

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

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области»

УДК 622.692.23.058-025.71-034.14(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8СА	Пигулевский Алексей Евгеньевич		06.06.2022

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		06.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Былкова Т.В.	к.э.н.		25.05.2022

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров

По направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП ОНД ИШПР  
 \_\_\_\_\_ Брусник О.В.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
3-2Б8СА	Пигулевскому Алексею Евгеньевичу		
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение нефтегазового дела</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема работы:

**«Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере томской области».**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

15.02.2022 г. №46-45/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2022 г.

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	<p><b>1.</b> Провести расчет стенки резервуара на прочность, если:          Тип резервуара: РВС-2000 м<sup>3</sup>;          Технология сборки: рулонная;          Конструкция крыши: коническая;          Высота пояса h: 1490 мм;          Плотность продукта: 820 кг/м<sup>3</sup>          Припуск на коррозию С: 1 мм.</p> <p><b>2. Расчёт снеговой нагрузки на крышу при эксплуатации резервуара, расположенного в Томской области.</b> ρ – плотность снега, равной 600 м<sup>3</sup>Объект исследования: резервуар вертикальный стальной типа РВС-2000 кубических метров, предельная снеговая</p>
---------------------------------	--

	нагрузка $S_d = -2,4$ , Коэффициент $\mu = 1$ когда угол поверхности крыши к плоскости $\alpha \leq 25^\circ$ .
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Произвести литературный обзор Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере томской области. Рассмотреть основное оборудование установленное на РВС. Разработать технические решения по очистке резервуара вертикального стального от донных отложений. Рассчитать стенку резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м3 на прочность. Определить комплекс технологических мероприятий, обеспечивающий надежную и безопасную эксплуатацию опасного производственного объекта.
<b>Перечень графического материала</b>	1. Технологическая схема резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м3. 2. Технологическая схема УПН
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Былкова Т.В., ОСТН
«Социальная ответственность»	Гуляев .М.В., старший преподаватель ООД

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	28.02.2022
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Чухарева Наталья Вячеславовна	к.х.н., доцент,		28.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8СА	Пигулевский Алексей Евгеньевич		28.02.2022

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

Студенту:

<b>Группа</b> 3-2Б8СА	<b>ФИО</b> Пигулевскому Алексею Евгеньевичу
--------------------------	--

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение нефтегазового дела</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	<b>Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки</b>

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней рыночной стоимости
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: -Районный коэффициент 1,5 Доплата за вредность 1,15 Компенсационная выплата за вахтовый метод работы 1,1
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30 %

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциальных потребителей результатов исследования; анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения; проведение SWOT-анализа.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Разработка структуры работ в рамках проведения научного исследования; определение трудоемкости работ; разработка графика проведения научного исследования

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

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения</i>
4. <i>График проведения и бюджет</i>

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	к. э. н.		28.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Б8СА	Пигулевский Алексей Евгеньевич		28.02.2022

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b> 3-2Б8СА		<b>ФИО</b> Пигулевскому Алексею Евгеньевичу	
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение нефтегазового дела</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 Нефтегазовое дело Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Тема ВКР:

**«Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере томской области».**

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

**Введение**

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

*Объект исследования:* Объект исследования: резервуар вертикальный стальной типа РВС-2000 кубических метров.

*Область применения:* резервуарный парк.

*Рабочие процессы, связанные с объектом исследования:*

Объект предназначен для приема, хранения, подготовки, учета нефти и нефтепродуктов.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

**1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации**

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 13.04.2021).

2. Приказ Ростехнадзора от 07.11.2016 N 461 (ред. от 15.01.2018) Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов (Зарегистрировано в Минюсте России 30.11.2016 N 44503).

3. Приказ от 16 декабря 2020 г. N 915н об утверждении правил по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов.

<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ потенциально вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Разработка мероприятий по снижению воздействия ОВПФ</li> </ul>	<p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная загазованность воздуха рабочей зоны,</li> <li>– повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте,</li> <li>– повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны,</li> <li>– недостаток необходимого искусственного освещения,</li> </ul> <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– движущиеся транспортные средства, грузоподъемные механизмы (подъемные сооружения), перемещаемые материалы, подвижные части оборудования и инструмента,</li> <li>– расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности пола (земли).</li> <li>– производственные факторы, связанные с электрическим током</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p><i>Атмосфера:</i> выброс паров нефти и нефтепродукта по причине срабатывания дыхательных клапанов при больших, малых дыханиях, а также при обратном выдохе; загрязнение выбросами выхлопных газов от строительной техники при производстве работ.</p> <p><i>Гидросфера:</i> попадание загрязняющих веществ (нефть, нефтепродукты) в сточные воды через трубопроводы при откачке из резервуара.</p> <p><i>Литосфера:</i> загрязнение почвы производственными отходами, изменение морфологии участков земной поверхности при строительстве резервуаров.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p><i>Возможные ЧС:</i> <u>ЧС природного характера, террористические акты, военные действия, взрывы, пожары в резервуарном парке, Нарушение герметичности РВС.</u></p> <p><i>Наиболее типичная ЧС:</i> <u>Нарушение герметичности РВС.</u></p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			28.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8СА	Пигулевский Алексей Евгеньевич		28.02.2022

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

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

Форма представления работы:

бакалаврская работа

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.01.2022	<i>Введение</i>	5
26.02.2022	<i>Обзор литературы</i>	20
08.03.2022	<i>Объект и методы исследования</i>	10
28.04.2022	<i>Расчеты и аналитика</i>	15
03.05.2022	<i>Результаты исследования</i>	15
10.05.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
20.04.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
17.05.2022	<i>Заключение</i>	5
10.06.2022	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	94

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		28.02.2022

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник О.В.	к.п.н		28.02.2022

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 94 страницы, 40 рисунков, 33 таблиц, 39 источников, 2 приложения.

*Ключевые слова:* нефть, отложения, температура, реологические параметры, резервуар, оборудование, теплообмен, безопасность.

*Объект исследования:* резервуар вертикальный стальной типа РВС-2000 м<sup>3</sup>.

*Цель работы:* Выбор оптимальной технологии хранения легкозастывающей нефти в резервуарах вертикальных стальных.

*Метод проведения исследования:* обеспечение сохранения реологических параметров легкозастывающей нефти с высоким содержанием парафина при хранении проводится на результатах теоретических расчетов, проведенных на основе методики, В. Г. Шухова расчет количество тепла необходимого для безотказной работы по хранению и транспортировки легкозастывающей нефти [34].

В ходе проведения работы были рассмотрены основные технические средства, позволяющие поддерживать заданный температурный режим при эксплуатации резервуара вертикального стального, на днище которого расположена система подогрева с соблюдением необходимых требований и ограничений, определяемых пожаровзрывоопасными свойствами нефти и технического объекта, классифицируемого, в соответствии с ФЗ-116 как опасный производственный объект.

*Результаты исследования:* проведенный расчет позволил определить эффективный и ресурсоэффективный способ подогрева нефтепродукта в резервуаре вертикальном стальном.

*Область применения:* проведение технологических мероприятий по безопасному хранению товарной нефти в резервуарном парке.

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					1	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Группа 3-2Б8СА		

## Report

The final qualifying work contains 94 pages, 40 figures, 33 tables, 39 sources, 2 appendices. Keywords: oil, deposits, temperature, rheological parameters, reservoir, equipment, heat exchange, safety. Object of research: vertical steel tank of type RVS-2000 m<sup>3</sup>.

The purpose of the work: Selection of the optimal technology for storing light-hardening oil in vertical steel tanks.

Research method: ensuring the preservation of rheological parameters of light-setting oil with a high content of paraffin during storage is carried out on the basis of the results of theoretical calculations carried out on the basis of the methodology, V. G. Shukhov calculation of the amount of heat required for trouble-free operation of storage and transportation of light-setting oil [34].

In the course of the work, the main technical means were considered that allow maintaining a given temperature regime during operation of a vertical steel tank, on the bottom of which a heating system is located in compliance with the necessary requirements and restrictions determined by the fire and explosion properties of oil and a technical facility classified in accordance with FZ-116 as a hazardous production facility.

The results of the study: the calculation made it possible to determine an efficient and resource-efficient method of heating oil products in a vertical steel tank.

Scope of application: carrying out technological measures for the safe storage of commercial oil in the tank farm.

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Report	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					2	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Группа 3-2Б8СА		

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Нормативные ссылки

В работе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Приказ Министерства энергетики РФ от 16 апреля 2018 г. № 281;	Об утверждении норм естественной убыли нефтепродуктов при хранении;
РД 153-39-019-97	Методические указания по определению технологических потерь нефти на предприятиях нефтяных компаний Российской Федерации;
ГОСТ 31385-2016	Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов;
ГОСТ 2517-2012	Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб (с Поправками и Изменением N 1)
ГОСТ 12.4.011-89.	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация; СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
ГОСТ 12.3.033-84.	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
ГОСТ 12.1.044-89.	ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения; ГОСТ 12.4.103-83(2002). «ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация»;
ГОСТ Р 51330.1-99 (МЭК 60079-1-98).	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида "взрывонепроницаемая оболочка";
СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.	Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов";

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					3	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе были применены следующие термины и определения:

**Резервуар:** наземное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения, учета, обработки и отпуска нефти.

**Окрайка:** часть днища резервуара, на которую опирается стенка, состоящая из краевых листов увеличенной толщины в сравнении с центральной частью, и сваренных встык.

**Фундамент:** это часть сооружения, передающая нагрузку от веса сооружения на грунты основания и распределяющая эту нагрузку на такую площадь основания, при которой давления по подошве не превышают расчетных.

**Понтон или плавающая крыша резервуара:** это плавающее покрытие, находящееся внутри резервуара на поверхности жидкости, предназначенное для уменьшения потерь продуктов от испарений, улучшения экологической и по-жарной безопасности при хранении.

**Класс опасности резервуара:** степень опасности, возникающая при достижении предельного состояния резервуара, для здоровья и жизни граждан, имущества физических или юридических лиц, экологической безопасности окружающей среды.

**Нормативный документ:** документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

**Прпуск на коррозию:** назначенная часть толщины элемента конструкции для компенсации его коррозионного повреждения.

**Ремонт резервуара:** комплекс мероприятий по восстановлению технико-эксплуатационных характеристик с заменой или восстановлением элементов конструкций резервуара и оборудования с выводом резервуара из технологического режима работы и его зачисткой.

**Дефект:** Отклонение параметров (характеристик) конструкций резервуара или его элемента от требований нормативно-технической документации.

**Текущий ремонт резервуаров:** работы по восстановлению технико-эксплуатационных характеристик с заменой отдельного оборудования без зачистки резервуара.

**Капитальный ремонт резервуара:** восстановление технико-эксплуатационных характеристик, замена или восстановление элементов конструкций с выводом резервуара из эксплуатации и проведением зачистки.

**Техническое обслуживание резервуаров:** работы по поддержанию работоспособности резервуаров.

**Минимально допустимый уровень нефти:** предельный минимальный уровень нефти в резервуаре, последующее уменьшение которого может приводить к нарушению технологического процесса перекачки или налива.

**Максимально допустимый уровень нефти:** уровень заполнения резервуара нефтью до максимума.

**Максимальный рабочий уровень нефти:** уровень ниже максимально допустимого, позволяющую вести прием нефти из нефтепровода в течение установленного времени.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Обозначения и сокращения

НП – нефтепродукты;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;

РВС — резервуар вертикальный стальной;

РВСП – резервуар вертикальной стальной с понтоном;

РВСПК – резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей;

КДС — клапан дыхательный стальной;

СНиП- строительные нормы и правила;

ГОСТ- государственный стандарт

ПБ - промышленная безопасность;

ТР – текущий ремонт;

ТО – техническое обслуживание.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	62
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	62
4.2	Планирование мероприятий по выполнению работ.....	65
4.3	Бюджет работ на выполнение мероприятия.....	68
5	Социальная ответственность .....	74
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	74
5.2	Производственная безопасность .....	76
5.2.1	Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению ...	77
5.2.2	Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны .....	77
5.2.3	Анализ потенциально вредных и опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению .....	79
5.2.4	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего .....	80
5.2.5	Движущиеся транспортные средства, грузоподъемные механизмы (подъемные сооружения), перемещаемые материалы, подвижные части оборудования и инструмента .....	81
5.2.6	Производственные факторы, связанные с электрическим током.....	81
5.3	Экологическая безопасность .....	82
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
	Заключение.....	87
	Список использованных источников.....	89
	Приложение А.....	93
	Приложение Б .....	94

## Введение

Проблемы транспорта и хранения высоковязких и легкозастывающих нефтей является важной проблемой, с которой сталкиваются многие нефтетранспортные Компании. Это обусловлено тем, что при снижении температуры, вследствие реализации технологических процессов, возникают изменения реологических параметров. И если это касается вопросов транспортировки, то указанное приводит в большей мере к значительному снижению объемов перекачки. Если это хранение, то могут образовываться большие объемы отложений, часть которых требует утилизации. При этом, как первое, так и второе приводит к необходимости использования специальных технических средств и реагентов и изменения технологий перекачки и хранения углеводородов.

Реализация таких подходов всегда сопровождается дополнительными затратами материально-технического обеспечения Компании. Кроме того, важен вопрос соблюдения условий энерго- и ресурсосбережения, что накладывает ряд ограничений при выборе соответствующего инженерного подхода. В связи с чем, все работы. Направленные на решение указанной проблемы актуальны, и тема выпускной квалификационной работы бакалавра «Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере томской области» *является актуальной.*

**Цель выпускной квалификационной работы.** Выбор оптимальной технологии хранения легкозастывающей нефти в резервуарах вертикальных стальных.

Для реализации указанной цели, необходимо было выполнить следующие задачи:

1. Литературный обзор современных технологий хранения нефти.
2. Характеристика объекта исследования с определением функционально-технологического назначения элементов резервуара вертикального стального объемом 2000 кубических метров.
3. Расчет прочностных параметров резервуара для обеспечения условий безопасной эксплуатации и обоснование эффективной технологии поддержания заданного уровня реологических свойств нефти.
4. Определение основной группы мероприятий и определяющих факторов в алгоритме организационно-технического обеспечения безопасной эксплуатации резервуара с подогревом.
5. Оценка финансовых затрат на покраску резервуара защитным покрытием с учетом ресурсоэффективности проводимых работ

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					8	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Группа 3-2Б8СА		

# 1 Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз

## 1.1 Общее представление о резервуарах для хранения нефти

Резервуар вертикальный стальной (РВС) — это крупногабаритная цилиндрическая ёмкость предназначенное для длительного или промежуточного хранения нефти и нефтепродуктов, приема и выдачи.

В настоящее время резервуарное оборудование для хранения нефти и нефтепродуктов распространено крайне широко и присутствует на всех этапах нефтедобычи и нефтепереработки.

Резервуары устанавливаются на месторождении нефти, промежуточных станциях, предприятиях нефтепереработки и нефтехимических предприятиях, а также на местах аварийного разлива нефтепродуктов.

Поскольку состав, химические и физические свойства нефтепродуктов могут меняться в зависимости от этапа, это требует применения резервуаров различной конструкции [2].

Все резервуары могут классифицироваться в зависимости от материала изготовления (рис. 1), в зависимости от объемов (рис. 2), от способа расположения (рис. 3), способа изготовления (рис. 4) и давления (рис. 5), по геометрической форме оболочки (рис. 6).

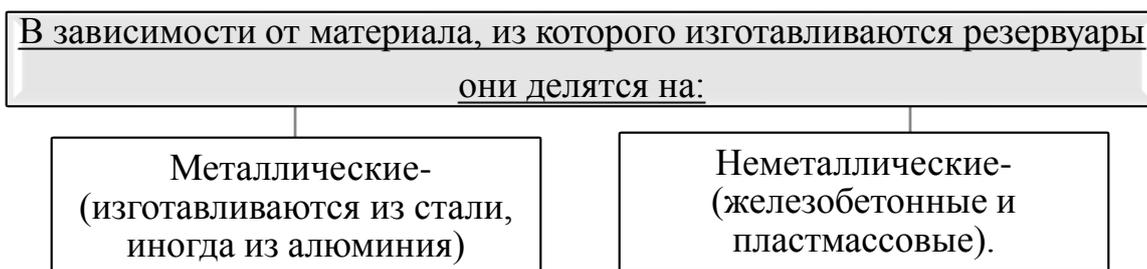


Рис. 1. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов в зависимости от материала изготовления

Кроме того, существует классификация. Которая связана с классом безопасности резервуаров.

Класс опасности, согласно [3, 4] устанавливается заказчиком в задании на проектирование. При проектировании класс опасности рекомендуется учитывать при:

1. назначении специальных требований в рабочей документации к материалам и объемам контроля;
2. выборе коэффициента надежности по назначению;
3. выборе методов расчета.

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					9	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

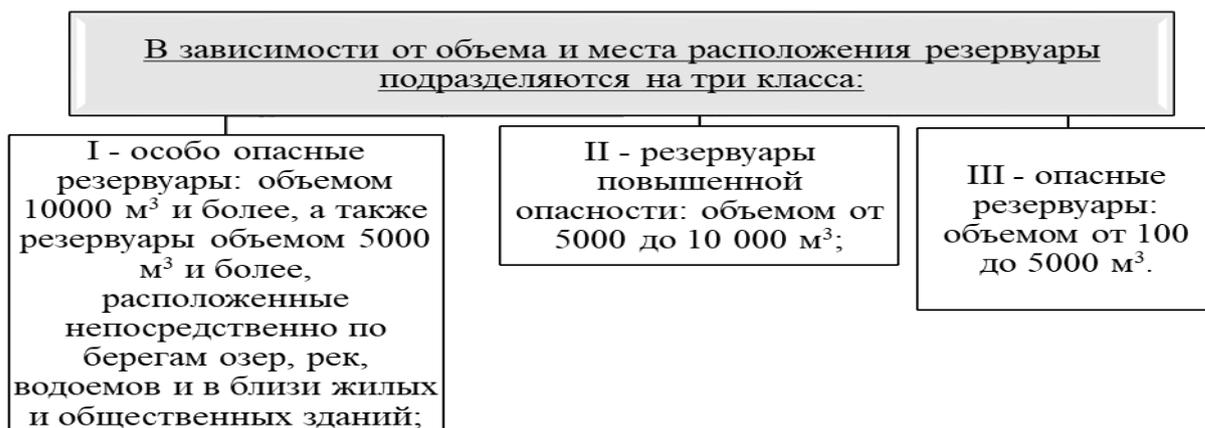


Рис. 3. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов в зависимости от объема хранения

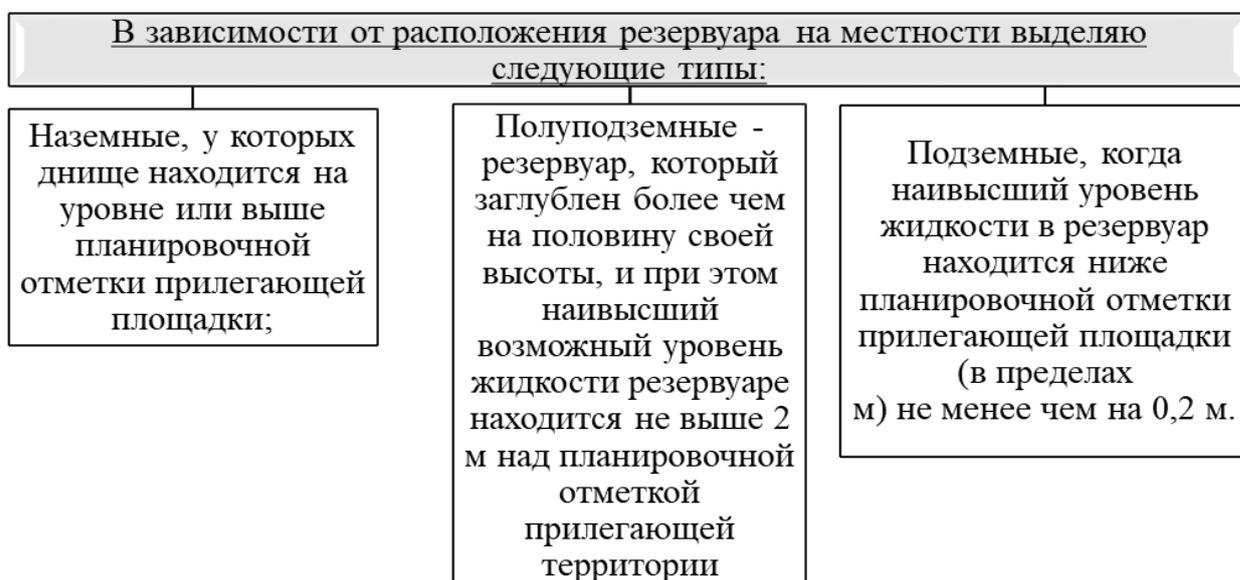


Рис. 4. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов в зависимости от места их расположения

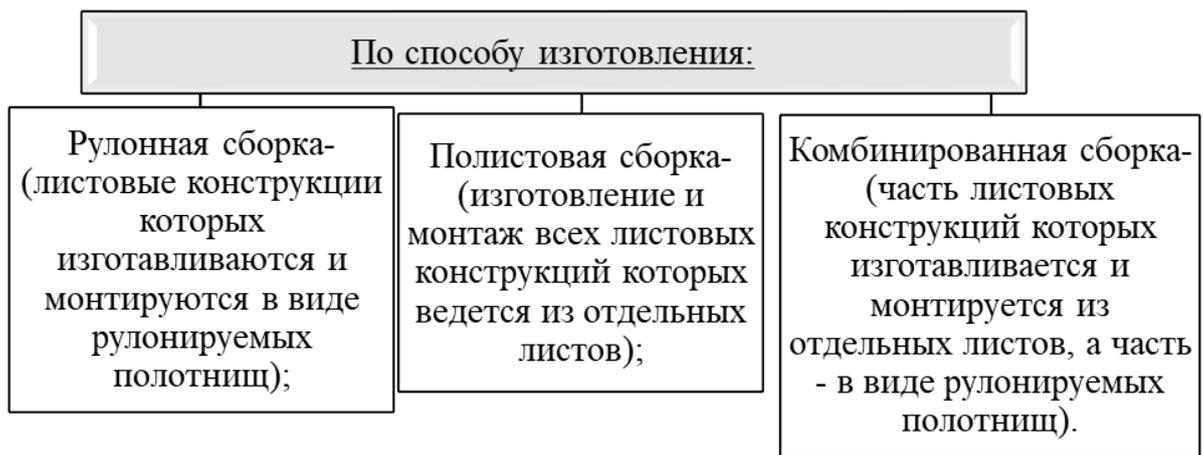


Рис. 5. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов в зависимости от способа изготовления

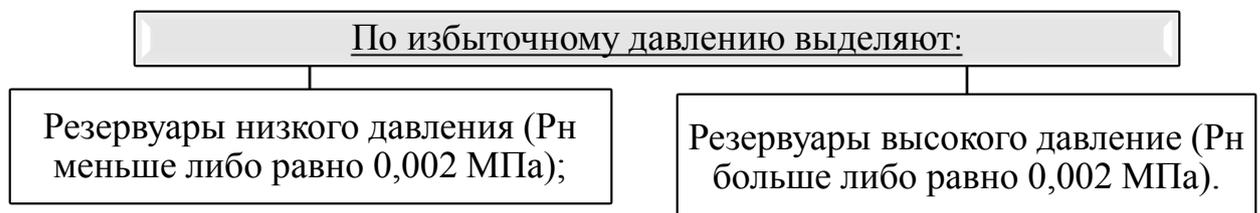


Рис. 6. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов в зависимости от избыточного давления

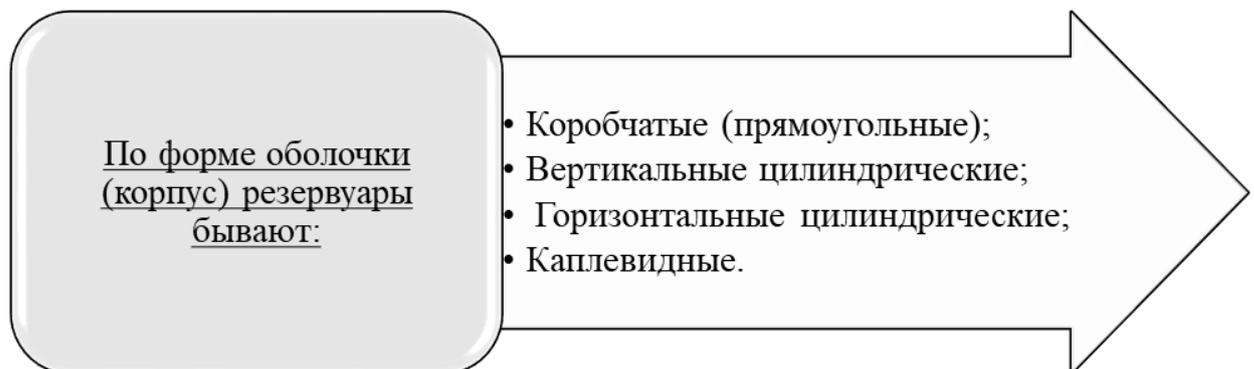


Рис. 7. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов в зависимости от формы корпуса

## 1.2 Описание формы резервуаров

**Коробчатые (прямоугольные) резервуары.** Прямоугольные резервуары используются в качестве пожарных емкостей, для хранения технической и питьевой воды, светлых и темных нефтепродуктов. Такая форма, согласно [5], позволяет устанавливать их

не только на открытом пространстве, но и в закрытых помещениях. На объекте они размещаются как наземное, так и подземно (рис. 9).

