие дыхания, перепады температур, вакуум, неверное техническое обслуживание, отказ приборов контроля и сигнализирования, факторы внешнего воздействия (молнии, ураганы и прочее).

Для предупреждения попадания молний в резервуар с нефтью необходимо устанавливать молниеотводы, корпус резервуара должен быть заземлён. По периметру резервуара необходимо устанавливать заземлители

через каждые 50 м. Также, заземляют все коммуникации, находящиеся на объекте.

Для защиты резервуарных парков от лесных пожаров необходимо выкорчёвывать деревья и кусты на 25 м от территории резервуарного парка.

При переливе нефтепродукта из резервуара ответственному смены следует остановить заполнение резервуара, вызвать пожарную охрану, известить своего или вышестоящего руководителя, соблюдая меры безопасности, приступить к ликвидации аварии.

При разработке мероприятий по предупреждению ЧС предусматриваются:

- проведение инженерных изысканий с целью оценки частоты и интенсивности проявлений опасных природных процессов и установление категории их опасности;
- мероприятия по инженерной защите территории объекта, зданий и т.д. от опасных геологических процессов, затоплений и подтоплений, ветровых и снеговых нагрузок, природных пожаров и т.д.;
- мероприятия по молниезащите;
- создание системы мониторинга опасных природных процессов и оповещения о ЧС природного характера;
- оповещение населения об опасности, его информировании о порядке действий в сложившихся чрезвычайных условиях;
- инженерную защиту населения и территорий;
- соблюдения обслуживающим персоналом правил эксплуатации оборудования;
- совершенствования пожарной защиты и контроль системы пожарной безопасности;
- своевременное обслуживание техники и оборудования [39].

#### *Алгоритм действия при ЧС*

Первый, заметивший разлив нефтепродуктов, всеми доступными

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		125

средствами (средствами связи, оповещения, голосом, знаками), оповещает дежурного диспетчера. Дежурный диспетчер оповещает руководителя комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, который, получив информацию, прекращает производственный процесс, анализирует сложившуюся обстановку, немедленно оповещает руководство, вызывает на место аварии аварийно-восстановительное звено. До прибытия аварийно-спасательного формирования руководитель комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в ходе управления мероприятиями по ликвидации последствий аварийного разлива нефтепродуктов выполняет следующие действия:

- оценивает размеры и прогнозирует дальнейший ход развития аварии;
- организывает отключение и обесточивание электроустановок;
- организывает доставку к месту разлива нефтепродуктов и подготовку к действию штатных средств пожаротушения;
- обеспечивает соблюдение режима противопожарной безопасности;
- организывает вывод персонала из опасной зоны, непосредственно не участвующий в ликвидации аварийного разлива нефтепродукта;
- сообщает на пульт оперативного дежурного территориального органа МЧС об аварийной ситуации, при необходимости вызывает расчеты аварийно-спасательных формирований и служб МЧС;
- сообщает об аварийной ситуации и при необходимости вызывает расчеты аварийных формирований в соответствии с заключенными договорами;
- организывает оцепление зоны разлива нефтепродуктов, ограничивает допуск людей и транспортных средств, обеспечивает установку предупреждающих и запрещающих знаков;
- обеспечивает связь и сбор информации о ходе ликвидации разлива, ведение оперативного журнала;
- контролирует прибытие расчетов аварийно-спасательных групп;

					Социальная ответственность	Лист
						126
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- при возгорании приступает к тушению очага первичными средствами пожаротушения [40].

## **5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.**

При проведении капитального ремонта резервуар необходимо вывести из эксплуатации и провести зачистку внутренней его полости. Лица моложе 18 лет и женщины к работе по очистке резервуаров, которые содержали нефтепродукты, не допускаются.

Женщины не допускаются к электросварочным работам, проводимым внутри резервуара, а также при верхолазных работах.

Продолжительность непрерывной работы в резервуаре в противогазе не должна превышать 15 минут; по истечении этого времени работник должен отдыхать на свежем воздухе не менее 15 мин [41].

Лицам, производившим зачистку внутренней полости резервуара и электросварщикам на основании Постановления Госкомтруда СССР и Президиума ВЦСПС от 25 октября 1974 г. N 298/П-22 "Об утверждении списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день" с изменениями и дополнениями установить продолжительность дополнительного отпуска в размере 12 рабочих дней. Электросварщикам положено выдавать по 0,5 литра молока за смену в соответствии с 222 статьей Трудового Кодекса РФ.

### **5.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.**

При проведении капитального ремонта резервуара выполняются огневые, газоопасные и работы с повышенной опасностью.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		127

К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электросварка, газосварка, паяльные работы, механическая обработка металла с образованием искр и т.п.) [42].

В местах проведения огневых работ и на площадках, где установлены сварочные агрегаты, трансформаторы, контрольно-измерительные приборы, должны быть обеспечены меры пожарной безопасности:

- полностью устранена возможность проникновения огнеопасных газов и паров нефтепродуктов к месту производства этих работ;
- на расстоянии 15 м от площадки, на которой выполняют огневые работы, и мест установки сварочных агрегатов территория должна быть очищена от мусора, горючих, предметов, различных нефтепродуктов;
- места, где были пролиты нефтепродукты, необходимо засыпать песком или землей слоем не менее 5 см;
- в радиусе 5 м от места проведения огневых работ не должно быть сухой травы.

При выполнении ремонтно-монтажных работ огневые работы разрешается проводить не ближе 20 м от резервуарных парков и отдельно стоящих резервуаров с нефтепродуктами.

При проведении газосварочных работ баллоны с кислородом необходимо устанавливать от места сварки на расстоянии не менее 10 м, от ацетиленового генератора — не менее 5 м. Расстояние от горелок до отдельных баллонов с кислородом и горючими газами должно быть не менее 5 м. На месте газосварочных работ разрешается иметь не более двух закрепленных баллонов с кислородом.