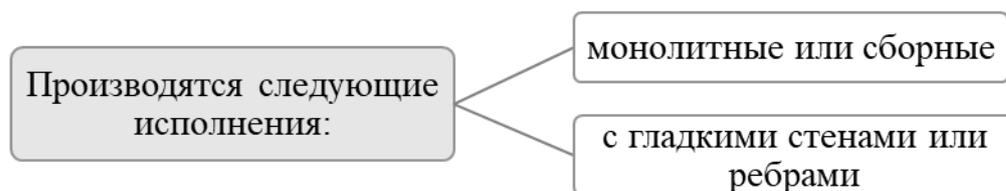


Рис. 8. Виды исполнений коробчатых резервуаров

Для хранения двух и более разных жидкостей внутри могут быть предусмотрены герметичные перегородки.

Выбор конструкции зависит от проектного решения, от условий эксплуатации, давления, способа размещения и других факторов.

В стенках и крыше предусматриваются штуцеры и патрубки для подсоединения линий подачи и откачки рабочей жидкости, установки технологического оборудования. Люк-лаз традиционно располагается в боковой стенке, но возможно проектирование его на крыше. К днищу могут быть приварены опоры, образующие свободное пространство.

Для доступа на крышу дополнительно могут поставляться лестница и площадка обслуживания [6].



Рис. 9. Коробчатый (прямоугольный) резервуар



Рис. 10. Преимущества коробчатых (прямоугольных) резервуаров

**Вертикальные цилиндрические резервуары.** Вертикальные стальные резервуары также, как и коробчатые, могут быть размещены наземно и подземно.

Следует учесть, что на объектах трубопроводного транспорта нефти, подземные резервуары не строят. Это запрещено указаниями Ростехнадзора в 2018 году, что связано с трудностью мониторинга состояния днища и стенок резервуара и позднего обнаружения утечек, вследствие разрушения конструкции.

В соответствии с утвержденным приказом Ростехнадзора от 07.11.2016 N 461 Правилами промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов (Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности п.п.2.5.1 [30]). Для вновь строящихся и реконструируемых опасных производственных объектов складов нефти и нефтепродуктов, не допускается хранение нефти и нефтепродуктов в заглубленных и подземных резервуарах.

Некоторое остаточное количество подземных резервуаров еще находится в эксплуатации. Но постепенно, они будут выведены из технологического процесса.

РВС (Резервуар вертикальный стальной) – это наземные стальные вертикальные герметичные емкости цилиндрической формы разной высоты и диаметра, предназначенные для приема, хранения и выдачи различных жидкостей (вода, жидкие пищевые или агрессивные химические продукты, минеральные удобрения, нефтепродукты). По ГОСТ-31385 [4] от 2016 года они имеют объём 100-120000 м<sup>3</sup>.

РВС, согласно [4], служат для хранения, подготовки, отпуска нефти, нефтяных продуктов, воды и других жидкостей. Используют в разных отраслях добывающей, перерабатывающей промышленности.

Основным назначением этих емкостей является хранение нефти и нефтепродуктов. Вместе с тем в них можно содержать техническую воду, технологические жидкости, эмульсии, минеральные удобрения в жидком состоянии. При соответствии санитарно-гигиеническим нормам в них хранят питьевую воду, пищевую продукцию.

Под заказ изготавливается емкость с дополнительной защитой по типу «стакан в стакане».

Наличие двойного корпуса увеличивает себестоимость изделия, позволяет хранить опасные химические жидкости с повышенной токсичностью. При изготовлении резервуара РВС используют углеродистую сталь Ст3, низколегированную сталь 09Г2С, нержавеющую сталь 12Х18Н10Т, а также их аналоги. На внешнюю и внутреннюю поверхности наносят грунтовку ГФ-021, эмалевое покрытие ПФ-115.

Самое широкое распространение РВС получили в нефтепромышленности.

Хранение больших объёмов нефтепродуктов связано с рядом требований к прочности и надёжности ёмкости. В соответствии с данными [7], современные технологии изготовления вертикальных резервуаров позволяют создать достаточно долговечную и безопасную конструкцию, которая имеет гарантийный срок службы от 10 до 40 лет.

					Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рис. 11. Резервуар вертикальный стальной

**Горизонтальные цилиндрические резервуары.** Резервуары горизонтальные стальные применяются для приема, хранения и выдачи темных и светлых нефтепродуктов, технической воды. Горизонтальный аппарат с эллиптическими днищами. Производим данные резервуары диаметром до 3,5 метров, объемом до 100 м<sup>3</sup>. Любой материал: сталь углеродистая, низколегированная, коррозионностойкая. Все сварные соединения проходят строжайший контроль: внешний осмотр и измерения, ультразвуковой, радиографический. Изготовление строго по ГОСТ. Горизонтальный резервуары состоит из корпуса (стенки), двух днищ, опорных диафрагм, промежуточных колец жесткости, опор. Стенка горизонтального резервуара выполняется из нескольких листовых обечайек.

Каждая обечайка изготавливается из листовой или рулонной стали. Ширину листов принимают в пределах 1500-2000 мм. Листы и обечайки соединяются между собой сварными стыковыми швами, за исключением монтажных стыков, которые могут свариваться внахлестку.

Резервуары РГС могут изготавливаться в наземном и подземном исполнении, с плоскими и коническими днищами, с площадками обслуживания и без таковых, одностенными и двустенными, из низколегированной или нержавеющей стали, по типовым чертежам или эскизам заказчика.

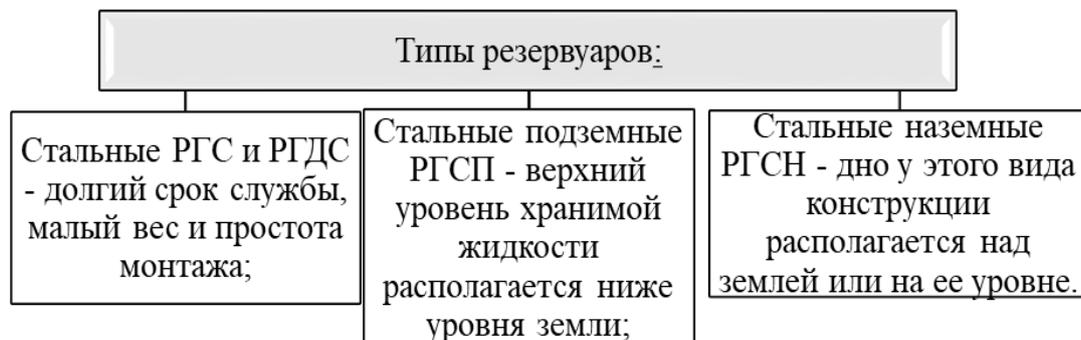


Рис.12. Типы горизонтальных цилиндрических резервуаров

Рекомендуемая толщина стенки рассматриваемого резервуара повышенного давления принимается равной 4 или 5 мм в зависимости от объема и избыточного давления. В типовых резервуарах величина радиуса сечения колеблется в пределах от 1,0 м до 1,62 м [8].



Рис. 13. Горизонтальный цилиндрический резервуар

**Каплевидные (сфероидальные) резервуары.** Так называются резервуары, у которых форма оболочки соответствует форме капли жидкости, лежащей на не смачиваемой горизонтальной поверхности. В основу конструирования таких резервуаров положен принцип равно прочности оболочки постоянной толщины, при этом полностью используется несущая способность оболочки.

Так как каплевидные резервуары в процессе эксплуатации подвергаются различным комбинациям нагрузок в зависимости от уровня нефтепродукта и давления в газовом пространстве, профиль равнопрочной без моментной оболочки сфероидальных резервуаров рассчитывают по наибольшей нагрузке, когда резервуар залит до максимального уровня, а давление в газовом пространстве равно давлению, на которое рассчитана дыхательная арматура. Для правильной и безопасной эксплуатации стальных наземных резервуаров, включающей прием, хранение и отпуск нефтепродуктов, замер уровня, отбор проб и другие операции, на резервуарах монтируется специальное оборудование: верхний световой люк, замерный люк, дыхательный клапан, огнепреградитель, подогреватели, водоспускные краны, предохранительные клапана и др. [9].

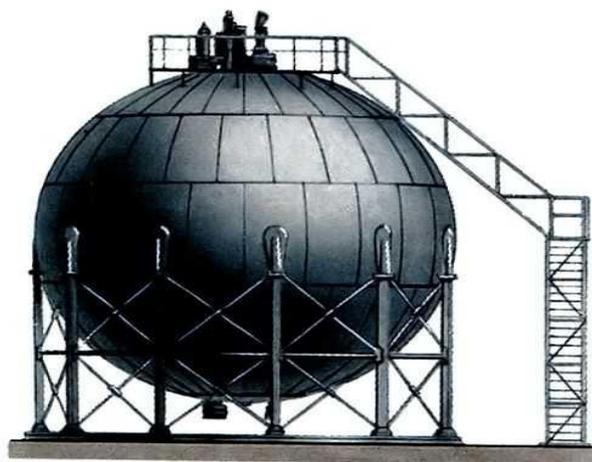


Рис. 14. Резервуар Каплевидный (сфероидальный) стальной

Приемно-раздаточные патрубки (штуцера) устанавливают на нижнем поясе вертикальных резервуаров или в нижней части шаровых и каплевидных резервуаров на отметке, позволяющей обеспечить, возможно более полное опорожнение резервуара.

Один или два стандартных люка, предназначенных для ремонтных целей, устанавливают на нижнем поясе резервуара [10].

### 1.3 Конструкционные особенности резервуаров вертикальных стальных

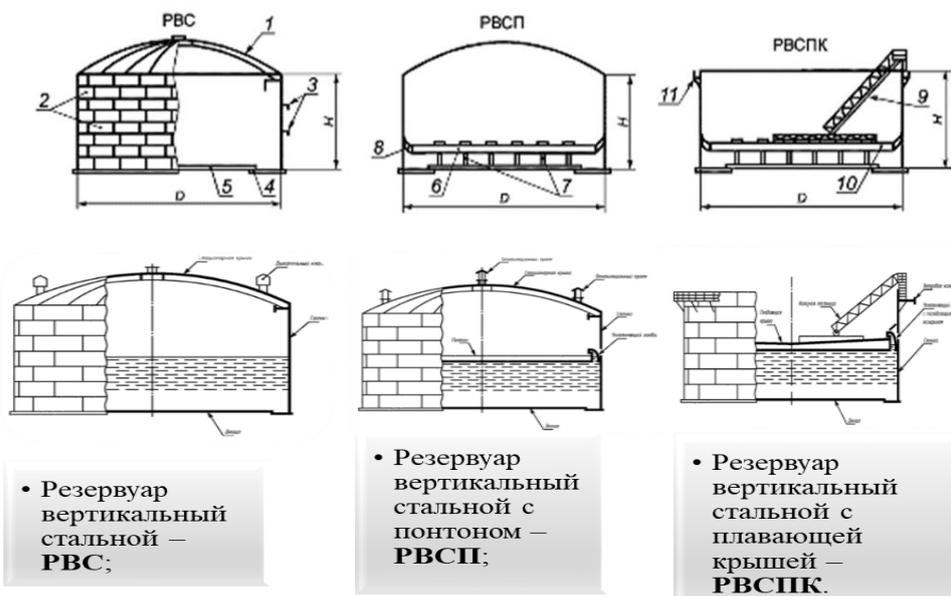


Рис. 15. Типы и конструктивные элементы резервуаров

- 1-Каркас крыши; 2-пояса стенки; 3-промежуточные кольца жесткости; 4-кольца окраек; 5-центральная часть днища; 6-понтон; 7-опрные стойки; 8-уплотняющий затвор;  
9-катучая лестница; 10-плавающая крыша;  
11-верхнее кольцо жесткости (площадка обслуживания)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**Резервуар вертикальный стальной (РВС).** Такие конструкции делаются без понтона и оснащены стационарной крышей. Они предназначены для хранения жидкостей с относительно низкой летучестью, температура воспламенения которых более 61 градуса. Чаще всего в этих емкостях держат дизельное топливо или мазут, а также масла, в том числе и пищевые, или даже обычную воду. Теоретически в емкостях такого типа могут храниться и легко воспламеняемые продукты. Но в таком случае нужно, чтобы оборудование вертикального резервуара соответствовало этим условиям.

В частности, нужна газовая обвязка или специальная установка, предназначенная для улавливания легких фракций [2, 4].

**Стационарные крыши резервуаров** (рис 16). Они применяются для предотвращения загрязнения воздуха легко воспламеняющимися испарениями. Бывают бескаркасными и каркасными. Бескаркасная конструкция применяется для малых объемов - до 5000 м<sup>3</sup>.

Каждый тип может иметь две разные геометрические формы: коническую или сферическую [11].



Рис.16. Резервуары вертикальные стальные с разными крышами:  
а) со сферической крышей; б) с конической крышей

**Бескаркасные крыши** - это лист настила конической или сферической формы в зависимости от объема: конические бескаркасные устанавливаются при объеме до 1000 м<sup>3</sup>, а сферические - до 5000 м<sup>3</sup> (рис.17).

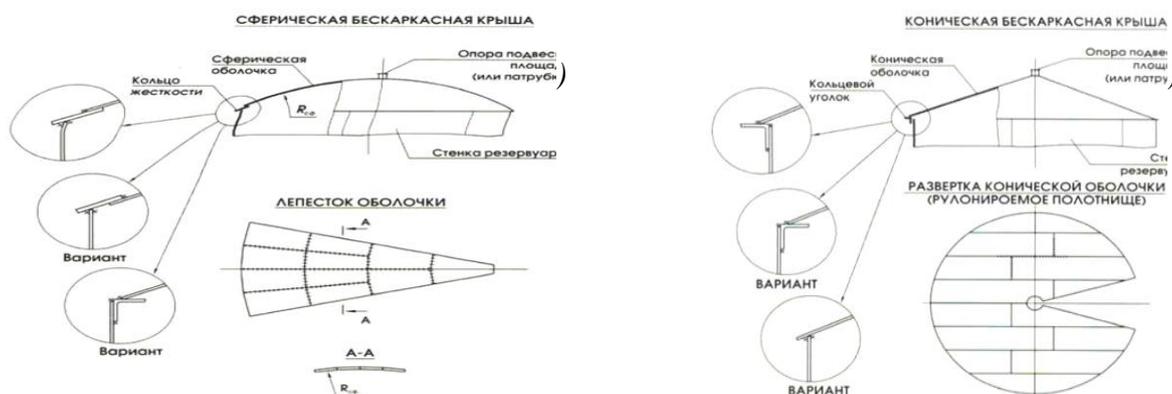


Рис. 17. Резервуар вертикальный стальной с разными крышами:  
а) с бескаркасной сферической крышей; б) с бескаркасной конической крышей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**Каркасные крыши** - это несущая металлическая конструкция, которая крепится к обечайке, и настил, свободно опирающийся на каркас. Их еще называют легкобрасываемыми. Они обладают большей сопротивляемостью высоким динамическим нагрузкам и используются при объеме более 5000 м<sup>3</sup>. Они изготавливаются во взрывозащищенном исполнении, так как могут выполнять функцию аварийного клапана в случае повышения давления: вместо серьезного разрушения и деформации отрывается настил в месте приварки каркаса, т.к. сам настил не крепится к корпусу. Таким образом обеспечивается целостность [11].

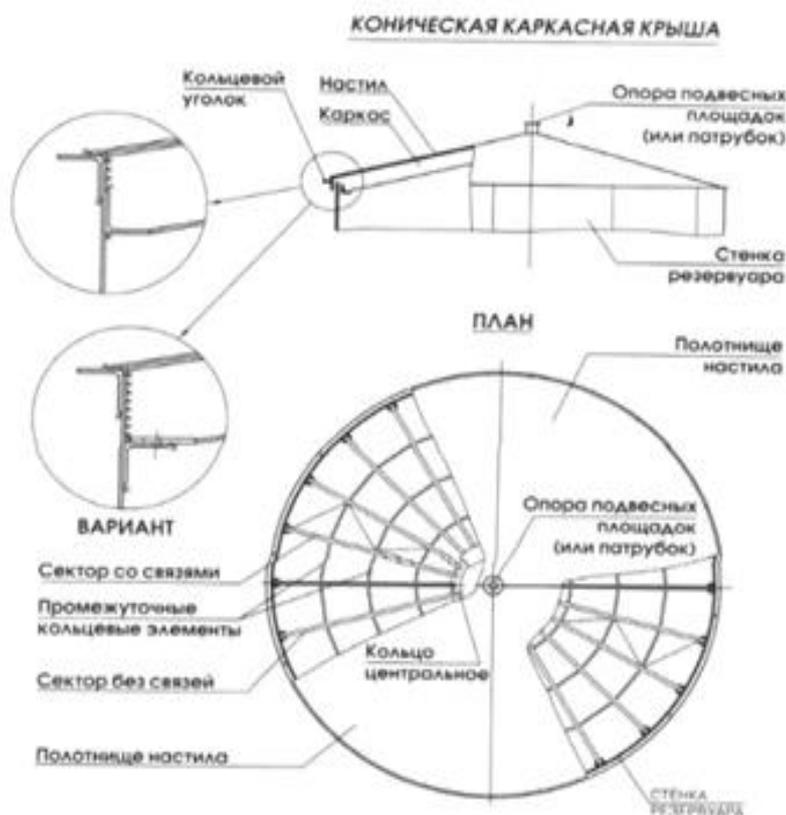


Рис. 18. Резервуар вертикальный стальной с каркасной конической крышей

Днища резервуаров РВС. РВС до 1000 м<sup>3</sup> изготавливаются с плоскими днищами. Их толщина одинаковая по всему периметру. Более крупные имеют конические днища, которые могут иметь уклон к центру или от центра. Наиболее распространенное - это коническое основание с уклоном от центра, т.к. это помогает избегать отложений донного осадка. Коническая конструкция, согласно [12], выполнена из центральной части и кольцевых окроек из более толстого металла (рис. 19).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

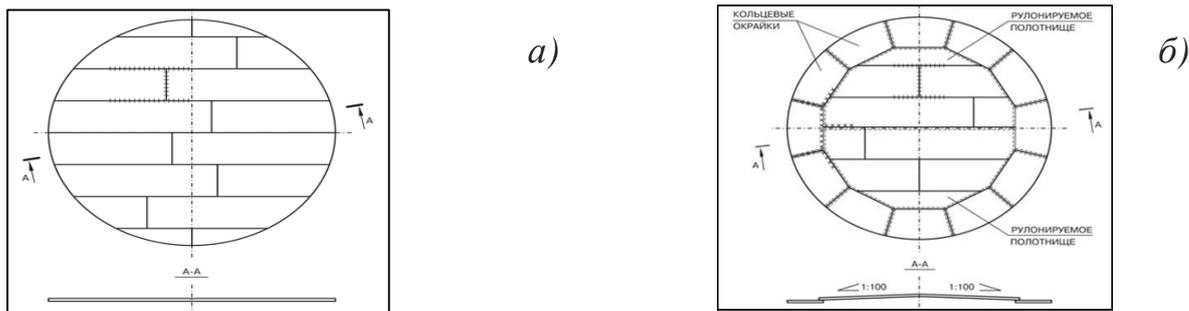


Рис. 19. Резервуар вертикальный стальной с разными днищами:  
а) с плоским днищем; б) с коническим днищем

**Резервуары вертикальные со стационарной крышей и понтоном.** Понтон- это жесткий диск, сделанный из стали или алюминия. Он должен закрывать не менее 90% поверхности и быть обязательно газонепроницаемыми, что предотвращает потери рабочей среды. Включает периферийное кольцо, обеспечивающее прочность и жесткость в месте крепления уплотнения, центральную часть, несущее кольцо с эластичным вкладышем, формирующее борт понтона и позволяющее закрепить уплотнение.

Такие емкости имеют цилиндрическую форму. Отличаются сферой применения, поскольку позволяют хранить легковоспламеняющиеся жидкости, в том числе нефть, керосин, обычный бензин или реактивное топливо. Их понтон представляет собой особое плавающее покрытие, характеризующееся жесткостью и газонепроницаемостью. Понтон закрывает не менее 90% площади емкости этого типа таково, что между понтоном и стенкой остается зазор, но его герметизируют с помощью специального уплотняющего затвора. Понтон используется для того, чтобы снизить скорость насыщения воздушного пространства парами нефтепродуктов;

Понтоны для вертикальных резервуаров они используются совместно со стационарным настилом.

Практика сооружения и эксплуатации металлических понтонов-выявила ряд недостатков в их конструкции: неудобство и продолжительный срок монтажа понтона в действующих резервуарах, быстрая коррозия и большой расход металла.

Дефектами понтонов могут быть не плотности или трещины в сварных соединениях коробов. Более серьезные дефекты возникают при перекосе короба или потоплении понтона. Из-за наличия газа в нефти при понижении давления на возвышенных участках трассы трубопровода образуются газовые пробки, которые при возобновлении перекачки попадают в резервуар и вызывают перекося стальных понтонов. Таким образом, в результате перекосов понтонов, переливов нефти (нефтепродуктов), кипения нефти возможно затопление бездефектных технически исправных металлических стальных понтонов.

Алюминиевые понтоны показали высокие эксплуатационные свойства, но известны случаи заклинивания понтона. Следует указать, что все типы понтонов, в конструкции которых содержится алюминий, подвержены воздействию щелочной среды.

Для снижения расхода металла и общей массы понтона используют неметаллические понтоны [11, 13].

**Резервуар вертикальный с плавающей крышей.** Она располагается фактически на поверхности хранимой жидкости. Плавучесть обеспечивается с помощью коробов или герметичных отсеков. Когда резервуар пуст, крыша держится на особых опорах, которые монтируют на днище. Чтобы исключить вращение крыши, используют направляющие трубы. Недостатком этого типа конструкции является потенциальное загрязнение хранимой жидкости атмосферными осадками, а также возможное примерзание затвора к стенкам емкости. Преимуществом же является снижение естественной потери продукта, происходящей от испарения;

Плавающая крыша стальных резервуаров применяются при максимальной снеговой нагрузке не более 1,5 кПа и специально монтируются с пригрузом центральной части для уклона к центру, что не дает попасть рабочему продукту на поверхность.

Плавающие крыши бывают однодечными и двудечными. Однодечная конструкция имеет эксплуатационные ограничения: они устанавливаются на корпус с диаметром до 50 м с максимальной ветровой нагрузкой 100 км/ч. Двудечная является усиленным вариантом, который обладает большей плавучестью. [11, 14].

Таблица 1 – Оборудование, установленное на резервуарах [11]

Оборудование	Наличие		
	РВС	РВСП	РВСПК
ДК	✓	—	—
Предохранительный клапан	✓	—	—
Пеногенератор	✓	✓	✓
Огневой предохранитель	✓	✓	✓
Приемо-раздаточный патрубков	✓	✓	✓
Вентиляционный патрубков	—	✓	✓
Система подслоного пенотушения	✓	✓	✓
Компенсирующая система приемо-раздаточных патрубков	✓	✓	✓
Пробоотборник	✓	✓	✓
Система размыва осадка	✓	✓	✓
Система орошения	✓	✓	✓
Кран сифонный	✓	✓	✓
Водоспуск с плавающей крыши	—	—	✓
Приборы контроля и сигнализации	✓	✓	✓
Уровнемер	✓	✓	✓
Люки	✓	✓	✓

#### 1.4 Проблемы, возникающие в процессе эксплуатации резервуаров

**Образование донных отложений.** Согласно [31], при хранении и перекачки состав нефти терпит изменения, особенно вблизи днищ резервуаров скапливаются осадки. На днищах резервуаров с течением времени при длительной эксплуатации накапливаются осадки, сокращающие полезную емкость и затрудняющие эксплуатацию резервуаров. Осадки на площади днища располагаются не равномерно, наибольшая их толщина создается в участках, удаленных от приемо-раздаточных патрубков, что не позволяет точно замерять фактическое количество нефти в резервуаре. Со временем осадок уплотняется и в отдельных зонах трудно поддается размыву. Для надежной эксплуатации резервуаров их необходимо периодически очищать от накопившихся отложений.

Резервуары из-под нефти зачищаются при необходимости: для освобождения от пирофорных отложений, высоковязких осадков, при проведении диагностики резервуара. Оборудованием для размыва донных отложений в резервуарах является «Диоген» или «Гайфун». Работа подобных устройств не влияет на прочность конструкции резервуара, в том числе не происходит накопление статического электричества.

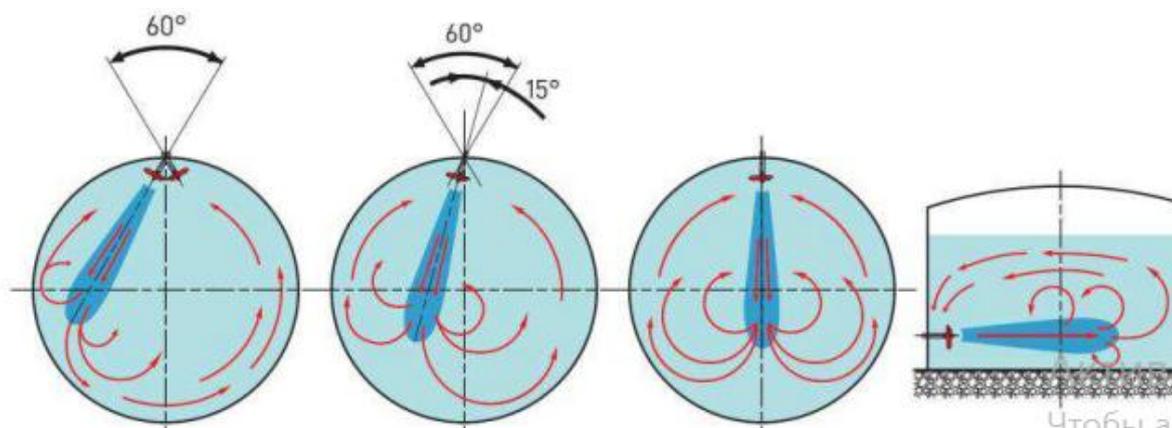


Рис. 20. Схема направления потоков жидкости в резервуаре при работе устройства

**Потери углеводородов при хранении.** Современные технологии транспорта и хранения не позволяют полностью исключить потери нефти и НП. Как показано в [15], это связано с характеристикой хранимого продукта, а именно: летучесть нефти и НП, давление паров насыщения, испаряемость легких фракций, вследствие чего остаточная часть сырья утяжеляется. Также на данный процесс влияет изменение температуры и давления, вследствие изменения условий окружающей среды, в которой находится резервуар, а также с частотой операций по его опорожнению и наполнению – цикличностью загрузки резервуара (чем больше переливаем, тем больше потери).

Технологические потери при зачистке резервуаров в соответствии с [17] состоят из массы НП донного осадка и массы НП, налипшего на внутренние стенки резервуара, удаляемого из резервуара на следующих этапах зачистки - разогреве, дегазации, промывке и удалении оставшихся на дне механических примесей [18].

Основная доля потерь приходится на период хранения ее в резервуарах (до 75 %). Все потери нефти и НП, в соответствии с , классифицируют по характеру возникновения по четырём группам: естественная убыль НП, аварийные и эксплуатационные потери и погрешности баланса (недостоверность учёта) (рис.21)

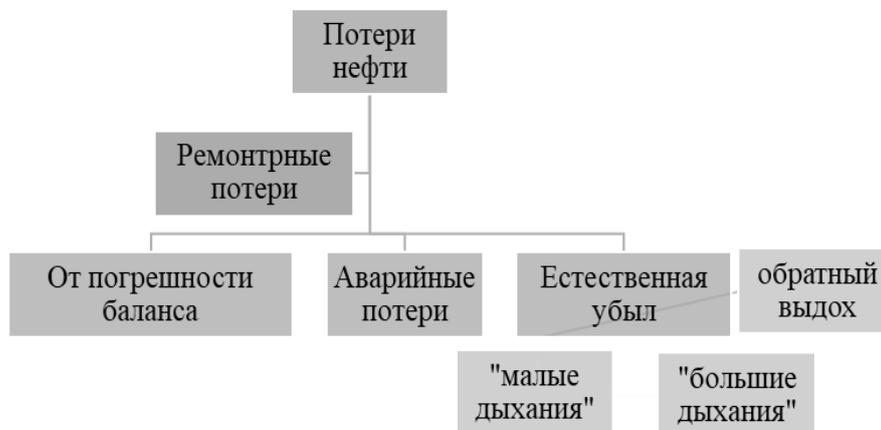


Рис. 21. Классификация потерь нефти и НП

При хранении УВ потери продукта делятся на два вида: потери от «*больших*» и «*малых*» дыханий.

«*Большие дыхания*» резервуаров – это выбросы паров нефти и НП во время закачки НП в резервуар или при его выкачке (операции опорожнения-наполнения). При откачке нефти или НП из резервуара, образуется вакуум, который заставляет воздух из атмосферы поступать в резервуар, при закачке же происходит интенсивное испарение продукта, давление в ГП увеличивается до критического значения, при котором ПВС выбрасывается в атмосферу через дыхательную арматуру.

«*Малые дыхания*» происходят при колебаниях температуры окружающей среды в течение суток. Днем окружающая среда нагревает резервуар, следовательно, у находящегося там продукта повышается температура, его объём увеличивается и повышается интенсивность испарения УВ. Давление в ГП повышается и при достижении его предельного значения открывается ДК – пары выпускаются в атмосферу. Ночью процесс протекает в обратном направлении — температура уменьшается и происходит конденсация паров в резервуаре, снижение давления в ГП, и при достижении его до минимального значения ДК открывается и в резервуар поступает воздух из атмосферы

Кроме этого, происходят потери от «обратного выдоха», а также от вентиляции ГП резервуара для предотвращения аварийного значения давлений и давления вакуума во избежание разрушения стенки резервуара и разлива продукта.

**Дефекты резервуаров и изменение их проектного положения.** Нарушение прочности и герметичности в РВС в большинстве случаев вызывается совокупностью различных неблагоприятных воздействий на конструкции.

В последнее десятилетие выход резервуаров из строя значительно опережает темпы их ремонта. Дефекты могут образоваться при изготовлении и монтаже резервуара, и в

процессе эксплуатации резервуаров на основном металле или сварном шве, оборудовании или элементах конструкции резервуара [15].

Основные неисправности (виды дефектов) стальных резервуаров могут быть представлены в зависимости от условий сооружения и изготовления конструкций их доставки на производственную площадку (рис. 22, рис. 23).



Рис. 22. Виды дефектов появившихся на этапе изготовления рулонных заготовок



Рис. 23. Виды дефектов появившихся на этапе изготовления рулонных заготовок

Дефекты резервуаров, возникающие в процессе длительной эксплуатации, – это следствие коррозионного износа, неравномерной осадки искусственного основания в результате проникновения в казематы грунтовых и поверхностных вод, а также давления грунтов, превышающего расчетную величину. Имеют место случаи деформаций и разрушений днищ и корпусов из-за пучения мерзлых грунтов при поступлении грунтовых вод и термоградиентной миграции вод.

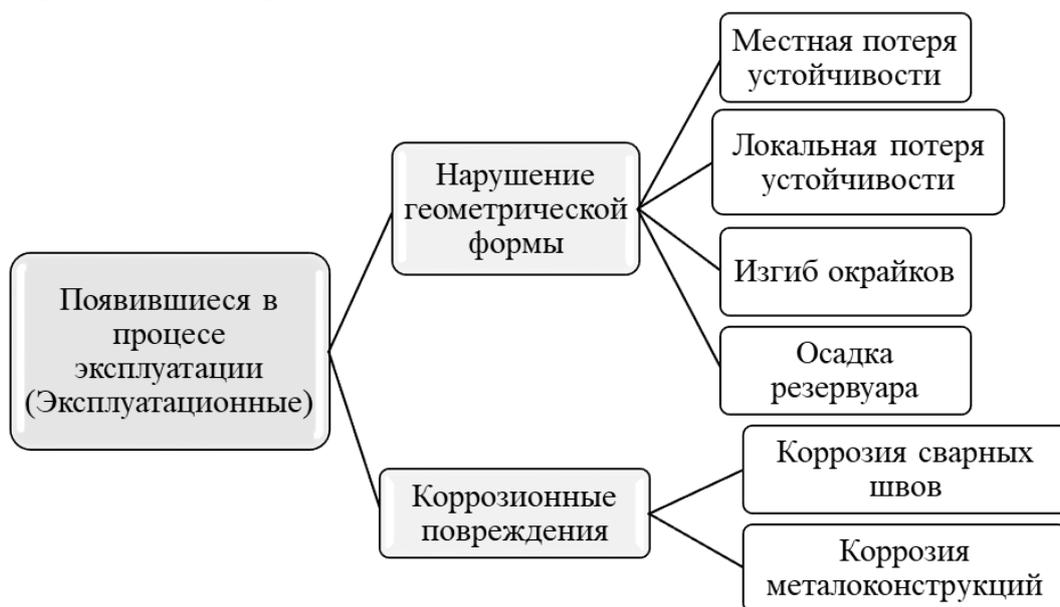


Рис. 24. Виды дефектов появившихся на этапе эксплуатации

К дефектам геометрической формы резервуара относят, в соответствии с [15, 16]:

- *вмятины (выпучены и впадины) на поверхности стенки резервуара;*
- *угловатости сварных соединений;*
- *отклонение образующей стенки от вертикали;*
- *осадка резервуара, отклонение контура днища от горизонтали;*
- *изгиб крайки днища резервуара.*

К дефектам сварного шва относят:

- *трещины, непровары, несплавление – дефекты в виде несплошности металла по сварному шву;*
- *поры, шлаковые включения, наружные дефекты (утяжка, подрез, наплывы, отклонение размеров шва от требования НД);*
- *смещение кромок – дефект сборки в виде несовпадения стыковых листов.*

К дефектам резервуарного оборудования относят:

- *износ и отказ технологического оборудования, систем пожаротушения, КИП приборов и системы АСУ ТП;*
- *продолжительность эксплуатации;*
- *нарушение технологии монтажа и сварки;*
- *коррозия металла;*
- *частая цикличность заполнения и опорожнения.*

## Виды дефектов по своему объему составляют

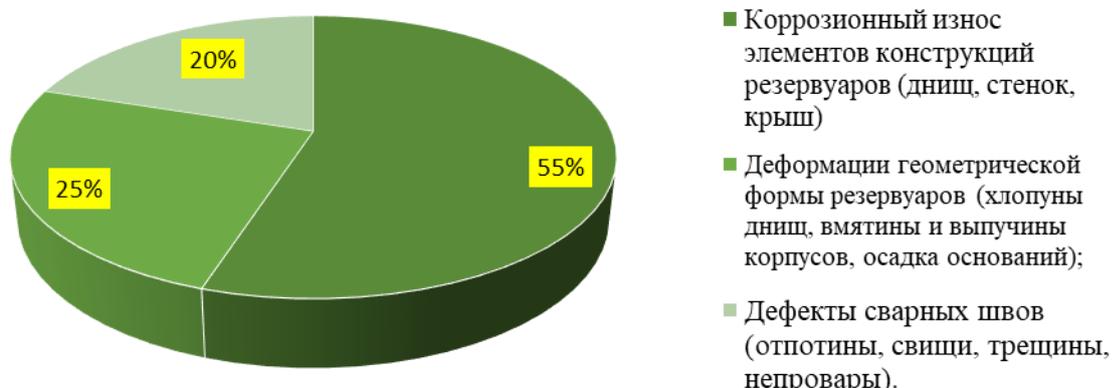


Рис. 25. Виды дефектов

Дефекты первой группы обусловлены недостаточным качеством работ при изготовлении и монтаже резервуаров, низким уровнем контроля при сооружении и приеме резервуаров в эксплуатацию. Особенно это характерно для резервуаров, сооруженных до 1960-х годов, со сварными соединениями, выполненными внахлест, как правило, ручной сваркой внутренних соединений с прерывистым швом и автоматической сваркой наружных соединений со сплошным швом.

Основные причины возникновения дефектов: деформация резервуаров и коррозионное воздействие хранимого в них нефтепродукта.

Деформация элементов конструкций резервуаров (стенок, днищ, крыш), как правило, вызвана следующими основными факторами:

- *неравномерной осадкой резервуаров;*
- *гидростатическим давлением хранимого нефтепродукта;*
- *колебаниями температуры окружающей среды;*
- *нарушениями правил технической эксплуатации резервуаров.*

Наиболее распространенный дефект, появляющийся в результате длительной эксплуатации резервуаров, – коррозионные повреждения элементов конструкций. Практика эксплуатации резервуаров показывает, что степень коррозионных повреждений элементов конструкций неодинакова. Так, более интенсивно повреждаются внутренние поверхности днищ, нижних поясов и уторных уголков резервуаров. Это обусловлено, прежде всего, контактом элементов их конструкций с подтоварными водами, а также коррозионной активностью и качеством хранимых в резервуарах нефтепродуктов. Однако процесс коррозии этих элементов носит неравномерный характер и проявляется в виде пятен, язв, очагов или прерывистых полос.

Результаты исследований показывают, что после длительной эксплуатации резервуаров (15–20 и более лет) наступает период изнашивания основных элементов их

					Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

конструкции. Основной причиной этого является следующее: в результате постепенного коррозионного изнашивания основного металла днища, стенок и кровли резервуары теряют свою устойчивость, возникают дефекты, не позволяющие продолжать хранение в них нефтепродуктов [17].

**Виды осмотров РВС.** Эксплуатируемые резервуары и их оборудование должно осматриваться в соответствии с правилами прописанными в Инструкции по промбезопасности [18] (табл. 2).

Таблица 2 - Виды осмотров резервуаров вертикальных стальных

Виды осмотров	В процессе эксплуатации осмотру подвергаются	Периодичность
Ежедневный осмотр обслуживающим персоналом	Корпус резервуара, выступающие части окрайки днища, кровля, площадки обслуживания, устройства молниезащиты и заземления, уровнемерные устройства, и оборудование находящиеся с наружи	Не реже 1 раза в сутки
Осмотр лицом, ответственным за безопасную эксплуатацию резервуаров	Сварные соединения и основной метал в доступных местах, обращая внимание на швы нижних поясов и местах проварки стенки к днищу, а также в местах присоединения люков-лазов, штуцеров и другого наружного оборудования без опорожнения резервуара от продукта с записью результатов осмотра в журнале «Эксплуатационные осмотры резервуаров»	Не реже 2-х раз в месяц
Осмотр комиссией	Оснащение резервуара комплектом оборудования в соответствии с проектом и действующими нормативными документами, правильность ведения технической документации, режим эксплуатации резервуара в соответствии с тех картой, состояние корпуса , кровли, сварных люков-лазов, наружного защитного покрытия, исправность уровнемерного устройства и соблюдение норм налива, разрешенных тех картой, герметичность фланцевых соединений, сальниковых уплотнений арматуры, состояние дыхательных механических и предохранительных клапанов и другого оборудования находящегося с наружи, работы обогревающих устройств, состояние заземления и молниезащиты, состояние обвалования, отмостки, а также лестниц, перил, площадок обслуживания	Не реже 1 раза в 6 месяцев

**Виды ремонтов РВС** представлены в табл. 3.

Таблица 3 - Виды ремонтов резервуаров вертикальных стальных

Виды ремонтов	Перечень работ	Периодичность работ	Выполняемые операции
1	2	3	4
Текущий ремонт	Работы по подготовке резервуара к летнему или зимнему периодам эксплуатации (проверка клапанов, снятие кассет огнепреградителей и другие), ремонт кровли, верхних поясов корпуса без применения огневых работ, ремонт оборудования расположенного с внешней стороны резервуара, ремонт наружного защитного покрытия изоляции	Проводится один раз в 6 месяцев (предпочтительно в периоды подготовки к зиме или лету).	Установка или снятие кассет огнепреградителей.
Средний ремонт	Работы связанные с зачисткой, дегазацией резервуара, замена отдельных листов корпуса, кровли, днища с применением сварочных и огневых работ, удаление дефектных сварных швов, ремонт или замена оборудования, выравнивание неравномерной просадки резервуара, полная ревизия резервуара, испытание на прочность отдельных узлов и РВС в целом, работы по антикоррозионным покрытиям внутри и покраска снаружи, ремонт обвалования.	Устанавливается в зависимости от типа, конструкции, вместимости и фактической скорости коррозии наиболее изнашиваемых основных несущих элементов (днища, стенки корпуса, кровли).	Внутренний осмотр поверхностей и сварных швов РВС и оборудования, находящегося снаружи и внутри, ревизия вспомогательного оборудования с частичной или полной разборкой. Осмотр стыковых швов окраек днища, швов в месте примыкания стенки корпуса к днищу, сварных соединений стенки и кровли, замер толщины металла стенок, кровли и днища, контроль просадки РВС путем нивелирования, проверка геометрической формы РВС, проверка состояний заземления и молниезащиты, проверка противопожарного оборудования, испытания на прочность и плотность

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

1	2	3	4
Капитальный ремонт	Работы предусмотренные средним ремонтом, работа по замене большого объема дефектных частей корпуса, днища, кровли и оборудования, ремонт основания и отмостки, полная ревизия РВС, испытания на прочность и плотность.	Устанавливается для каждого РВС на основании эксплуатационных осмотров, и ревизий с учетом его фактического износа и особенностей условий эксплуатации и анализа технического состояния.	Выполняются такие же операции, что и при среднем ремонте, кроме того дополнительно, Проводится проверка всех стыковых вертикальных швов и место пересечение вертикальных с горизонтальными двух нижних поясов снаружи с внутри РВС, стыковые швы окраек днища и швы в месте примыкания стенки к днищу внутри и снаружи РВС, проводится 100% наружный осмотр кровли, проверяется состояние основания и отмостки

**Освещение территории резервуарного парка.** Территория резервуарного парка в ночное время должна иметь освещение отвечающее нормам, изложенным в таблице 4 [18].

Таблица 4 Освещение территории резервуарного парка

Освещаемые рабочие поверхности	Минимальная общая освещенность, ЛК
Резервуарные парки	5
Места измерения уровня, задвижки	10
Лестницы, обслуживаемые площадки	10
Места установки КИП	30
Проезды: вспомогательные	0,5
главные	-3

## 1.5 Особенности хранения высоковязких и легкозастывающих нефтей в резервуарах

### 1.5.1 Высоковязкие нефти и нефтепродукты

Высоковязкая нефть - это нефть, в состав которой входит большое количество тяжелых углеводородов. Вязкость ВВН быстро увеличивается при снижении температуры, и застывает такая нефть при сравнительно низких температурах.

					Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

В состав ВВН входит большое количество парафинов. При высоких температурах ВВН является маловязкой жидкостью, однако при снижении температуры ниже начала кристаллизации в ней начинают выделяться кристаллы парафина, количество которых увеличивается по мере снижения температуры нефти.