При кислородной резке бачок с горючим должен находиться не ближе 5 м от баллонов с кислородом и от источников открытого огня и не ближе 3 м от рабочего места резчика. При этом бачок должен быть расположен так, чтобы на него не попадали пламя и искры при работе. Место заправки от места

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		128



выполнения огневых работ и открытых источников огня должно быть расположено не ближе 20 м. Хранение запаса горючего допускается в количестве не более сменной потребности. Горючее необходимо хранить в исправной, небьющейся, плотно закрывающейся специальной таре [43].

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		129

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе подробно рассмотрели технологию проведения капитального ремонта вертикального стального резервуара объемом 5000 м<sup>3</sup>.

В ходе выполнения работы были решены следующие задачи:

- ознакомились с историей возникновения резервуаров;
- рассмотрели назначение и технические характеристики РВС-5000;
- рассмотрели современные конструкции и виды РВС-5000;
- ознакомились с видами диагностик и ремонтов резервуара;
- подробно рассмотрели технологию и порядок проведения капитального ремонта РВС-5000;
- провели расчет стенки резервуара на прочность и устойчивость;
- изучили вопросы социальной ответственности при выполнении работ по капитальному ремонту резервуара;
- рассчитали сметную стоимость работ по капитальному ремонту резервуара, которая составила 3298000 рублей.

					<i>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Асанов А.В.</i>			<b>Заключение</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод..</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					130	135
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б3Б</b>		
<i>И.о.зав.каф</i>		<i>Бурков П.В.</i>						

## Список используемых источников

1. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела: Учебник для вузов. – 3-е изд., испр. и доп. – Уфа.: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005.– 528 с.: ил.
2. Нефть RUS. Резервуары и резервуарное оборудование. URL: <http://xn----itbxofdje7e.xn--plai/rezervuary-vertikalnye-rvs-rvsp-rvss/rvs-5000-m3.html>. Дата обращения 17.05.2017.
3. РД-23.020.00-КТН-018-14 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары стальные вертикальные для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 1000-50000 куб.м. Нормы проектирования» (с изменением 1).
4. Самарский резервуарный завод. Конструктивные элементы резервуаров. URL: <http://reservoir.ru/katalog/konstruktivnyie-elementyi-rezervuarov>. Дата обращения 17.05.2017.
5. ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».
6. РД-23.020.00-КТН-271-10 «Правила технической диагностики резервуаров. Часть 1. Правила диагностики вертикальных стальных и железобетонных резервуаров».
7. РМГ 116-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары магистральных нефтепроводов и нефтебаз. Техническое обслуживание и метрологическое обеспечение в условиях эксплуатации».
8. РД-23.020.00-КТН-283-09 «Правила ремонта и реконструкции резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб.м. Том 1».

					<b>Технология проведения капитального ремонта РВС-5000</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Асанов А.В.			<b>Список используемых источников</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.		Веревкин А.В.					131	135
Консульт.						<b>ТПУ гр. 2Б3Б</b>		
И.о.зав.каф		Бурков П.В.						

9. РД-23.020.00-КТН-283-09 «Правила ремонта и реконструкции резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб.м. Том 2».
10. ОР-75.180.00-КТН-027-13 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Зачистка резервуаров от донных отложений. Организация и проведение работ».
11. РД-25.160.10-КТН-015-15 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Сварка при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров. Часть 2. Методы контроля качества сварных соединений».
12. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. Серия 03. Выпуск 69. — М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. — 240 с.
13. РД-23.020.00-КТН-184-10 «Правила антикоррозионной защиты резервуаров для хранения нефти и светлых нефтепродуктов».
14. ОТГ-25.220.01-КТН-097-16 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Антикоррозионные покрытия для защиты наружной поверхности резервуаров, надземных трубопроводов, конструкций и оборудования».
15. ОТГ-25.220.01-КТН-187-13 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Антикоррозионные покрытие для защиты внутренне поверхности резервуаров».
16. ОР-91.010.30-КТН-156-15 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Порядок приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов магистральных трубопроводов. Формирование приемо-сдаточной документации».

					Список используемых источников	Лист
						132
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

17. Забродин Ю.Н., Коликов В.Л., Саруханов А.М. Управление нефтегазостроительными проектами: современные концепции, эффективные методы и международный опыт / Ю.Н. Забродин, В.Л. Коликов, А.М. Саруханов. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. -406 с.
18. Герчикова И.Н. Менеджмент: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2006. – 511 с.
19. ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения».
20. ТОИ Р-112-16-95 «Типовая инструкция по охране труда при зачистке резервуаров на предприятиях нефтепродуктообеспечения»
21. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
22. Инструкция по охране труда для работников, занятых зачисткой резервуаров (утв. Минтрудом РФ 17 мая 2004 г.)
23. ГОСТ 12.1.046-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Нормы освещения строительных площадок».
24. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности».
25. ГОСТ 12.1.029-80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация».
26. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
27. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. — 5-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 335 с.: ил. — Для высших учебных заведений. — Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 333.
28. СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»

					Список используемых источников	Лист
						133
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

29. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
30. ГОСТ 12.1.008-76 «Система стандартов безопасности труда. Биологическая безопасность. Общие требования».
31. СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
32. Строительные нормы и правила СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».
33. ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности (с изменением 1)».
34. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».
35. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» .
36. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».
37. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения».
38. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения».
39. РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз».
40. РД 13.020.00-КТН-020-14 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Ликвидация аварий и инцидентов. Организация и проведение работ».

					Список используемых источников	Лист
						134
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

41. Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2016. – 72 с.

42. РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных, взрывопожароопасных объектах».

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

					Список используемых источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135