Обычным способом перекачка такой нефти нерациональна, так как велико гидравлическое сопротивление течению.

Вязкость в пластовых условиях для месторождений тяжелой ВВН варьируется от относительно небольших значений 20 МПа·с до величин, близких к значениям природного битума (9000 МПа·с). При этом большинство месторождений имеют вязкость в пределах 1000 МПа·с.

### 1.5.2 Современные технологии хранения тяжелой нефти

Монтаж вертикальных резервуаров учитывает параметры хранимого вещества в резервуаре. В процессе эксплуатации наибольшие расходы газовой смеси имеют место при заполнении-опорожнении резервуаров. Следует иметь в виду, что при их заполнении легкоиспаряющимися нефтепродуктами расход вытесняемой паровоздушной смеси складывается из расхода закачки и расхода испаряющегося при этом нефтепродукта. В то же время при опорожнении резервуаров с легкоиспаряющимися нефтепродуктами расход подсосываемого воздуха складывается из расхода откачки и дополнительного расхода на то, чтобы компенсировать разность плотностей ПВС и воздуха.

При хранении высоковязких нефтепродуктов, отличающихся очень низкой испаряемостью, вместо дыхательных и предохранительных клапанов резервуары оснащают вентиляционными патрубками. Они представляют собой короткую металлическую трубу, оснащенную коническим козырьком, предотвращающим попадание внутрь резервуара дождевой воды и снега.

Вентиляционные патрубки устанавливают также на крыше резервуаров с понтонами (чтобы обеспечить выдувание паров нефтепродукта из надпонтонного пространства и концентрацию углеводородов в нем меньшую, чем нижний предел интервала взрываемости). Кроме того, вентиляционный патрубок размещается над трубчатыми направляющими 20 резервуаров с плавающей крышей. Патрубки предназначены для постоянного сообщения газового пространства резервуаров с атмосферой, обеспечивая, таким образом, отсутствие внутреннего давления и вакуума. Кроме этого, патрубки исключают попадание посторонних предметов внутрь резервуаров.

Способ основан на поддержании температуры в емкостях, обеспечивающей текучесть продукта за счет циркуляционного подогрева. Предусмотрен постоянный подогрев мазута только в расходном резервуаре, а в резервуарах длительного хранения нефтепродукты хранят при температуре окружающего воздуха. Расходный резервуар постоянно пополняют нефтепродуктом одного из резервуаров длительного хранения, для чего в последний не более чем за 15 мин до забора из контура циркуляции подают горячий продукт через коллектор локального разогрева при температуре не ниже 90°C.

					Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.5.3. Проблема утилизации нефтешламов при хранении тяжелой нефти

Существует огромное количество способов переработки нефтесодержащих отходов: термическое или сжигание, обезвоживание, сушка; биологическое или биоразложение; физическое разделение или отстаивание; химическое – использование химических реагентов. Способ очистки нефтешламов имеет различную экономическую и экологическую эффективность. Наиболее распространенными способами утилизации являются: термический метод, фильтрование и отстаивание. В процессе переработки нефтяных остатков возможно разделение на фракции [31, 32].

Несмотря на то, что утилизация нефтешламов направлена на улучшение экологической обстановки в стране, она может оказаться куда более вредной для окружающей среды, чем ее отсутствие. Многие примитивные методы, применяемые в России, наносят прямой или косвенный ущерб природной среде. Так, например, при нагреве нефтешлама (выпаривании) значительная часть вредных испарений прямым образом попадает в атмосферу.

К недостаткам сжигания нефтешламов следует отнести их реализацию на установках со сложным аппаратурным оформлением при высоких температурах, что требует высоких капитальных и эксплуатационных затрат. Существуют ограничения использования данного метода по составу нефтешлама. С продуктами реакции выносятся часть энергии в виде тепла, что существенно снижает энергетическую эффективность. Зачастую наблюдается новое загрязнение атмосферного воздуха газообразными продуктами сжигания нефтепродуктов.

Недостатками биологического метода утилизации нефтешламов являются высокие энергетические затраты на его осуществление, сложность и многостадийность процесса, в том числе наличие стадии выделения, наращивания и внесения бактерий-деструкторов для разложения загрязнителей обрабатываемого материала. Несовершенными являются и физические, и физико-химические методы утилизации. Низкая эффективность физических методов разделения, значительная длительность процесса и ограниченная область применения также не позволяет отнести эти методы к перспективным и современным.

Воздействие на нефтешламы с помощью химических веществ приводит к существенному возрастанию себестоимости конечного продукта, к потребности применения специального оборудования и его ускоренному износу, является сложно регулируемым процессом. Некоторые авторы считают, что химические методы переработки нефтешламов подходят для донной части шламохранилищ с целью предотвращения загрязнения грунтовых вод путем связывания шламов в минерально-органические комплексы. Методы переработки нефтешламов имеют очень низкую эффективность и избирательность к составу нефтеотходов, а также дорогостоящи [32].

Общим недостатком всех известных технологий утилизации и переработки нефтешламов является их низкая производительность и высокие материальные, энергетические и финансовые затраты на их реализацию. Поэтому предприятиям необходимо продумать, как правильно организовать процесс, чтобы обеспечить

					Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рентабельность применяемых методов. Это довольно сложно, ведь внедрение той или иной перерабатывающей технологии зависит от состава используемого сырья, природы нефтешламов, соотношения в них органических и неорганических компонентов, экологических требований, а также от конкретных условий – профиля предприятия, его технических возможностей и т. д. Все эти факторы затрудняют полную и интенсивную переработку шламов с предельной экологической безопасностью для окружающей среды. На сегодняшний день самые распространенные методы утилизации нефтешламов можно классифицировать на:

- *механические;*
- *физико-химические;*
- *термические;*
- *биохимические;*

*комбинированные методы, основанные на сочетании вышеперечисленных методов.*

					Технологии безопасного хранения нефти в емкостях на территориях нефтеперекачивающих станций и нефтебаз	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] [19].

**2.2 Геолого-физическая характеристика Месторождения**

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

**2.3 Литолого-стратиграфическая характеристика разреза**

[REDACTED]

[REDACTED] [20].



## 2.5. Характеристика резервуара вертикального стального

Резервуар вертикальный стальной цилиндрический РВС-2000 м<sup>3</sup> предназначен для легкозастиывающей хранения нефти (табл. 5).

Таблица 5. Общие характеристики РВС-2000 м<sup>3</sup>

Характеристики	Значения
Объем резервуара:	2000 м <sup>3</sup>
Номер резервуара:	3
Наименование объекта	██
Назначение резервуара	Резервуар для хранения нефтепродуктов
внутренний диаметр стенки	15180 мм
высота стенки	11920 мм
Технический проект	██
Рабочие детализировочные чертежи	██
Проект основания и фундаментов под резервуар	██
Проект резервуарного оборудования	██
Проект антикоррозионной защиты резервуара	██

РВС состоит из:

- *двух рулонов (массой 21 т каждый);*
- *окрайки;*
- *днища;*
- *стационарной крыши.*

██  
██  
██  
██  
██  
██  
██  
██  
██  
██ [23]



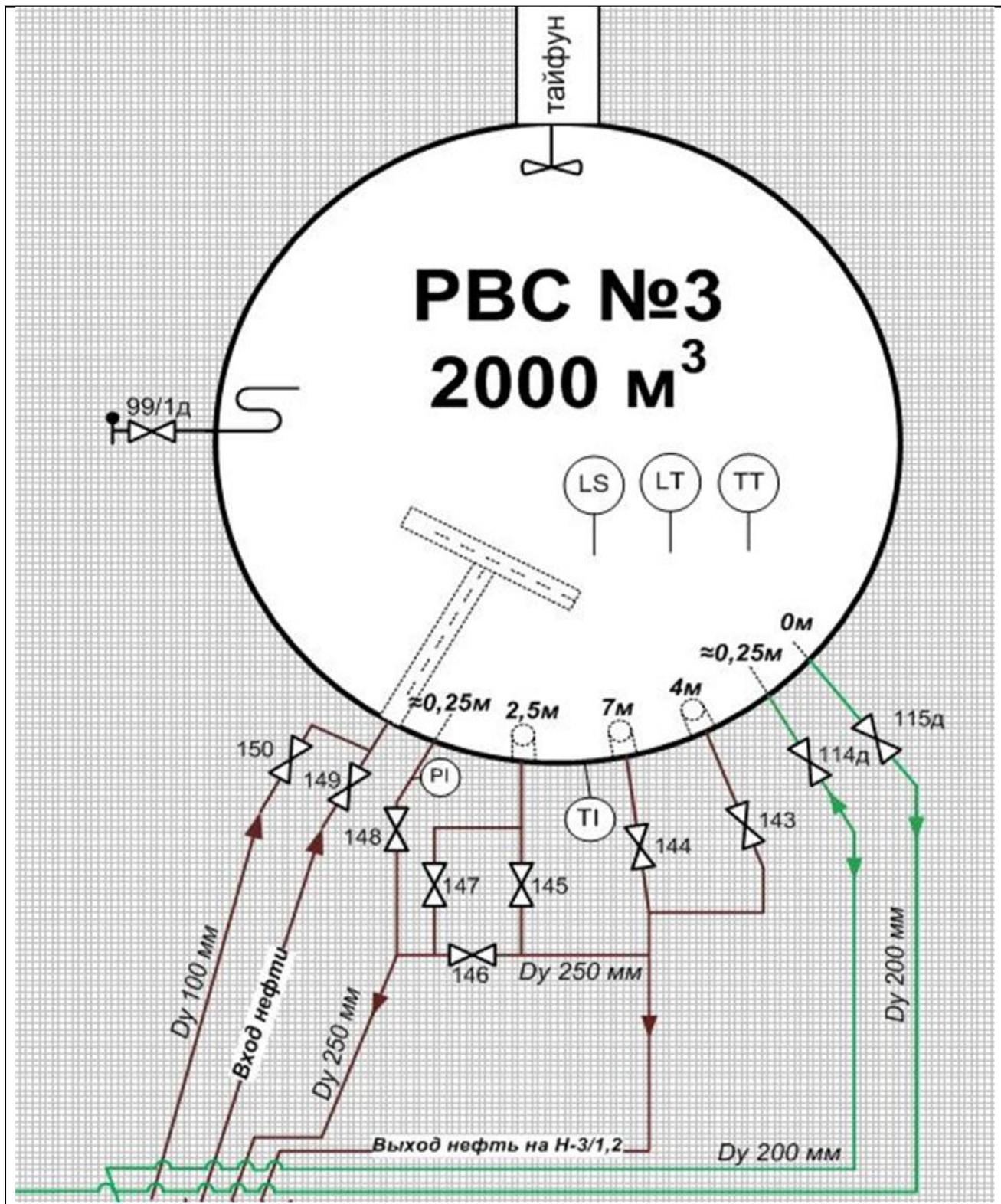


Рис. 28. [REDACTED]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 2.7. Проектно-технические характеристики резервуара

Основные проектные технические характеристики резервуара вертикального стального объемом 2000 кубических метров представлены в табл. 6.[23, 24].

Таблица 6. Проектно-технические характеристики РВС 2000 м<sup>3</sup>

Техническая характеристики	Проектное значение или наименование
Тип резервуара	РВС 2000
Номер проекта	
Вместимость м <sup>3</sup>	2000
Основные размеры резервуара	
Внутренний диаметр, м	15180
Высота ,м	11920
Количество поясов, шт.	8
Высота пояса № 1, мм	1490
Высота пояса № 2, мм	1490
Высота пояса № 3, мм	1490
Высота пояса № 4, мм	1490
Высота пояса № 5, мм	1490
Высота пояса № 6, мм	1490
Высота пояса № 7, мм	1490
Высота пояса № 8, мм	1490
Объем одного см емкости, м <sup>3</sup>	1490
Общий объем резервуара на высоте 11920	2149,493
Сведения о материале основных элементов резервуара	
Марка стали и толщина днища, мм	С345 09г2с, 5-7 (от центра)
Марка стали и толщина листа стенки, мм	С345 09г2с, 7-5 (вверх от 1-го пояса)
Марка стали и толщина листов кровли, мм	С345 09г2с, 5
Способ наполнения/опорожнения резервуара	наполнение самотеком с КС, опорожнение насосом ЦНС АНТ 60/99
Скорость наполнения, м <sup>3</sup> / час	60
Скорость опорожнения, м <sup>3</sup> / час	60
Максимальный уровень заполнения, м	1050
Минимальный уровень наполнения, м	0,5
Внутреннее избыточное давление, МПа, не более	0,0015-0,0016
Вакуум срабатывания, МПа, не более	0,00010-0,00015
Температура воздуха при эксплуатации, °С	от -40 до + 40
Проектная скорость коррозии	1мм
Срок службы резервуара, лет, не менее	30
Тип хранимого продукта	взрывоопасный, пожароопасный токсичный

## 2.8. Перечень оборудования, установленного на резервуаре

Перечень оборудования, установленного на резервуаре представлен в табл. 7.

Таблица 7. Проектно-техническое оборудование РВС 2000 м<sup>3</sup> [25].

П/п	Название оборудования	Тип	Кол-во
1	Люк- лаз овальный	ЛЛ 600х900	2
2	Люк световой	Ду 500	4
3	Люк замерной	Ду 150	1
4	Патрубок монтажный	Ду 100	2
5	Патрубок монтажный	Ду 300	5
6	Патрубок монтажный	Ду 250	-
7	Клапан дыхательный	КДС-1500/500	2
8	Пеногенераторы	ГПСС 600	3
9	Датчик температуры	Метран 286	2
10	Приемо-раздаточный патрубок	Ду 50	2
11	Приемо-раздаточный патрубок	Ду 100	2
12	Приемо- раздаточный патрубок	Ду 300	5
13	Задвижки:	Ду 50х16	2
		Ду 100х16	2
		Ду 300х16	5
14	Молниеприемник	МП	3
15	Огневой предохранитель	ОПЛ - 500	2
16	Уровнемер	Rosemount 3302	1
17	Сигнализатор уровня	Rosemount 2120	2
18	Уровнемер	ДУЖ-1М	1
19	Кольцо орошения	Ду 100	1
20	Пенопровод	Ду150/100	1

Каждый действующий резервуар должен быть оснащен полным комплектом соответствующего оборудования, предусмотренного проектом и правилами безопасности в НГП и обеспечивающее безопасную эксплуатацию и снижение потерь хранимого продукта от испарения:

- дыхательные и предохранительные клапаны;
- огневые предохранители;
- приборы контроля и сигнализации (уровнемеры, сниженные пробоотборники ПСР, сигнализаторы уровня, манометры, приборы и средства автоматике систем противоаварийной защиты.);
- противопожарное оборудование;
- приемо-раздаточные патрубки;
- вентиляционные патрубки;
- люки-лазы, люки световые и люки замерные.[18, 24].

					Характеристика объекта исследования	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Люк-лаз овальный.** Люк-лаз ЛЛ-600/900 (рис. 29) предназначен для внутреннего осмотра, ремонта и очистки резервуаров для хранения и раздачи нефти и нефтепродуктов.

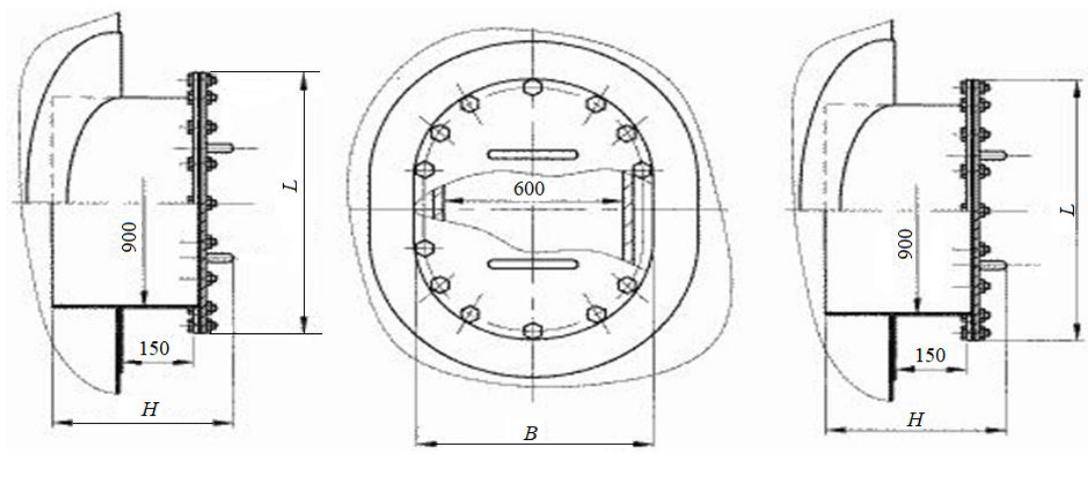


Рис. 29. Общая схема люка- лаза (ЛЛ 600х900)

Корпус люка состоит из обечайки с приваренным к ней фланцем. К фланцу корпуса болтами и гайками через прокладку, обеспечивающую герметичность соединения, крепится крышка. На крышке имеются ручки для транспортировки люка в собранном состоянии или для её открывания.

По устойчивости к воздействию климатических факторов соответствует исполнению УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ Р 15150-69. Для удобства открывания и закрывания люки оборудованы поворотным устройством.

Средний ресурс – 5000 циклов. Под циклом понимается одно открытие и закрытие люка. Срок службы – 15 лет [26] (табл. 8):

Таблица 8. Общие характеристики люка-лаза РВС 2000 м<sup>3</sup>

Наименование параметра	Значение
Люк-лаз	ЛЛ-600/900
Диаметр условного прохода, мм	600/900
Условное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,1 (1)
Диаметр наружный, мм	-
Длина, мм	1065
Ширина, мм	765
Высота, мм	410

**Люк световой** (рис. 30, табл. 9) предназначен для внутреннего осмотра, проветривания резервуара во время ремонта и зачистки, а также для подъема крышки хлопушки при обрыве рабочего троса.

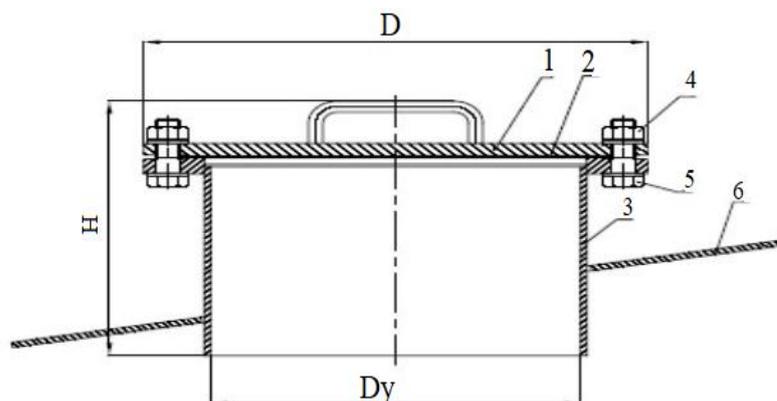


Рис.30. Световой люк:

1 – крышка; 2 – прокладка; 3 – корпус; 4 – гайка; 5 – болт; 6 – усиливающая накладка

Таблица 9. Параметры оборудования

Наименование параметра	Значение
Световой люк	ЛС-500
Условный проход, DN	500
высота, H	565
диаметр люка наружный	640
Диаметр усиливающей накладки, Dн	1100
h min, не более	250
Масса, кг, не более	104

Люки *замерные ЛЗ* (рис.31) предназначены для отбора проб и замера уровня нефтепродуктов в резервуарах нефтебаз и АЗС [26].

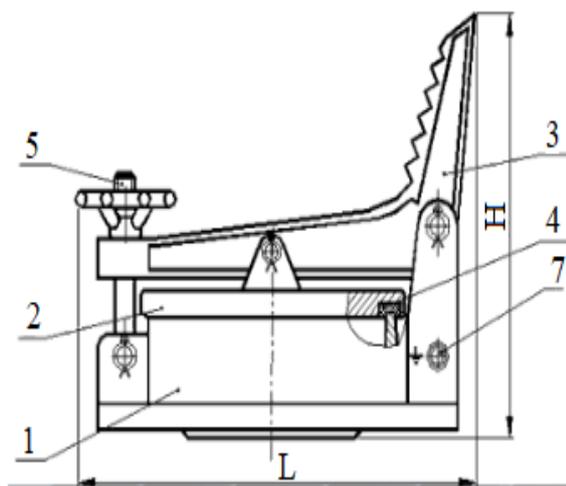


Рис.31. Люк замерный:

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – педаль; 4 – резиновая прокладка; 5 – откидной болт с гайкой;  
6 – латунная вставка; 7 – винт заземления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Таблица 10. Параметры оборудования

Наименование параметра	Значение
Люк замерный	ЛЗ -150
Габаритные размеры, мм, не более:	
высота $H$	240
ширина $L$	94
диаметр $D$	260
Присоединительные размеры:	
диаметр окружности $D1$ , мм	225
диаметр крепежных отверстий $d$ , мм	18
Количество крепежных отверстий $n$ , шт	8
Масса, кг, не более	3,3

**Патрубки монтажные** (рис. 32) являются составной частью резервуара и предназначены для установки технологического оборудования, необходимого для эксплуатации резервуаров и устанавливаются на вертикальных или горизонтальных резервуарах для хранения нефти, нефтепродуктов и химических жидкостей [26].

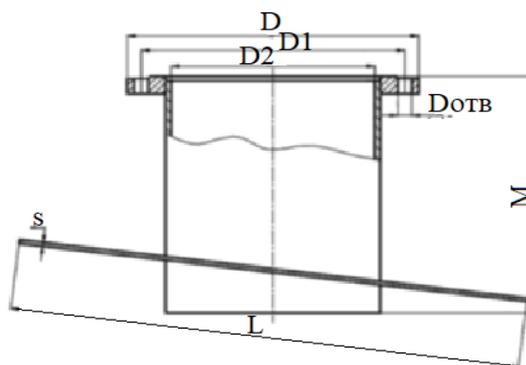


Рис. 32. Патрубок монтажный ПМ

Таблица 11. Параметры оборудования

Обозначение изделия	Диаметр условного прохода, DN	Присоединительные размеры фланцев на условное давление 0,6 МПа ( 6 кгс/см <sup>2</sup> )				Габаритные размеры, мм, не более		Масса, кг, не более
		D, мм	D1, мм	d, мм	n, шт.	H	D2	
<b>ПМ-100</b>	100	205	170	18	4	260	220	11,9
<b>ПМ-250</b>	250	370	335	18	12	320	550	32,77
<b>ПМ-300</b>	300	435	395	22	12	340	650	41,6

**Клапаны дыхательные совмещенные КДС-1500** (рис.33) предназначены для герметизации газового пространства в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами, а также для поддержания в них проектных величин внутреннего давления и вакуума. Слово «совмещенный» в наименовании клапана указывает на то, что в данном устройстве совмещены функции как клапана давления, так и клапана вакуума.[26]

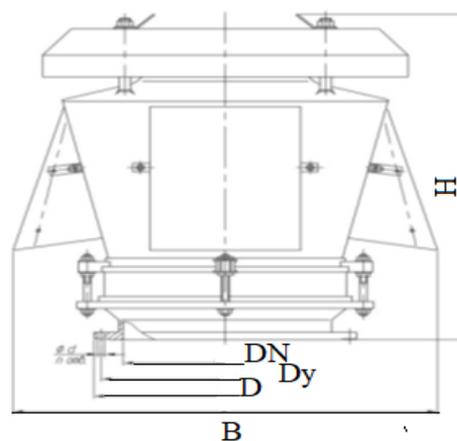


Рис. 33. Клапан дыхательный совмещенный

Таблица 12. Параметры оборудования

Наименование параметров		КДС - 1500/500
Условный проход DN		500
Рабочее давление, Па (мм вод.ст.)		2000 (200)
Рабочий вакуум, Па (мм вод.ст.)		250 (25)
Давление срабатывания, Па (мм вод.ст.), не более		1600 (160)
Вакуум срабатывания, Па (мм вод.ст.), не более		150 (15)
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч, не более		1500
Габаритные размеры, мм, не более:	- длина L	900
	- ширина	900
	- высота H	800
Присоединительные размеры, мм	D	640
	D <sub>1</sub>	600
	d	22
	n, шт.	16
Масса, кг, не более		85

**Генератор пены средней кратности стационарный** (рис.34), предназначен к применению в стационарных установках пенного пожаротушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами [26].

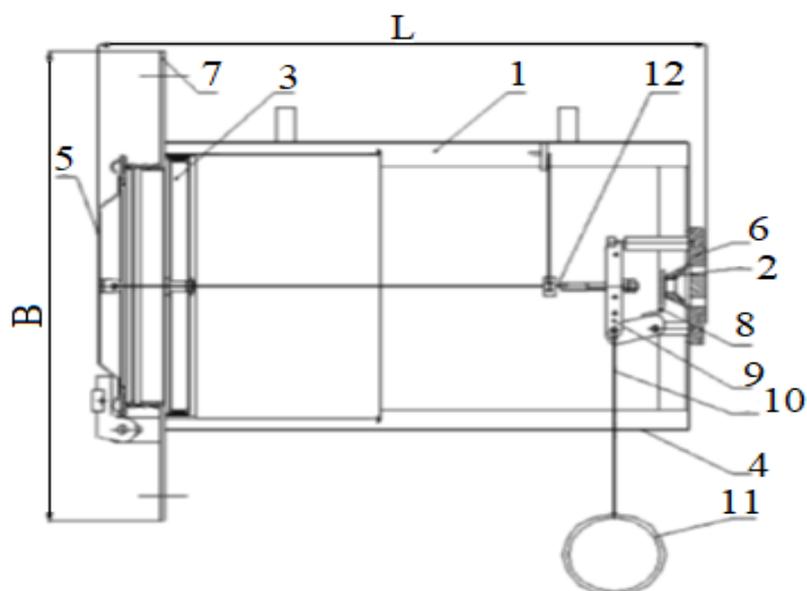


Рис.34. Генератор пены ГПСС-600:

1 – корпус; 2 – распылитель; 3 – кассета; 4 – сетка; 5 – крышки; 6,7 – фланцы; 8 – заслонка; 9 – вилка; 10 – канат; 11 – ручка; 12 – тяга

Таблица 13. Параметры оборудования

Наименование параметра		Обозначение генератора
		ГПСС-600
		Значение параметра
Давление перед распылителем, МПа, не более		0,8
Расход раствора пенообразователя, л/с, не более		8
Кратность пены, не менее		70
Усилие срабатывания ручного привода, Н	не менее	80
	не более	90
Габаритные размеры, мм, не более:		
длина L		600
ширина		570
высота H		570
Масса, кг, не более		34

**Патрубки приемо-раздаточные ППР** (рис.35) являются частью резервуара и предназначены для подсоединения запорной арматуры, хлопушек и другого оборудования. Патрубки типа ППР монтируются на стальном резервуаре по его типовому проекту [26].

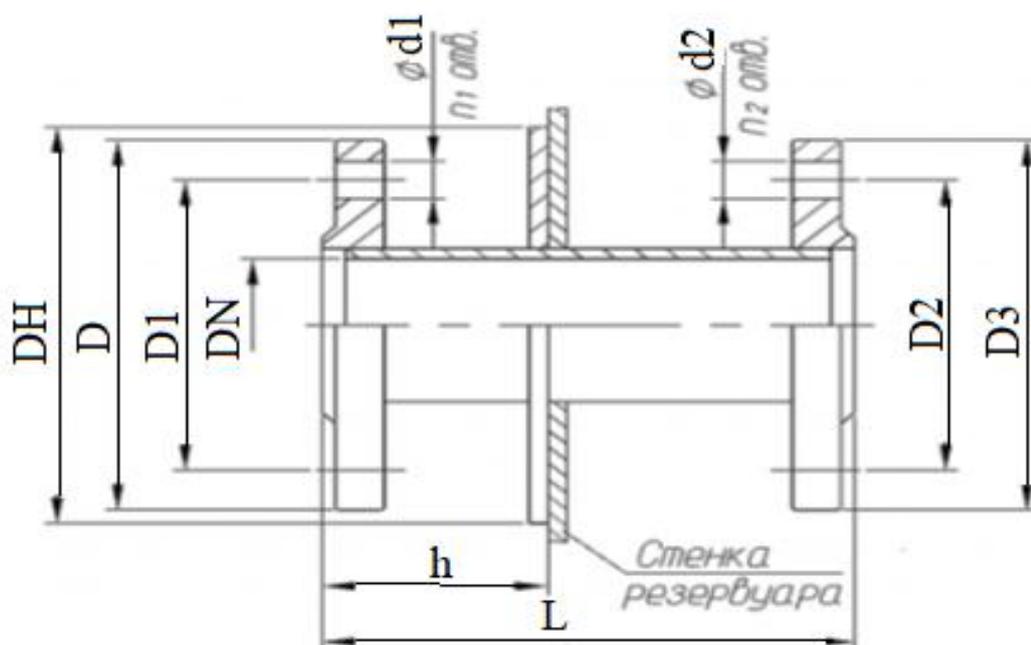


Рис. 35. Патрубок прямо-раздаточный ППР

**Огнепреградители ОПЛ-500** (рис. 36) предназначены для временного предотвращения проникновения пламени внутрь резервуара с нефтью и нефтепродуктами, при воспламенении выходящих из резервуара взрывоопасных смесей газов и паров. Основным элементом огнепреградителя ОПЛ-500 является огнепреграждающий элемент. Он представляет собой намотанную на ось гофрированную ленту, гасящее действие которой основано на принципах интенсивного теплообмена, который происходит между стенками узких каналов огнепреграждающего элемента и газоздушным потоком, проходящим через элемент. В результате данного теплообмена снижается температура газозвездного потока до безопасного значения. Огнепреграждающий элемент состоит из плоской и гофрированной алюминиевых лент, намотанных на ось, которая также предохраняет элемент от выпадания. Корпус огнепреградителя ОПЛ-500 изготавливается из алюминиевого сплава. Запрещается установка огнепреградителей ОПЛ-500 в магистральные трубопроводы. Огнепреградители ОПЛ-500 изготавливаются условным диаметром Ду500 [26].

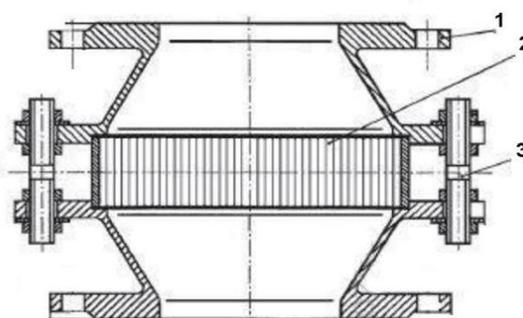


Рис.36. Огнепреградители ОПЛ-500:

1-корпус, 2- огнепреграждающий элемент, 3-шпильки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 14. Параметры оборудования

Обозначение	DN	D <sub>н</sub>	H	D	D <sub>1</sub>	d	n	Масса, кг
ОП-500	500	858	317	644	600	22	16	87

## 2.9 Устройства и технологии для размыва донных отложений

В ряде случаев для размыва донных отложений используют специальные устройства типа «Тайфун» [27]. Сущность метода основана активном вращательном воздействии на нефть, что приводит жидкость в движение и размывает отложения с помощью специального устройства, включающего в себя пропеллер и асинхронный двигатель с автоматическим приводом, установленные на нижнем поясе резервуара. Также существуют специальные комбинированные методы, сущность которых заключается в одновременном проведении операций заполнения резервуара через систему размыва и откачки его через приемо-раздаточный патрубок

В нашем случае ввиду конструктивных решений подобные устройства отсутствуют и применяться не могут.

**Опорожнение резервуара.** Наиболее распространенным методом является перекачка из одного резервуара в другой при помощи насосов. В нашем случае откачка нефти из резервуара производится при помощи нефтезаборных стояков, размещенных рядом с резервуаром. Сущность метода основана на сообщающихся сосудах, при открытии необходимых задвижек нефть перетекает в стояк, затем открывая задвижку во второй резервуар, перепускаем в него нефть [27].

После удаления нефти необходимо дренировать воду из резервуара через сифонный кран в дренажные емкости.

Перед дренированием необходимо осмотреть сифонный кран на наличие течи через сальниковые уплотнения, проверить работоспособность поворотного механизма.

В процессе дренирования жидкости необходимо проверять уровень жидкости. Как только уровень опустится ниже нижней образующей люка-лаза, дренирование необходимо закончить.

**Зачистка внутренней поверхности резервуара от донных отложений.** Технологический процесс очистки резервуаров включает в себя следующие операции - предварительная дегазация путем принудительной или естественной вентиляции (аэрации) резервуара; - откачка жидких фракций донных отложений после пропарки резервуара или размыва отложений водой; - удаление механических примесей из резервуара и промывка внутренней поверхности резервуара; - контроль степени очистки внутренних поверхностей резервуара. Результаты зачистки заносятся в журнал.

**Предварительная дегазация.** Процесс вентиляции резервуара состоит из двух основных этапов: 1) *искусственная вентиляция*; 2) *естественная вентиляция*.

					Характеристика объекта исследования	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Искусственная вентиляция, в соответствии с [28], осуществляется с помощью вентиляторов, выполненных во взрывозащищенном исполнении, приводимых в действие электродвигателем, подключенным к резервуару через брезентовые воздуховоды.

Скорость подачи воздуха в бак при наличии взрывоопасных концентраций в резервуаре должна быть не более 10 м / с, но не менее 2 м / с. После снижения в газовом пространстве концентрации паров ниже ПДК, скорость воздуха увеличивается, но не более 50 м/с. Выход паров нефти осуществляется по трубам, установленным на световых люках, трубы имеют высоту 2 метра. В ходе принудительной вентиляции не реже чем через 2 часа отбираются пробы концентрации паров нефти. При достижении в пробе концентрации паров нефти менее 2 г/м, подача воздуха в резервуар прекращается.

Естественная вентиляция осуществляется только после того, концентрация паров нефти в резервуаре не превышает ПДВК (2 г/м). Естественная вентиляция заключается в естественном движении воздуха через открытые люки лазы и световые и замерные люки. Концентрация паров нефти на этом этапе контролируется каждый час, результаты заносятся в журнал ведения работ.

**Пропарка резервуара.** Пропарка резервуара проводится с целью его дегазации водяным паром от стационарных котельных или от передвижных пароподающих установок (ППУ). Резервуары пропариваются при открытых верхних люках. Во время пропаривания внутри резервуара поддерживается температура не ниже 78 °С.

Температура водяного пара, подаваемого в бак и на поверхности паропровода не должна превышать +120 °С. После пропаривания, когда температура в баке достигает не более 300 °С, проводится измерение загрязнения газа. При концентрации паров масла менее 2 г/м процесс дегазации останавливается паром. Если через 2 часа концентрация паров нефти в резервуаре ниже 2 г/м, процесс дегазации завершается.

Пропаривание проводят не менее 24 часов и до тех пор, пока концентрация паров масла в резервуаре не станет ниже 2 г/м. При пропарке резервуара замеры концентрации паров нефти проводят в каре резервуаров каждый час.

Выполнение подачи пара в резервуар и выход из него паров нефти не должны приводить к превышению концентрации паров нефти над МПВХ на прилегающей территории-в котловане резервуаров РВС. Результаты измерений концентрации паров масла в случае пропаривания и вентиляции заносятся в журнал работ по очистке резервуара и в приложение к наряду-допуску [27]. В нашем конкретном случае пропарка осуществлялась при помощи ППУ в течение 72 часов.

**Очистка резервуара.** Следует начать с того, что существует 3 метода очистки резервуара: 1) ручной; 2) механизированный; 3) химико-механизированный

В состав ручного способа [29], входит промывка горячей водой из пожарных шлангов с последующей откачкой через насос. В механизированном способе промывка осуществляется с помощью моющих машин. А при химико-механизированном способе в состав воды входят специальные растворы моющих средств, способствующих улучшению

					Характеристика объекта исследования	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

очищения. В нашем конкретном случае очистка производилась ручным способом с откачкой промывочной воды с нефтешламом через шнековый насос в автоцистерны.

Внутри РВС рабочий должен находиться в шланговом противогазе типа ПШ-1, с принудительной подачей воздуха и надеть поверх спецодежды страховочный пояс с широкими крестообразными лямками и проверенной сигнально-спасательной веревкой. После завершения очистки дна удаляются шламы из линии размыва донных отложений, обратного клапана. При высокой плотности отложений в труднодоступных местах допускается пропаривание острым паром от ППУ. Тонкий слой оставшихся отложений зачищается скребками и металлическими щетками из искробезопасных цветных металлов, содранные отложения также выгружаются в оборотную тару. Очищенные места сразу засыпаются сухим нефтеадсорбентом слоем 5-10 см, поглощающим остаточные загрязнения и газы. Нефтеадсорбент подается внутрь РВС через люк-лаз в мешках или носилках.

					Характеристика объекта исследования	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Алгоритм организационно-технического обеспечения безопасной эксплуатации резервуара**

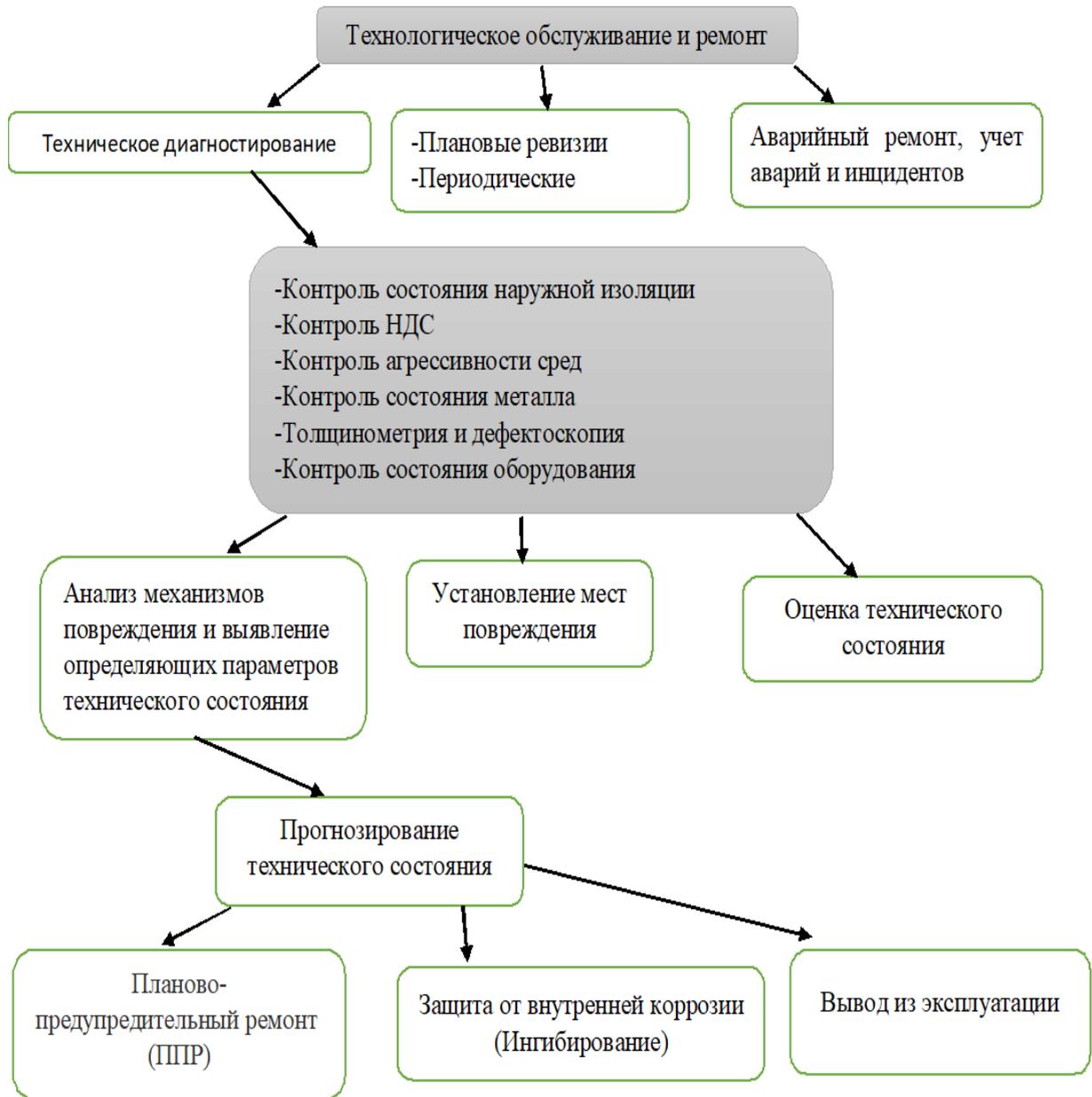


Рис.37. Алгоритм организационно-технического обеспечения безопасной эксплуатации резервуара

### 3 Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м<sup>3</sup>

#### 3.1 ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ

**Цель расчета:** проверка прочности стенки резервуара по меридиональным и приведенным напряжениям.

**Исходные данные для расчета.**

Район строительства резервуара – Томская область.

Стенка резервуара рассматривается как цилиндрическая оболочка, изготовленная из стали С255, для которой при толщине до 20 мм расчётное сопротивление принимается равным 240 МПа [40]. Тип днища резервуара – бетонное.

Резервуар относится ко II-му классу ответственности.

Положительное давление в ГП резервуара  $P_n$  отсутствует. Припуск на коррозию металла стенки  $\Delta t_c$  – 1 мм [11]. Расчетный срок службы резервуара – 40 лет.

При расчете резервуара учитываются нагрузки:

1. Давление хранимой жидкости  $g$ ;
2. ветровая  $q_w$  и снеговая  $q_s$  нагрузки;
3. Собственный вес металлоконструкций покрытия  $g_p$  и стенки  $g_{ст}$ ;
4. Отрицательное давление внутри корпуса резервуара, которое образуется ветровым потоком  $P_v$ .

Таблица 15 – Исходные данные для технологического расчета прочностных параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000м<sup>3</sup>.

Параметр, единица измерения	Численное значение
Диаметр резервуара $D$ , м	15,18
Высота стенки резервуара $H$ , м	11,92
Плотность хранимого продукта $\rho$ , кН/м <sup>3</sup>	8,2
Положительное давление в ГП резервуара $P_n$ , МПа	0
Припуск на коррозию $\Delta t_c$ , мм	1
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_{f1}$	1,1
коэффициент надежности по нагрузке для избыточного давления $\gamma_{f2}$	1,2
Нормативное значение ветрового давления для Томской области $q_w$ , кН/м <sup>2</sup>	0,38
Коэффициент надежности по нагрузке для ветрового вакуума $\gamma_{f3}$	1,4

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					50	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Коэффициент, учитывающий тип местности и изменение ветрового давления по высоте [41]	0,75 – на высоте до 5 м, 0,8 – на высоте 6 м, 0,9 – на высоте 8 м
Аэродинамический коэффициент $c_{e1}$	1,131
Коэффициент условий работы, равный для нижнего пояса и для остальных поясов соответственно	0,7 0,8
Коэффициент надежности по ответственности для резервуаров II-го класса	1,05
Расчетное сопротивление $R_y$ , МПа	240
Нормативная расчетная нагрузка от собственной массы покрытия $g_p$ , кН/м <sup>2</sup>	0,33
Нормативное значение веса снегового покрова на 1 м <sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли для Томской области $S_0$ , кН/м <sup>2</sup>	1,2
Коэффициент надежности по снеговой нагрузке $\gamma_{f5}$	1,6
Коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, для конического покрытия $\mu$	1
Плотность металла, кН/м <sup>3</sup>	78,5
Коэффициент надежности по нагрузке для нагрузки, создаваемой собственным весом металлических конструкций $\gamma_{f6}$	1,05

Расчет производится по методике следующих нормативно-технических документов:

1. РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м<sup>3</sup> [35].
2. ГОСТ Р 58622-2019. Методика оценки прочности, устойчивости и долговечности резервуара вертикального стального [36].

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

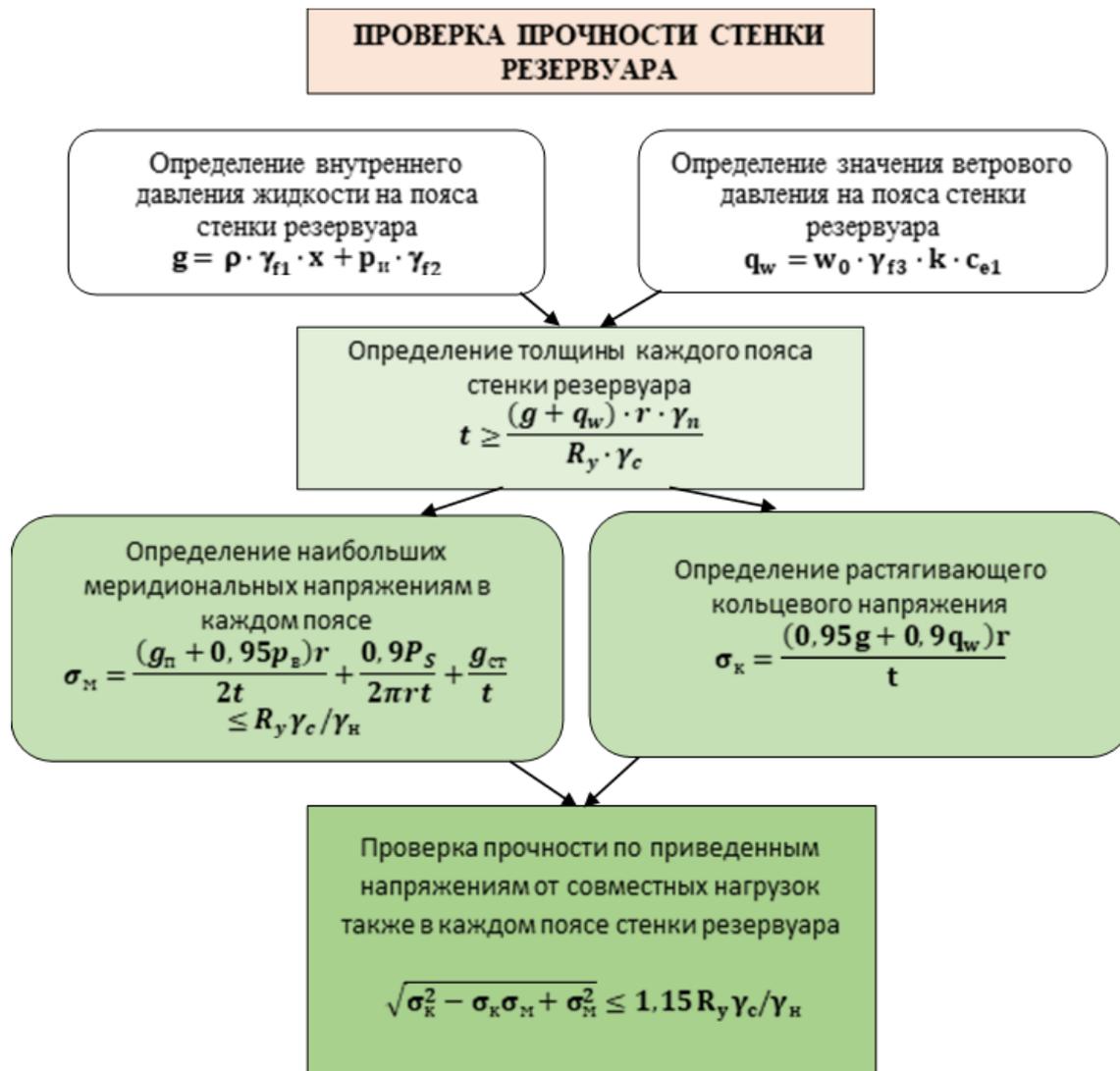


Рис.38. Алгоритм расчета прочности стенки резервуара

**Определение давления на пояса стенки резервуара**

Внутреннее давление жидкости на пояса стенки резервуара определяется по формуле:

$$g = \rho \cdot \gamma_{f1} \cdot x + P_{и} \cdot \gamma_{f2} \tag{1}$$

- Где:
- ρ – плотность хранимой жидкости;
  - γ<sub>f1</sub>– коэффициент надежности по нагрузке;
  - x – расстояние от верхнего уровня хранимой жидкости до нижней точки рассматриваемого пояса резервуара;
  - P<sub>и</sub> – избыточное давление при не герметичном покрытии;
  - γ<sub>f2</sub>– коэффициент надежности по нагрузке.

Нумерация поясов снизу-вверх. Давление на 1-й пояс стенки резервуара:

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 12 + 0 = 108,2 \text{ кН/м}^2$$

На 2-й пояс стенки резервуара (x = 10,5 м).

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 10,5 + 0 = 94,7 \text{ кН/м}^2$$

На 3-й пояс ( $x = 9$  м).

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 9 + 0 = 81,2 \text{ кН/м}^2$$

На 4-й пояс ( $x = 7,5$  м).

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 7,5 + 0 = 67,7 \text{ кН/м}^2$$

На 5-й пояс стенки резервуара ( $x = 6$  м).

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 6 + 0 = 45,1 \text{ кН/м}^2$$

На 6-й пояс стенки резервуара ( $x = 4,5$  м).

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 4,5 + 0 = 40,1 \text{ кН/м}^2$$

На 7-й пояс стенки резервуара ( $x = 3$  м).

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 3 + 0 = 27,1 \text{ кН/м}^2$$

На 8-й пояс стенки резервуара ( $x = 1,5$  м).

$$g = 8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,5 + 0 = 13,5 \text{ кН/м}^2$$

Ветровое давление определяется по формуле:

$$q_w = w_0 \cdot \gamma_{f3} \cdot k \cdot c_{e1} \quad (2)$$

где  $w_0$  – нормативное значение ветрового давления;

$\gamma_{f3}$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$k$  – коэффициент, учитывающий тип местности и изменение ветрового давления по высоте;

$c_{e1}$  – аэродинамический коэффициент:

Тогда значение ветрового давления на 1–5 пояса стенки резервуара:

$$q_w = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 0,75 \cdot 1,131 = 0,45 \text{ кН/м}^2$$

Ветровое давление на 6-ый пояс:

$$q_w = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 0,8 \cdot 1,131 = 0,48 \text{ кН/м}^2$$

Ветровое давление на 7-ый пояс:

$$q_w = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 0,9 \cdot 1,131 = 0,54 \text{ кН/м}^2$$

Ветровое давление на 8-ой пояс:

$$q_w = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1,131 = 0,6 \text{ кН/м}^2$$

Предварительно толщина каждого пояса стенки резервуара определяется по наибольшему растягивающему напряжению в кольцевом направлении по формуле:

$$t \geq \frac{(g+q_w) \cdot r \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c}, \quad (3)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы;

$r$  – радиус стенки резервуара;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности по ответственности.

Определяем толщину пояса стенки резервуара. Полученные значения толщины округляются в большую сторону до значений листового проката. Рекомендуется принимать толщину стенки резервуара не менее 4 мм [4].

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**1-й пояс**

$$t \geq \frac{(g + q_w) \cdot r \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{(108,2 \cdot 10^3 + 0,45 \cdot 10^3) \cdot 15,18 \cdot 1,1}{240 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,0107 \text{ м.}$$

Принимаем  $t = 11$  мм.

**2-й пояс**

$$t \geq \frac{(g + q_w) \cdot r \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{(94,7 \cdot 10^3 + 0,45 \cdot 10^3) \cdot 22,8 \cdot 1,1}{240 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,0095 \text{ м.}$$

Принимаем  $t = 10$  мм.

**3-й пояс**

$$t \geq \frac{(g + q_w) \cdot r \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{(81,2 \cdot 10^3 + 0,45 \cdot 10^3) \cdot 22,8 \cdot 1,1}{240 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,0081 \text{ м.}$$

Принимаем  $t = 8,5$  мм.

**4-й пояс**

$$t \geq \frac{(g + q_w) \cdot r \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{(67,7 \cdot 10^3 + 0,45 \cdot 10^3) \cdot 22,8 \cdot 1,1}{240 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,0068 \text{ м.}$$

Принимаем  $t = 7$  мм.

**5-й пояс**

$$t \geq \frac{(g + q_w) \cdot r \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{(45,1 \cdot 10^3 + 0,45 \cdot 10^3) \cdot 22,8 \cdot 1,1}{240 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,0045 \text{ м.}$$

Принимаем  $t = 5$  мм.

**6-й пояс**

$$t \geq \frac{(g + q_w) \cdot r \cdot \gamma_n}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{(40,1 \cdot 10^3 + 0,48 \cdot 10^3) \cdot 22,8 \cdot 1,1}{240 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,004 \text{ м.}$$

Принимаем  $t = 4$  мм.

После назначения толщины следует проверить прочность стенки по наибольшим меридиональным напряжениям в каждом поясе по формуле:

$$\sigma_m = \frac{(g_n + 0,95p_0)r}{2t} + \frac{0,9P_S}{2\pi r t} + \frac{g_{ст}}{t} \leq R_y \gamma_c / \gamma_n, \quad (4)$$

где  $g_n$  – расчетная нагрузка от собственной массы покрытия резервуара;

$p_0$  – технологический вакуум;

$P_S$  – расчетная суммарная снеговая нагрузка на покрытие, определяется с учётом распределения снеговой нагрузки по покрытию:

$$P_S = q_s \pi r^2 = 1,92 \cdot 10^3 \cdot 3,14 \cdot (7,59)^2 = 347 \text{ кН,}$$

где  $q_s$  – расчётное значение снеговой нагрузки на  $1 \text{ м}^2$  определяется по формуле:

$$q_s = S_0 \gamma_{f5} \mu = 1,2 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 1 = 1,92 \text{ кН/м}^2,$$

$S_0$  – нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли;

$\gamma_{f5}$  – коэффициент надежности по снеговой нагрузке;

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие.

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$p_B$  – отрицательное ветровое давление на стенку резервуара (ветровой вакуум-разряжение) определяется по формуле:

$$p_B = \omega_0 \gamma_{f4} k c_i = 0,23 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (-0,7) = -0,193 \text{ кН/м}^2,$$

где  $\gamma_{f4}$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$k = 1$  – определяется на высоте равной высоте резервуара;

$c_i = -0,7$  – аэродинамический коэффициент, определяемый зависимости от соотношения высоты резервуара к его диаметру, при  $H/D=12/22,8=0,5$   $c_i = -0,7$ .

$g_{ст}$  – расчетная нагрузка от вышележащей части стенки резервуара на единицу длины окружности резервуара:

$$g_{ст} = \gamma \cdot \gamma_{f6} \sum t_i h_n = 78,5 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot (0,018 + 0,013 + 0,01 + 0,008 + 0,0055 + 0,004) \cdot 2 = 9,64 \text{ кН/м},$$

где  $\gamma$  – плотность металла;

$\gamma_{f6}$  – коэффициент надежности по нагрузке для нагрузки, создаваемой собственным весом металлических конструкций;

$\sum t_i$  – сумма толщина поясов, расположенных выше рассматриваемой точки;

$h_n$  – ширина пояса стенки резервуара.

Прочность по приведенным напряжениям от совместных нагрузок также в каждом поясе стенки резервуара найдем по формуле:

$$\sqrt{\sigma_k^2 - \sigma_k \sigma_M + \sigma_M^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c / \gamma_H, \quad (5)$$

$\sigma_k$  – растягивающее кольцевое напряжение

где

$$\sigma_k = \frac{(0,95g + 0,9q_w)r}{t}, \quad (6)$$

$\sigma_M$  – соответствующее сжимающее меридианальное напряжение.

### 1-й пояс

$$\begin{aligned} \sigma_M &= \frac{(g_{п} + 0,95p_B)r}{2t} + \frac{0,9P_S}{2\pi r t} + \frac{g_{ст}}{t} = \\ &= \frac{(0,33 \cdot 10^3 + 0,95 \cdot 0,193 \cdot 10^3)22,8}{2 \cdot 0,018} + \frac{0,9 \cdot 347}{2 \cdot 3,14 \cdot 15,18 \cdot 0,018} + \frac{9,64}{0,018} = 0,22 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Проверка по приведенным напряжениям

$$\sigma_k = \frac{(0,95 \cdot 108,2 \cdot 10^3 + 0,9 \cdot 0,45 \cdot 10^3) \cdot 15,18}{0,018} = 143,4 \text{ МПа}.$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 - \sigma_k \sigma_M + \sigma_M^2} = \sqrt{143,4^2 - 143,4 \cdot 0,33 + 0,33^2} = 143,27 \text{ МПа}$$

$$\frac{R_y \gamma_c}{\gamma_H} = 240 \cdot \frac{0,7}{1,1} = 152,7 \text{ МПа}$$

$$143,27 \text{ МПа} < 152,7 \text{ МПа}.$$

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Аналогичным способом осуществляется проверка прочности по меридиональным и приведенным напряжениям для других поясов стенки резервуара. Результаты проверок всех поясов приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Результаты проверок всех поясов РВС 2000 м<sup>3</sup>

№ пояса	t, мм	$g_{ст}$ , кН/м	$g$ , кН/м <sup>2</sup>	$q_w$ , кН/м <sup>2</sup>	$\sigma_m$ , МПа	Приведенные напряжения	$R_y \cdot \gamma_c$
1	11	9,64	108,2	0,45	0,33	143,27	152,7
2	10	6,68	94,7	0,45	0,35	151,3	152,7
3	8,5	4,53	81,2	0,45	0,38	133,4	152,7
4	7	2,88	67,7	0,48	0,41	133,9	152,7
5	5,5	1,57	45,1	0,54	0,44	98,7	152,7
6	5	0,659	40,1	0,6	0,49	76,2	152,7
7	4	4,53	27,1	0,45	0,38	133,4	152,7
8	4	0,659	13,5	0,6	0,49	76,2	152,7

Таким образом, из результатов проверочных расчетов следует, что прочность всех поясов стенки резервуара является обеспеченной.

### 3.2. Расчёт снеговой нагрузки на крышу РВС

[Redacted content]

[Redacted text block]

(7)

Перечень работ при эксплуатации РВС в зимнее время:

- Периодический замер высоты снежного покрова– 1 в сутки при осадках в виде снега – каждые 2 часа
- Выполнение операций по опорожнению резервуара РВС для положительной температуры в резервуаре в зимний период
- Своевременно расчищать от снега дорожки и пожарные проезды на территории РП.
- Механическая очистка снега с крыши с искробезопасных инструментом

### 3.3 Расчет потребности теплоты на подогрев нефтепродуктов

Для резервуаров расчет количества тепла, необходимого на подогрев нефтепродукта, часовой расход пара и требуемая поверхность подогревателей проводится по методике, аналогичной для НПС. То есть общие затраты тепла на подогрев определенной массы нефтепродукта в заданном перепаде температур состоят из затрат тепла на подогрев нефтепродукта, плавление парафина и потерь в окружающую среду. Но, в отличие от НПС, где устанавливается постоянный температурный режим подогрева и известны значения начальной и конечной температуры, резервуарах при расчете необходимо определять вероятную начальную температуру нефтепродукта. Связано это со спецификой работы, на которых время и сроки проведения процессов приема, отгрузки и хранения нефтепродуктов не постоянны.

Вероятная температура начала подогрева нефтепродукта в резервуарах, находящегося на хранении, перед проведением наливных операций зависит: от времени остывания продукта, то есть нахождения в резервуаре без движения; температуры окружающей среды; скорости ветра; от наличия теплоизоляции и других факторов. Как правило, время остывания продукта колеблется в широком диапазоне и зависит от технологического режима работы резервуара, ее назначения, от неравномерности подачи транспортных средств и других причин.

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оптимальной конечной температурой подогрева нефтепродукта принято считать температуру при кинематической вязкости  $\nu = 1 \text{ см}^2/\text{сек}$ , и принимается из справочников по диаграммам или таблицам для каждого вида нефтепродуктов [34].

Вероятная температура нефтепродукта при известном сроке остывания определяется по формуле В. Г. Шухова:

### Расчет потребности теплоты на подогрев нефтепродуктов

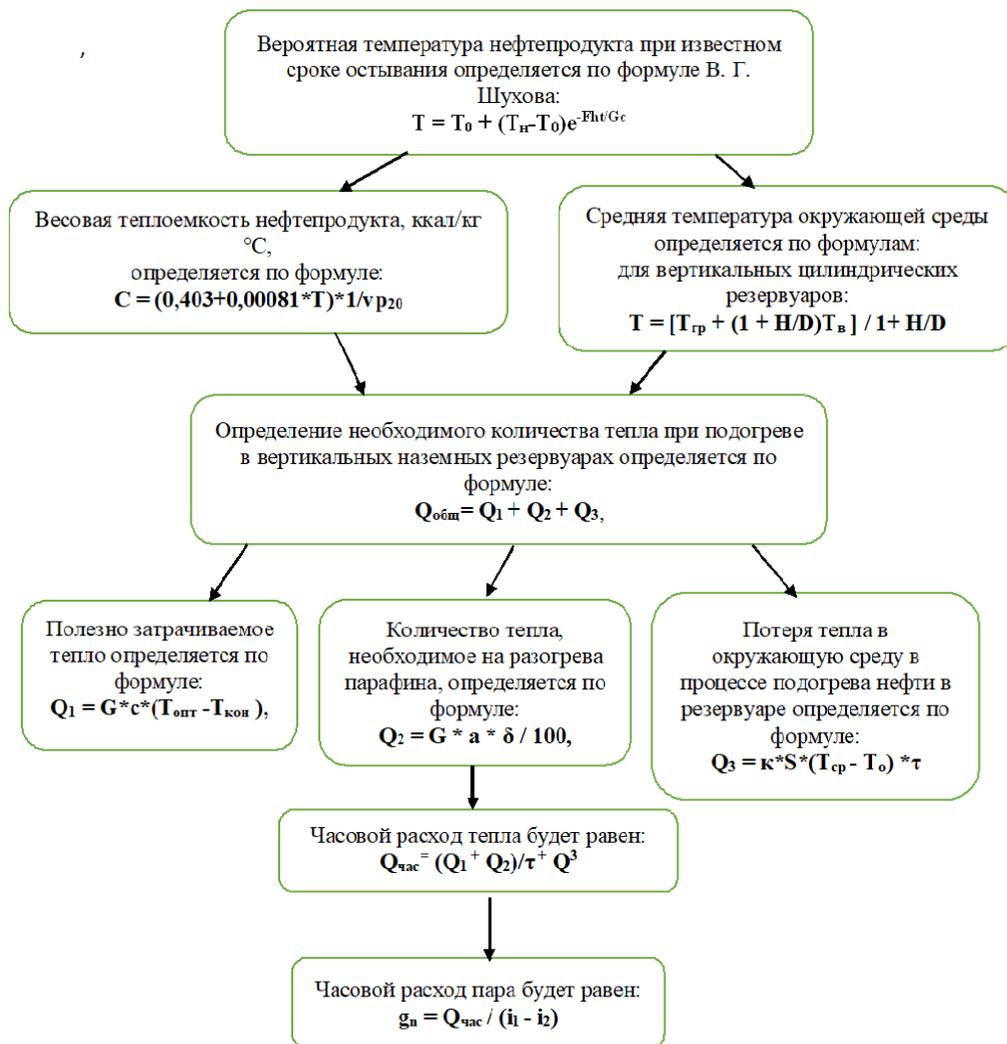


Рис.39. Алгоритм расчета потребности теплоты на подогрев нефтепродуктов

$$T = T_0 + (T_n - T_0)e^{-Fht/Gc} \quad (8)$$

где:  $T$  - вероятная температура продукта, в  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $T_0$  — средняя температура окружающей среды, в  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $T_n$  — начальная температура продукта, в  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $e$  — основание натурального логарифма — константа  $e=2,7184$ ;

- F - общая поверхность резервуара, м<sup>2</sup>;  
 h — уровень нефтепродукта в резервуаре, м;  
 T - время остывания нефтепродукта, час;  
 G - масса находящегося нефтепродукта в резервуаре, т;  
 c — весовая теплоемкость нефтепродукта, ккал/кг °С,

$$T = 8 + (33 - 8) * 2,7184^{-\frac{11,92*7,04}{1027,83*0,47}} = 36,57^{\circ}\text{C}$$

C определяется по формуле:

$$c = (0,403 + 0,00081 * T) * 1 / \sqrt{p_{20}}$$

$$c = (0,403 + 0,00081 * 15) * \frac{1}{\sqrt{0,8283}} = 0,47$$

Средняя температура окружающей среды определяется по формулам:

- для вертикальных цилиндрических резервуаров:

$$T = [T_{гр} + (1 + H/D)T_{в}] / 1 + H/D, \quad (9)$$

- где: T — температура грунта, °С;  
 H — высота резервуара, м;  
 D — диаметр резервуара, м;  
 T<sub>в</sub> - температура воздуха, °С.

$$T = \frac{10 + (1 + 11,92/15,18) * 23}{1 + 11,92/15,18} = 28,6^{\circ}\text{C}$$

Определение тепловой энергии на подогрев нефти и нефтепродуктов в вертикальных резервуарах

Определение необходимого количества тепла при подогреве в вертикальных наземных резервуарах определяется по формуле:

$$Q_{общ} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (10)$$

- где: Q<sub>общ</sub> - общее потребное количества тепла на подогрев нефти, ккал;  
 Q<sub>1</sub> — количества полезно затрачиваемого тепла на подогрев нефти, ккал;  
 Q<sub>2</sub> - количество тепла, необходимого на разогрев парафина, ккал;  
 Q<sub>3</sub> - потери тепла в окружающую среду через поверхность резервуара (стенки корпуса, днище и крышу), Дж или ккал.

Полезно затрачиваемое тепло на подогрев нефти в резервуаре затем в процессе перекачки будет теряться в окружающую среду через стенки трубопровода, то есть распределяться по его длине.

Полезно затрачиваемое тепло определяется по формуле:

$$Q_1 = G * c * (T_{опт} - T_{кон}), \quad (11)$$

- где: G - количество нефти в т;  
 C — теплоемкость нефти в ккал/т;  
 T<sub>кон</sub> - конечная температура подогрева нефти, °С;  
 T<sub>вер</sub> - вероятная (начальная) температура нефти, °С.

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_1 = 1027,83 * 0,47 * (68 - 52) = 8212,36 \text{ Дж}$$

Вероятная начальная температура нефти принимается из конкретных условий работы промысла по сбору нефти.

Количество тепла, необходимое на разогрева парафина, определяется по формуле:

$$Q_2 = G * a * \delta / 100, \quad (12)$$

где:  $a$  - процент содержания парафина в нефти

$\delta$  - скрытая теплота плавления парафина принимается из таблицы, для ориентировочных расчетов может приниматься равной  $\delta = 44$  ккал/кг.

$$Q_2 = 1027,83 * 6 * \frac{44}{100} = 2713,25 \text{ Дж}$$

Потеря тепла в окружающую среду в процессе подогрева нефти в резервуаре определяется по формуле:

$$Q_3 = k * S * (T_{cp} - T_0) * \tau, \quad (13)$$

где:  $K$  — общий коэффициент теплопередачи от нефти в окружающую среду (через корпус резервуара, крышу и днище);

$S$  - общая поверхность охлаждения,  $m^2$ ;

$T_{cp}$  — средняя температура нефти во время подогрева,  $^{\circ}C$ , принимается

$T_{cp} = 0,5 * (T_{кон} - T_{нач})$ ;

$T_0$  - температура окружающей среды,  $^{\circ}C$ ;

$\tau$  - время подогрева, час.

$$Q_3 = 5 * 18,43 * (9,5 - 8) * 6 = 829,35 \text{ Дж}$$

$$Q_{общ} = 8212,36 + 2713,25 + 829,35 = 11754,96 \text{ Дж}$$

Средняя температура окружающей среды принимается для наземных резервуаров по формуле:

$$(t_r * F_r + t_b * F_b) / (F_r + F_b), \quad (14)$$

Где:  $t_r, t_b$  - температура грунта и воздуха,  $^{\circ}C$ ;

$F_r$  и  $F_b$  - площадь контакта поверхности резервуара с грунтом и воздухом,  $m^2$ .

$$T_0 = \frac{10 * 11,9163 + 23 * 568,531}{11,9163 + 568,531} = 22,73^{\circ}C$$

Часовой расход тепла будет равен:

$$Q_{час} = (Q_1 + Q_2) / \tau + Q_3 \quad (15)$$

$$Q_{час} = (8212,36 + 2713,25) / (6 + 829,35) = 13,08 \text{ Дж}$$

Часовой расход пара будет равен:

$$g_n = Q_{час} / (i_1 - i_2), \quad (16)$$

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Где:  $i_1$  и  $i_2$  - энтальпия пара, ккал/кг.

$$g_n = 13,08 / (7,419 - 7,239) = 72,6 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Таким образом, из результатов проверочных расчетов следует, что:

Прочность всех поясов стенки резервуара является обеспеченной.

Работы по удалению снега с крыши резервуара необходимо производить сегментами, поочередно с противоположных сторон крыши, начиная с наиболее нагруженных участков, включая секции, на которых расположены дыхательные и предохранительные клапаны, вентиляционные патрубки. Зачистку сегментов производить от стенки резервуара в направлении центра резервуара.

Для обеспечения нормальной работы по хранению и перекачки легкозастывающей нефти необходимо обеспечить подачу пара в змеевик резервуара  $g_n = 72,6 \text{ м}^3/\text{кг}$  в час.

					Технологические расчеты параметров резервуара вертикального стального типа РВС-2000 м <sup>3</sup>	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение эффективности окрашивания резервуара красками светлых тонов для снижения испарения нефти из-за повышения температуры крыши и стенки резервуаров следствии воздействия солнечных лучей.

Это наиболее простой и доступный способ борьбы с коррозией и потерями нефти и нефтепродуктов от испарения, не требующий больших капитальных затрат и доступен для применения в любых климатических условиях. С повышением лучеотражающей способности резервуара колебания температуры газового пространства и поверхности нефтепродукта уменьшаются.

Задачами раздела являются:

- Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
- Расчет затрат на специальное оборудование для выполнения работ;
- Составление сметы затрат на окраску и выполнение сварочных работ.
- Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Потенциальными потребителями проводимого исследования являются резервуарные парки для временного хранения нефти и нефтепродуктов в системе добычи, транспорта, переработки нефти и распределения нефтепродуктов. Так как в данном случае потребители относятся к коммерческой категории, то критерием сегментирования является размер предприятия (таблица 17).

Таблица 17-способы сокращения потерь

		Способ сокращения потерь нефти от испарения		
		Окраска резервуара	Оснащение резервуара понтоном	Система УЛФ
Размер компаний	Крупные	+	+	+
	Средние	+	+	
	Мелкие	+		

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					62	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Окраска резервуара является необходимой мерой и является достаточно экономным способом. Помимо сокращения потерь окраска резервуара краской светлых тонов позволяет снизить коррозию стенок и крыш резервуаров.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Рынки пребывают в постоянном движении. Следовательно, необходим детальный анализ конкурирующих разработок. Изучение уже существующих на рынке. Цель анализа: внесение коррективов в научное исследование, успешное противостояние своим соперникам. Не допускается недооценка разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, проводимый с использованием оценочной карты, позволяет выполнить оценку эффективности научной разработки и определить пути ее улучшения (таблица 18).

Таблица 18 – оценка эффективности научной разработки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>о</sub>	Б <sub>п</sub>	Б <sub>у</sub>	К <sub>о</sub>	К <sub>п</sub>	К <sub>у</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</i>							
1.Повышение сокращения потерь	0,12	4	3	3	0,6	0,36	0,24
2.Удобствов эксплуатации	0,02	4	4	4	0,1	0,06	0,08
3.Устойчивость к атмосферным осадкам	0,03	5	4	4	0,12	0,06	0,12
4.Энергоэкономичность	0,06	5	3	3	0,18	0,24	0,24
5.Надежность	0,08	5	4	3	0,4	0,24	0,32
6.Защита от коррозии	0,02	5	4	2	0,08	0,1	0,1
7.Безопасность	0,15	5	4	3	0,75	0,45	0,45
8.Простота эксплуатации	0,08	4	5	4	0,32	0,16	0,4
9.Долговечность	0,04	4	5	3	0,04	0,04	0,04

Где:

Б<sub>о</sub> – окраска резервуара;

Б<sub>п</sub> – оснащение резервуара понтоном;

Б<sub>у</sub> – система улавливания легких фракций.

По таблице видно, что наиболее эффективно, в соотношении затраты-эффективность, следует использовать окраску резервуара красками светлых тонов, так же является наиболее конкурентоспособным другому виду снижения испарений, так как обладает рядом преимуществ, например, удобство в эксплуатации, а так же минимальное количество подвижных частей, что обеспечивает долговечность работы резервуара:

$$K_1 = 77/73 = 1,054$$

#### 4.1.2 SWOT – анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта была отчетливая картина, состоящая из систематизированной информации и данных, а также появилось знание внешних сил, в условиях которых научно– исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные, слабые стороны проекта, а также возможности, угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT – анализа:



Рис.40. Результаты первого этапа SWOT – анализа

Составим итоговую матрицу SWOT – анализа (таблица 19).

Таблица 19 – Матрица SWOT

	<p><i>Сильные стороны научно–исследовательского проекта:</i></p> <p>С1. Высокая экономичность технологии.</p> <p>С2. Экономичность технологии.</p> <p>С3. Повышение безопасности производства.</p>	<p><i>Слабые стороны научно–исследовательского проекта:</i></p> <p>Сл1. Трудность внедрения функции.</p> <p>Сл2. Отсутствие на предприятии собственного специалиста, способного произвести внедрение</p>
--	--	--

	С4. Уменьшение затрат на ремонт оборудования	функции.
<p><i>Возможности:</i></p> <p>В1. Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации.</p> <p>В2. Сокращение расходов.</p> <p>В3. Качественное обслуживание потребителей.</p> <p>В4. Сокращение времени простоев.</p>	<p>1. Достижение повышения производительности агрегатов.</p> <p>2. Исключение поломок оборудования в результате сбоев в электроснабжении.</p> <p>3. Своевременная поставка нефти потребителям.</p>	<p>1. Поиск заинтересованных лиц</p> <p>2. Разработка научного исследования</p> <p>3. Принятие на работу квалифицированного специалиста.</p> <p>4. Переподготовка имеющихся специалистов</p>
	<p>1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>2. Доработка проекта</p> <p>3. Сложность реализации проекта.</p>	<p>1. Приобретение необходимого оборудования опытного испытания</p> <p>2. Остановка проекта.</p> <p>3. Проведение других проектов</p>

## 4.2 Планирование мероприятий по выполнению работ

Порядок планирования комплекса предполагаемых работ:

- планирование структуры выполняемых работ в рамках исследования;
- назначение участников, выполняемых работы;
- расчет длительности выполняемых работ;
- построение графика выполнения научных изысканий.

### 4.2.1 Структура работ

Ориентировочный план этапов и работ и назначение участников по видам работ приведен в таблице 20.

Таблица 20– Ориентировочный план этапов и работ и назначение участников по видам работ.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследований	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, исполнитель
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Исполнитель
Разработка тех. задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и Экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов	Исполнитель
	6	Проектирование модели и проведение экспериментов	Исполнитель
Обобщение и оценка	7	Оценка результатов исследования	Руководитель,

результатов			исполнитель
Оформление отчета по работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, исполнитель

#### 4.2.2 Расчет трудоемкости выполняемых работ

При определении, ожидаемого значения трудоемкости тожи используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{2t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (17)$$

где:

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн. в рабочих днях

$T_p$ , с учетом выполнения работ параллельно несколькими исполнителями

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

Исходя из рассчитанного значения ожидаемой трудоемкости работ, находится длительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$

$$T_p i = \frac{t_{ожі}}{ч_i} \quad (18)$$

где:

$T_p i$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость исполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Построение графика выполнения научных изысканий:

Для успешного построения графика, продолжительность рабочих дней необходимо перевести в календарные дни. Для этого применяют следующую формулу:

$$T_{ki} = T_p i * K_{кал} \quad (19)$$

где:

$T_{ki}$  – длительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_p i$  – длительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$K_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности находится по формуле, приведенной ниже:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (20)$$

Где:

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

$T_{\text{вых}} = 66$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 15$  – количество праздничных дней в году.

Найденные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  округляют до целого числа.

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66 - 15} = 1,22$$

Все найденные значения сводим в таблицу (таблица 21).

Таблица 21 – Временные показатели выполнения исследования

Вид работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Продолжительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Продолжительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	tmin ел-дни	tmax ел-дни	toжi ел-дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,2	Руководитель Исполнитель	2	3
Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Исполнитель	12	16
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	8
Проведение теоретических расчетов и обоснование	16	18	10	Исполнитель	10	13
Выполнение работ	3	12	6,6	Исполнитель	7	9
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель Исполнитель	2	3
Составление Пояснительной записки	7	16	1,4	Руководитель Исполнитель	6	8

На основе таблицы построим график, представленный в таблице 22.

Таблица 22 – План график

Вид работ	Исполнители	Тк, кал, дней	Продолжительность выполнения работ						
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май		
Изучение литературы, составление литературного обзора	Исполнитель, руководитель	4	■						
			■						
Расчет количества краски для окраски РВС	Исполнитель	7			■				
Обсуждение полученных результатов	Исполнитель, руководитель	2				■			
						■			
Оформление выводов	Исполнитель, руководитель	0					■		
Оформление пояснительной записки	Исполнитель, руководитель	1						■	
								■	



- Научный руководитель



-Исполнитель

#### 4.3 Бюджет работ на выполнение мероприятия

##### 4.3.1 Расчет материальных затрат

Материальные затраты включают в себя затраты на изготовление опытных образцов. Все необходимое спецоборудование, материалы представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Смета затрат на реализацию проекта

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Абразив,	1	15000	15000
Грунт,	0,9	42500	38250
Краска,	0,95	57500	54625
Растворитель,	0,15	35000	5250
Итого:		150000	113125

##### 4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для выполнения работ

Посчитаем общие затраты, связанные с приобретением специального оборудования, для выполнения работ.

Для выполнения работ было закуплено дополнительное оборудование, затраты приведены в таблице 24.

Таблица 24– Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Оборудование для выполнение работ на высоте	1	120000	120000
Компрессорное оборудование	1	950000	950000
Оборудование для подготовительных работ	1	300000	300000
Оборудование для напыления лакокрасочных материалов	1	350000	350000
Сварочное оборудование	1	170000	170000
Шлифовальное оборудование	1	100000	100000
Итого:			1990000

#### 4.3.3 Расчет затрат на топливо для оборудования и техники

Затраты на топливо сведем в таблицу 25.

Таблица 25 – Затраты топлива для оборудования и техники

Наименование	Время работы (ч) в сутки	Расход топлива (л/ч)	Цена 1 л. (руб.)	Затраты на топливо за все время руб.
Кран	12	16	56,60	239078,4
Итого :				239078,4

#### 4.3.4 Затраты на амортизационные отчисления и прочие расходы

Затраты определяются исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Нормы амортизации для экскаватора и трубоукладчика выбираем согласно Приказ Минфина России от 30.03.2001 №26н (ред. от 16.05.2016) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01 (Зарегистрировано в Минюсте России 28.04.2001 № 2689). Выбираем значения норм в процентах в зависимости от объема разработки. Расчет амортизационных отчислений сведен в таблицу 26.

Таблица 26– Расчет амортизационных отчислений

Объект/ ам. гр.	Стоимость (руб.)	Норма амортизации (%)	Норма амортизации в год (руб.)	Норма амортизации в час (руб.)	Кол-во	Время работы, час.	Сумма амортизации, руб.
Компрессор/ 1гр.	9500000	20	190000	21,69	1	264	5726,16
Кран/ 4гр.	12325000	14,3	1762475	201,20	1	264	53116,8
Оборудование для выполнение работ на высоте/ 1 гр.	120000	15	18000	2,05	1	264	541,2
Оборудование для подготовительных работ/ 1гр.	300000	20	60000	6,85	1	264	1808,4
Оборудование для напыления лакокрасочных материалов/ 1гр.	350000	50	175000	19,97	1	264	5272,08
Сварочное оборудование/ 1 гр.	170000	20	34000	3,88	1	264	1024,32
Шлифовальное оборудование / 1гр.	100000	20	20000	2,28	1	264	601,92
Итого:	68090,88						

#### 4.3.5 Затраты на оплату труда

Расчет суммы, начисленной 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 (таблица 27).

Таблица 27– Надбавки и доплаты к заработной плате работника

Районный коэффициент	1,5
Доплата за вредность	1,15
Компенсационная выплата за время нахождения в пути на вахту/с вахты	1,1
Компенсационная выплата за вахтовый метод работы	1,1

Таким образом, с учетом показателей в таблице, рассчитаем необходимые для окраски РВС затраты на заработную плату работников, занесем результаты в таблицу 28.

Таблица 28– Расчет затрат на ЗП работников

	Мастер	Маляр	Машинист автокрана	Сварщик
Часовая тарифная ставка	150	120	115	135
Районный коэффициент, руб.	225	180	172,5	202,5
Доплата за вредность, руб.	172,5	138	132,25	155,3
Время нахождения в пути, руб.	165	132	126,5	148,5
Вахтовый метод работы, руб.	165	132	126,5	148,5
Итого, руб./час	877,5	702	672,75	789,8
Время работы	264	264	264	264
Итого, руб. за работу 1-го работника	231660	185328	177606	208507,2

#### 4.3.6 Линейный календарный график выполнения работ

Рассмотрим пример формирования линейного графика выполнения работ для окраски РВС.

Вахта работает тридцать дней по 12 часов в сутки через 12 часов отдыха. Затем тридцать дней выходных. Доставка вахт на месторождения осуществляется авиа- и автотранспортом. Исполнительная бригада состоит из 1 вахты и следующего количества обслуживающего персонала:

- Мастер - 1 чел.
- Маляр - 2 чел.
- Машинист автолюльки - 1 чел.

- Сварщик - 1 чел.

Покрасочные работы согласно календарному плану составляют 264 часа или 22 суток. Линейный календарный график проведения работ по окраске РВС приведен в таблице 29.

Таблица 29– Линейный календарный график проведения подготовительных и покрасочных работ на РВС.

Вид работ	Дни																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Подготовительные работы	■	■	■	■	■	■	■																	
Сварочные работы			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Окраска РВС													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

#### 4.3.7 Затраты на страховые взносы

Затраты на страховые взносы в Пенсионный фонд, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования представлены в таблице 30.

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс VIII с тарифом 0,9 для производства общестроительных работ по сварочным работам и окраске РВС.

Таблица 30 – Расчет страховых взносов в государственные внебюджетные фонды.

	Мастер	Маляр	Машинист автокрана	Сварщик
Количество работников	1	2	1	1
ЗП, руб.	231660	370656	177606	208507,2
ФСС (2,9%)	6718,14	10749,02	5150,57	6046,71
ФОМС (5,1%)	11814,66	18903,46	9057,91	10633,87
Страхование от несчастных случаев (тариф 0,9%)	2084,94	3335,90	1598,45	1876,57
Всего, руб.	20617,74	32988,38	15806,93	18557,15
Общая сумма, руб.	87970,2			

#### 4.3.8 Смета затрат на окраску и выполнение сварочных работ

Общая сумма затрат на окраску и выполнение сварочных работ представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Общая сумма затрат при окраске и сварочных работах РВС

№	Расходы	Стоимость (руб.)
1	Амортизационные отчисления	68090,88
2	Затраты на материалы	113125
3	Затраты на топливо	239078,4
4	Оплата труда	812599,8
5	Страховые взносы	87970,2
6	Всего затрат	1320864,28
7	Накладные расходы (15%)	198129,64
8	Итого	1518993,92

Вывод:

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения.

Таким образом, сварочных работ и окраски РВС необходимо 1518993,92руб, что значительно дешевле и быстрее оснащения РВС понтоном или оборудованием для УЛФ.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовая деятельность оператора товарного должна производиться согласно действующим нормативным документам, а именно:

1. В области охраны труда и промышленной безопасности:
  - а) «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ [50];
  - б) «Правилами промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств» ПБ 09-563-2003 от 29.05.2003 г;
2. В области пожарной безопасности:
  - а) «Пожарная безопасность зданий и сооружений» СП 112.13330.2011;
  - б) «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» ППБ-01-03.
3. В области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок:
  - а) «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», VII-ое издание 2003г [54].
  - б) «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок потребителей».
4. В области охраны окружающей среды:
  - а) «Правила противопожарного режима РФ правительства РФ от 25.04.2012г. №390 «Об охране окружающей среды»»;
  - б) Приказ от 16 декабря 2020 г. N 915н об утверждении правил по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов.

Специальная оценка условий труда (СОУТ) является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий идентификации вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их взаимодействия на работника с учётом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов условий труда и применения средств защиты работников.

Согласно, по результатам СОУТ для оператора товарного условия труда на рабочих местах отнесены к вредным условиям труда 3 степени. На основе этого работникам предусматривается:

- 1) Сокращение продолжительности рабочего времени согласно ТК РФ Статье 92 – не более 36 часов в неделю;

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					74	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

2) Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам (ТК РФ Статья 117);

3) Работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную

сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства (ТК РФ Статья 221).

4) При повреждении здоровья или в случае смерти работника вследствие несчастного случая на производстве либо профессионального заболевания работнику (его семье) возмещаются его утраченный заработок (доход), а также связанные с повреждением здоровья дополнительные расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию либо соответствующие расходы в связи со смертью работника (ТК РФ Статья 184).

К работе оператором товарным допускаются лица старше 18 лет, прошедшие:

– предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению работ;

– вводный инструктаж по охране труда;

– противопожарный инструктаж;

– первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте;

– обучение безопасным приемам и методам ведения работ;

– проверку знаний требований охраны труда, пожарной безопасности, а также практических навыков безопасной работы, предупреждения, локализации и ликвидации аварийных ситуаций и пожаров.

В течение трудовой деятельности оператор товарный обязан проходить:

– периодические медицинские осмотры не реже 1 раза в год;

– повторные инструктажи на рабочем месте (1 раз в квартал) по безопасности труда, производственной санитарии и пожарной безопасности, а также при необходимости внеплановые и целевые инструктажи;

– изучение плана ликвидации аварийных ситуаций, противоаварийные и противопожарные тренировки по отработке этого плана;

– очередную проверку знаний в области охраны труда, промышленной, экологической, пожарной безопасности не реже одного раза в год в объеме требований инструкций по видам работ, входящих в его обязанности.

Организация рабочего места рабочих должна обеспечивать безопасность выполнения работ, а также должна быть тщательно спланирована, очищена от посторонних предметов. Средства аварийной сигнализации и контроля состояния воздушной среды должны находиться в исправном состоянии. Оборудование, которое может оказаться под напряжением должно быть заземлено. Во взрывоопасных зонах должно быть установлено оборудование во взрывозащищенном исполнении.

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

## 5.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, которые формируют опасные и производственные факторы, возникающие в процессе обслуживания резервуаров при хранении в них нефти и нефтепродуктов (таблица 32).

Таблица 32 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Этапы работы			Нормативные документы
		Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1		2	3	4	5
Вредные факторы	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	-	-	+	Требования к запыленности и загазованности приведены в ГН 2.2.5.3532-18 Предельно Допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны .
	Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	-	+	Требования к безопасности связанные с повышенным уровнем шума устанавливают в ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ Шум. Общие требования безопасности.
	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	-	-	+	Требования к температуре воздуха Рабочей зоны устанавливаются в СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений .
	Недостаток необходимого искусственного освещения	-	-	+	Требования к освещению устанавливаются СП искусственное Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 .
	Движущиеся транспортные средства,	-	-	+	Требования к движущимся машинам и

грузоподъемные механизмы (подъемные сооружения), перемещаемые материалы, подвижные части оборудования				механизмам устанавливаются в ГОСТ 12.2.003 - 91 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
Пожаровзрывоопасность	-	-	+	Требования к пожаробезопасности представлены в ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования», ППБО-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности .
Производственные факторы, связанные с электрическим током	-	-	+	Требования к электробезопасности устанавливаются в ГОСТ 12.1.019-017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [40].

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

Рассмотрим подробнее вредные производственные факторы, которые воздействуют на человека, производящего работы по обслуживанию объектов хранения нефти и нефтепродуктов, а также рассмотрим мероприятия для снижения влияния этих факторов и их нормативные значения.

### 5.2.2 Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

Контроль воздушной среды должен проводиться при характерных производственных условиях посредством газоанализатора или рудничной лампы. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно

превышать предельно допустимых концентраций (ПДК).

Предельно - допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м<sup>3</sup>, для природного газа ПДК равно 300 мг/м<sup>3</sup>. ПДК транспортируемых газов, вредных примесей и некоторых применяемых веществ :

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

- метан по санитарным нормам относится к 4-му классу опасности (малоопасные вредные вещества со значением ПДК в пересчете на углерод) – 300 мг/м<sup>3</sup>;
- в качестве одорантов в основном применяют меркаптаны, в частности этилмеркаптан (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH), которые относятся ко 2-му классу опасности (вещества высокоопасные). ПДК в воздухе рабочей зоны по санитарным нормам 1 мг/м<sup>3</sup>;
- ПДК сероводорода в присутствии углеродов (C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub>) – 3 мг/м<sup>3</sup> (2-ой классу опасности);
- □ ПДК сернистого газа (SO<sub>2</sub>) в воздухе рабочей зоны 10 мг/м<sup>3</sup> (3 класс – умеренно опасные вредные вещества);

ПДК метанола (CH<sub>3</sub>OH) в воздухе рабочей зоны (по санитарным нормам) – 5 мг/м<sup>3</sup>;

При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами. При работе с вредными веществами 1-, 2-, 3-го классов опасности (одорант, сероводород, метанол, диэтиленгликоль и т.д.) должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование средств индивидуальной защиты.

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности и загазованности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны. Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РПКМ и др.), защитных очках и комбинезонах.

При загазованности траншеи или котлована в результате утечки газа необходимо прекратить работу и вывести людей, запретив курить, зажигать спички или пользоваться открытым огнем.

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

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. [37] Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА.

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

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

Необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников. В качестве СИЗ Государственным стандартом предусмотрены заглушки-вкладыши (многократного или однократного пользования, вкладыши «Беруши» и др.), заглушающая способность которых составляет 6-8 дБА. В случаях более высокого превышения уровней шума следует использовать наушники, надеваемые на ушную раковину. Наушники могут быть независимыми либо встроенными в головной убор или в другое защитное устройство.

#### **Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны**

В настоящее время для оценки допустимости проведения работ и их нормирования на открытом воздухе в условиях крайнего севера используется понятие *предельной жесткости*

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

*погоды* (эквивалентная температура, численно равная сумме отрицательной температуре воздуха в градусах Цельсия и удвоенной скорости ветра в м/с), устанавливаемая для каждого района решением местных региональных органов управления.

Предельная жесткость погоды, ниже которой не могут выполняться работы на открытом воздухе, колеблется в пределах от -40 до -45 °С. При эквивалентной температуре наружного воздуха ниже -25 °С работающим на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, а также грузчикам, занятым на погрузочно-разгрузочных работах, и другим работникам, ежечасно должен быть обеспечен обогрев в помещении, где необходимо поддерживать температуру около +25 °С.

Работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены в зимнее время спецодеждой и спецобувью с повышенным суммарным тепловым сопротивлением, а также защитными масками для лица. При работах, связанных с ограниченностью движения, следует применять спецодежду и спецобувь со специальными видами обогрева.

#### **Недостаток необходимого искусственного освещения**

Для строительных площадок и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 2 люкс независимо от применяемых источников света, за исключением автодорог. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 люкс при работе вручную и не менее 10 люкс при работе с помощью машин и механизмов.

Территория резервуарного парка в ночное время должна иметь освещение отвечающее нормам.

Наружное освещение подразделяется на освещение небольших объектов: дорог, невысоких зданий и станций, и больших открытых объектов: В первом случае применяются светильники и прожекторы небольшой мощности, расположенные на опорах освещения высотой 6-10м, либо на самих зданиях и сооружениях.

Для освещения больших открытых территорий и объектов месторождений применяются мачты освещения и высокомастовые опоры, высотой 16-40м. Мачты могут оснащаться стационарными либо мобильными коронами для удобства эксплуатации, либо при невозможном ограниченном подъезде спецтехники. На мачтах размещаются 6-10 мощных прожекторов. Наиболее часто применяются металлогалогенные прожекторы с симметричным и асимметричным светораспределением мощностью 1000-2000вт, (реже 400вт при высоте размещения 16-20м). Целесообразность применения светодиодных прожекторов в данном случае представляется спорной.

#### **5.2.3 Анализ потенциально вредных и опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению**

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые воздействуют на человека, производящего работы по обслуживанию объектов хранения нефти и нефтепродуктов, а также рассмотрим мероприятия для снижения влияния этих факторов и их нормативные значения.

					Социальная ответственность	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 5.2.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

Для снижения влияния воздействия температуры рабочей зоны возможно сокращение продолжительности рабочей смены, прекращение работ в зависимости от погодных условий. В холодное время года работникам, работающим на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, необходимо предоставить перерывы для обогрева в специальных помещениях, которые обязан обеспечить работодатель. Перерывы включаются в рабочее время. В жаркое время года вводят перерывы для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом .

Для снижения воздействия шума необходимо поглощать его источник. Снижению шума способствует смазка трущихся деталей механизма, балансировка вращающихся частей, ремонт и обслуживание оборудования.

Для снижения уровня воздействия недостаточной освещенности рабочего места необходимо правильно проектировать искусственное освещение согласно требуемым нормам. Светильники аварийного и эвакуационного освещения должны питаться от независимого источника.

Для снижения вероятности травматизма при работе движущихся машин и механизмов необходимо :

- оградить вращающиеся части механизмов; - проводить своевременно инструктажи по технике безопасности.
- при ремонте должны вывешиваться знаки, оповещающие о проведении ремонтных работ;
- проведение проверки состояния ремней, цепей, тросов и их натяжения; - проведение плановых и внеплановых проверок пусковых и тормозных устройств.

Снижение вероятности поражения электрическим током достигается с помощью следующих мероприятий:

- проектирование, монтаж, наладка, испытание и эксплуатация электрооборудования должны проводиться в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» .

Для снижения пожароопасности все производственные, подсобные и жилые помещения должны иметь подъездные пути и не должны располагаться вблизи емкостей с горючими материалами и складов лесоматериалов. Территория должна быть очищена от мусора и не следует допускать замазучивания территории. В целях предотвращения пожара запрещается располагать электропроводку в местах ее возможного повреждением подвижными механизмами.

Объекты нефтедобычи должны быть обеспечены средствами пожаротушения.

Для исключения возгорания по причине короткого замыкания в электромеханизмах должны использоваться предохранители. В электросетях необходимо использовать провода с достаточно большим сечением, чтобы исключить возможность возгорания от перегрева.

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

### **5.2.5 Движущиеся транспортные средства, грузоподъемные механизмы (подъемные сооружения), перемещаемые материалы, подвижные части оборудования и инструмента**

Скорость движения автотранспорта, по территории УПН и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/ч на прямых участках и 5 км/ч на поворотах. Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование. Также необходимо соблюдать технику безопасности при работе оборудования, машин и механизмов, а их эксплуатацию должны выполнять только лица, имеющие на это право.

### **5.2.6 Производственные факторы, связанные с электрическим током**

Чтобы предупредить возможность случайного проникновения тока и прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, используются защитные сетчатые и смешанные ограждения (переносные временные ограждения и плакаты). Ограждению подлежат неизолированные токоведущие части выключателей, подающих напряжение на установки [39].

Для защиты от поражения электрическим током персонала необходимо использовать следующие средства индивидуальной защиты: диэлектрические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки. Для защиты от электрической дуги и металлических искр при сварке необходимо использовать: защитные костюмы, защитные каски или очки.

Защита взрывоопасных сооружений и наружных установок от прямых ударов молнии выполняется отдельно стоящими молниеотводами и прожекторными мачтами с молниеотводами. Все металлические, нормально нетоковедущие части электрооборудования, могущие оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции, присоединяются к защитному заземлению.

Для защиты от электрической индукции и отвода зарядов статического электричества все технологическое оборудование и аппараты заземляются путем присоединения к защитному контуру заземления или специально сооружаемому для этой цели очагу заземления. Предусматривается глухое заземление нейтрали силовых трансформаторов на стороне низкого напряжения. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом [38].

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала от поражения электрическим током предусматривается защитное зануление и устройства защитного отключения (УЗО).

Все металлические части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, подлежат занулению путем электрического соединения с глухозаземленной нейтралью источника питания посредством нулевых защитных проводников.

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

### 5.3 Экологическая безопасность

При технической эксплуатации резервуара типа РВС 2000 м<sup>3</sup> необходимо соблюдать требования по защите окружающей среды, условия землепользования, установленные законодательством по охране природы.

Перед началом производства работ следует выполнить следующие работы:

- оформить в природоохранных органах все разрешения, согласования и лицензии, необходимые для производства работ по данному объекту;
- заключить договора со специализированными организациями на сдачу отходов, грунта, сточных вод образующихся в процессе производства работ;
- оборудовать места временного размещения отходов в соответствии с нормативными требованиями.

При организации ремонта необходимо осуществлять мероприятия и работы по охране окружающей среды, которые должны включать предотвращение потерь природных ресурсов, предотвращение попадания загрязняющих веществ в почву, водоемы и атмосферу.

*Виды воздействий на природную среду в период эксплуатации резервуара:*

- Загрязнение выбросами выхлопных газов от строительной техники при производстве работ;
- Выбросы при опорожнении и заполнении резервуаров;
- Образование и размещение отходов, образующихся при технологической эксплуатации.

Перед началом работ необходимо обеспечить наличие отвода земельного участка. С целью уменьшения воздействия на окружающую среду все работы должны выполняться в пределах полосы отвода земли.

Для снижения воздействия на поверхность земель предусмотрены следующие мероприятия:

- минимально необходимые размеры котлована;
- своевременная уборка мусора и отходов для исключения загрязнения территории отходами производства;
- запрещение использования неисправных, пожароопасных транспортных и строительно-монтажных средств;
- применение строительных материалов, имеющих сертификат качества;
- выполнение работ, связанных с повышенной пожароопасностью, специалистами соответствующей квалификации.

Загрязнение атмосферного воздуха в период эксплуатации за счет неорганизованных выбросов и является кратковременны.

К загрязняющим веществам относятся продукты неполного сгорания топлива в двигателях строительных машин и механизмов, вещества, выделяющиеся при сварке труб, выполнении изоляционных работ.

### *Защита атмосферы*

					Социальная ответственность	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

К загрязняющим веществам атмосферного воздуха относятся выбросы паров нефти и нефтепродуктов при срабатывании дыхательных клапанов, продукты неполного сгорания топлива в двигателях строительных машин и механизмов, вещества, выделяющиеся при сварке труб, выполнении изоляционных работ.

Загрязнение атмосферы в период производства работ носит временный обратимый характер. При попадании в атмосферу вредные вещества физико - химически преобразуются, а впоследствии рассеиваются. Предельная допустимая концентрация испарений в нефти составляет не более 10 мг/м<sup>3</sup>.

Для снижения уровня загрязнения атмосферы выбросами углеводородов необходимо осуществлять мероприятия по сокращению потерь нефти при эксплуатации резервуара, а также потерь в результате аварийного разлива нефтепровода и выбросов токсичных испарений. Для устранения возможных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при эксплуатации резервуара и технологического оборудования осуществляется комплекс мероприятий:

1. Проверка оборудования на прочность и герметичность;
2. Соблюдение правил эксплуатации;
3. Своевременная замена уплотнений насосов и запорной арматуры.

#### ***Защита гидросферы***

Попадание загрязняющих веществ (нефть, нефтепродукты) в сточные воды через трубопроводы при откачке из резервуара приводит к загрязнению нефтью и нефтепродуктами, появлению нефтяных пятен, что затрудняет процессы фотосинтеза в воде из-за прекращения доступа солнечных лучей, а также вызывает гибель флоры и фауны. Каждая тонна нефти создает нефтяную пленку на площади до 12 км<sup>2</sup>. Восстановление пораженных экосистем занимает от 10 до 15 лет.

Нефть, попадая в воду, растекается вследствие ее гидрофобности по поверхности, образуя тонкую нефтяную пленку, которая перемещается со скоростью примерно в два раза большей, чем скорость течения воды. При соприкосновении с берегом и прибрежной растительностью нефтяная пленка оседает на них. В процессе распространения по поверхности воды легкие фракции нефти частично испаряются, растворяются, а тяжелые опускаются в толщу воды, оседают на дно и образуют донное загрязнение. Биохимическое окисление нефти сопровождается интенсивным поглощением кислорода воды. В среднем на окисление 1 мг нефти затрачивается от 0,5 до 3,5 мг кислорода.

#### ***Защита литосферы***

Общая особенность всех нефтезагрязненных почв – изменение численности и ограничение видового разнообразия микрофауны и микрофлоры. Последствия возникновения нефтяного загрязнения почв носят губительный характер.

Для разных почв процесс восстановления зависит от глубины проникновения продуктов в основание. Например, время реанимации почв достигает 25 лет при концентрации отходов 12 л/м<sup>2</sup>. Временной интервал зависит от типа основания и погодных условий .

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

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Чрезвычайные ситуации на трубопроводном транспорте могут возникнуть по различным причинам, например, паводковые наводнения, лесные пожары, террористические акты, по причинам техногенного характера (аварии) и др.

В вопросе хранения нефти и нефтепродуктов чрезвычайные ситуации могут представлять, из себя такие ситуации, как крупные пожары, что влечет за собой экологическое загрязнение и гибель людей. Крупные порывы и выбросы нефти и нефтепродуктов представляют угрозу для экологической обстановки, что вызвано недостаточной герметизацией оборудования. Негерметичность прилегания затворов к стенке, неустойчивость материалов, из которых выполнены затворы к воздействию атмосферных осадков и сернистой нефти, и нефтепродуктов, «прикипание» материала затвора к стенке резервуара при длительном простое, приводит к насыщению газового пространства парами нефтепродуктов и образованию взрывоопасных концентраций.

Около 50% пожаров происходит на действующих резервуарах. Основными источниками зажигания здесь являются механические искры, разряды статического электричества, самовозгорание пиррофорных отложений, проявление атмосферного электричества, искры электродвигателей и др. Необходимость сосредоточения большого количества огнетушащих средств и техники увеличивает время ликвидации пожаров, при этом сами пенообразователи, в огромном количестве сливаемые в ливневую канализацию, являются опасными для окружающей среды. Опыт показывает, что причина этих пожаров, как правило, целая совокупность обстоятельств, каждое из которых само по себе не способно инициировать крупный пожар, и только их сочетание приводит к серьезным последствиям.

Предотвращение чрезвычайных ситуаций предусматривает: правовые, организационные, экономические, инженерно-технические, эколого-защитные, санитарно-эпидемиологические и социальные мероприятия, которые обеспечивают наблюдения и контроль состояния окружающей среды и потенциально опасных объектов, прогнозирование и профилактику возникновения источников чрезвычайных ситуаций, подготовку к этим ситуациям.

### Пожаровзрывобезопасность

При обеспечении пожарной безопасности ремонтных работ следует руководствоваться 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах»; и другими утвержденными в установленном порядке региональными СНиП, НД, регламентирующими требования пожарной безопасности.

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

Места проведения ремонтных работ должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения:

- асбестовое полотно размеров 2х2 м – 2 шт.;
- огнетушители порошковые ОП-10 – 10 шт., или углекислотные ОУ-10 – 10 штук или один огнетушитель ОП-100 (ОП-50 2 шт.);
- лопаты – 2 шт.;
- ведра – 2 шт.;
- топор, лом – по 1 шт.

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проходить дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров в порядке установленном руководителем.

Хранилища нефтепродуктов создают потенциальную опасность возникновения утечек или аварийных разливов из оборудования, резервуаров, трубопроводов, особенно во время операций по опорожнению и наполнению.

Хранение и перемещение этих материалов также представляет значительный риск возникновения пожара и взрыва в силу горючести и огнеопасности нефти и нефтепродуктов. Особенно это касается накопленных паров в резервуарах хранения. К потенциальным источникам возгорания относятся искры из-за статического электричества, молнии и открытый огонь.

Оборудование должно соответствовать стандартам проектирования, целостности и операционной деятельности для исключения происшествий катастрофического масштаба и предотвращения накопления статического электричества. У резервуаров должна иметься надлежащая вторичная обваловка.

Все это должно проходить регулярную проверку и техническое обслуживание. В организациях должны иметься хорошо разработанные системы управления пожарным риском и планы ликвидации аварии.

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, трубопроводы под давлением.

Резервуарный парк относится:

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

С целью обеспечения взрыво- и пожаробезопасности в резервуарных парках для паров углеводородов установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация ПДВК = 2100 мг/м<sup>3</sup>. [37]

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

Таблица 33 – Значения НКПР, ВКПР и ПДВК веществ .

Наименование веществ	Диапазон взрываемости				ПДВК	
	по объему (%)		по массе мг/м <sup>3</sup>		% об.	мг/м <sup>3</sup>
Метан	5	15,7	3300	104000	0,25	1650
Этан	2,9	15	3600	18600	0,15	1800
Пропан	2,2	9,5	38000	164000	0,11	1900
Бутан	1,8	9,1	45000	227500	0,09	2250
Окись углерода	12,5	75	74000	444000	0,63	3700

Машины и механизмы, используемые в резервуарном парке, должны иметь исправное электрооборудование, а их выхлопные трубы должны быть оборудованы искрогасителями.

Персоналу необходимо иметь средства индивидуальной защиты. Для безопасной эвакуации предусматривается необходимое количество эвакуационных выходов, соответствующие средства коллективной защиты.

Каждый производственный объект, где обслуживающий персонал находится постоянно, необходимо оборудовать круглосуточной телефонной (радиотелефонной) связью с диспетчерским пунктом или руководством участка, цеха, организации.

Все сотрудники при выявлении признаков пожара, обязаны:

1. Остановить производственный процесс, сообщить о случившемся непосредственно руководителю и следовать его указаниям.
2. Вызвать пожарную охрану по указанию руководства. Если таких указаний нет, а угроза существует, вызвать пожарных самостоятельно.
3. Эвакуировать людей не занятых ведением технологического процесса
4. Перекрыть поступление жидкости в резервуар
5. Преступить к тушению пожара.

В разделе социальная ответственность были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, вопросы производственной и экологической безопасности, а также возможные чрезвычайные ситуации на объектах исследования. Проанализированы вредные и опасные производственные факторы, которые возникают при работе оператора товарного: отборе проб, замер уровня нефти и нефтепродуктов в резервуаре, раскрыты правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности на производстве. Рассмотрена типовая чрезвычайная ситуация – пожар в резервуаре с сорванной крышей и свободным горением над зеркалом жидкости.

Раздел имеет важное значение так как резервуары и резервуарные парки являются опасными производственными объектами, на которых имеется большой ряд вредных факторов. Обеспечение безопасности труда является приоритетной задачей руководящих лиц.

## Заключение

В результате работы: был проведен литературный обзор основных проектных решений при эксплуатации резервуара вертикального стального на территории томской области на примере месторождения X; выполнены типовые расчеты проектирования согласно нормативной документации.

Рассмотрена технология безопасного хранения нефти в резервуарах, расположенных на территориях нефтеперекачивающих станций. Особый упор автором сделан на конструктивные особенности емкостей, предназначенных для хранения углеводородов, которым характерна высокая вязкость или которые относят к категории легкозастывающих.

Рассмотрены общие характеристики объекта исследования, которым является резервуар вертикальный стальной с подогревом общим объемом 2000 кубических метров, обоснована типовая схема функционирования технологического объекта и определены ключевые аспекты проектно-технических характеристик резервуара. Представлен алгоритм технических решений, направленных на обеспечение безопасной эксплуатации опасного технического объекта.

Приведены технологические расчеты, позволившие определить прочностные параметры резервуара и параметры энергопотребления на обеспечение тепла для поддержания требуемого теплового режима хранения углеводородов с недопущением формирования объемов отложений АСПО на дне емкости для хранения .

Из результатов проверочных расчетов следует, что:

Прочность всех поясов стенки резервуара является обеспеченной.

Работы по удалению снега с крыши резервуара необходимо производить сегментами, поочередно с противоположных сторон крыши, начиная с наиболее нагруженных участков, включая секции, на которых расположены дыхательные и предохранительные клапаны, вентиляционные патрубки. Зачистку сегментов производить от стенки резервуара в направлении центра резервуара.

Для обеспечения нормальной работы по хранению и перекачки легкозастывающей нефти необходимо обеспечить подачу пара в змеевик резервуара  $g_n = 72,6 \text{ м}^3/\text{кг}$  в час.

Проведена оценка коммерческого потенциала и затрат на покраску резервуара защитным покрытием с учетом ресурсоэффективности проводимых работ. Таким образом, сварочных работ и окраски РВС необходимо 1518993,92руб, что значительно дешевле и быстрее оснащения РВС понтоном или оборудованием для УЛФ.

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Пигулевский А.Е.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					87	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения комплекса технологических мероприятий по обслуживанию резервуара вертикального стального, относящегося к опасному производственному объекту.

В результате исследования: полученные решения могут быть положены в основу технологических и конструктивных решений при эксплуатации резервуара вертикального стального для хранения легкозастывающей и высокопарафинистой нефти.

					Заключение	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Список использованных источников

- 1- История возникновения резервуаров URL:<https://gazovik-neft.ru/directory/article/tank-story.html>(дата обращения 20.03.2022). – Текст: электронный.
- 2- С.А. Леонтьев, Р.М. Галикеев, М.Ю.Тарасов Технологический расчет и подбор стандартного оборудования для установок системы сбора и подготовки скважинной продукции
- 3- Инструкция учебного центра ОАО «Самарнефтегаз». «Назначение устройство, принцип работы технологического и товарного РВС и ихоборудования», 2006. – 102 с
- 4- ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия: дата введения 2017-03-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200138636> (дата обращения20.03.2022). – Текст: электронный.
- 5- Резервуары прямоугольные URL:  
[https://bak7.ru/produktsiya/pryamougolnye\\_rezervuary/?yadclid=3487080&yadordid=2742829&yclid=2774867213760331775](https://bak7.ru/produktsiya/pryamougolnye_rezervuary/?yadclid=3487080&yadordid=2742829&yclid=2774867213760331775) (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 6- САРЗ Производство, проектирование и строительство резервуарных парков «под ключ»URL:[https://sarrz.ru/produkcija/silosy\\_stalnye\\_pryamougolnye\\_rezervuary.html](https://sarrz.ru/produkcija/silosy_stalnye_pryamougolnye_rezervuary.html) (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 7- Резервуары вертикальные стальные URL:<https://snmash.ru/production/rezervuarnoe-oborudovanie/rezervuary-rulonogo-tipa-rvs.html> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 8- Резервуары вертикальные стальные и их оборудование URL:<https://tomsk.snmash.ru/production/rezervuarnoe-oborudovanie/rezervuary-rgsn.html> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 9- Каплевидные (сфероидальные) резервуары URL:<https://helpiks.org/3-1682.html> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 10- «Горная энциклопедия», издательством БСЭ в 1984—1990 годах URL:<http://www.mining-enc.ru/k/kaplevidnyj-rezervuar/> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.

					Организационно-техническое обеспечение эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-2000 кубических метров для хранения нефти с подогревом на севере Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Лигулевский А.Е.			Список использованных источников	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					89	94
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

- 11- ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований: дата введения 2015-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115736> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 12- ГОСТ Р 58623-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные. Правила технической эксплуатации: дата введения 2020-08-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169168> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 13- Деловой журнал «Neftegaz.RU» <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141893-neftyanye-rezervuary/> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 14- ГОСТ Р 58619-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Оборудование резервуарное. Понтоны. Общие технические условия: дата введения 2020-08-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169165> (дата обращения 25.03.2022). – Текст: электронный.
- 15- Проектирование, производство и монтаж резервуаров, металлоконструкций <https://vzrk.ru/stati/233-klassifikaciya-defektov-rvs> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 16- Причины возникновения дефектов резервуаров <http://www.gazenergohim.ru/articles/340/> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 17- Классификация дефектов резервуарных конструкций
- 18- <https://helpiks.org/4-71159.html> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный
- 19- Сборник инструкций по охране труда для нефтяной и газовой промышленности «Imperial Energy»
- 20- <http://www.imperialenergy.com/ru/> (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 21- Технологическая схема разработки нефтяного месторождения: Отчет по договору ПР784, Томск 2010
- 22- СНиП 23-01-99\* (СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ) (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.
- 23- СНиП 2.01.07-85\*(СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ) (дата обращения 24.03.2022). – Текст: электронный.



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

- 27- РЕЗЕРВУАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ <https://vzmir.ru/rezervuarnoe-oborudovanie/> (дата обращения 19.05.2022г.). – Текст: электронный.
- 28- ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- 29- Андреев А.Ф. Основы экономики и организации нефтегазового производства: учебник — Москва: Академия, 2014
- 30- РД-16.01-60.30.00-КТН-062-1-05 «Руководство по ремонту железобетонных и стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000куб. м» разработан Государственным унитарным предприятием «Институт проблем транспорта энергоресурсов» (ГУП «ИПТЭР») по договору № 19-1-02-147/15 от 02.04.2002 г.
- 31- Приказ Ростехнадзора от 07.11.2016 N 461 Правилами промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов (Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности п.п.2.5.1
- 32- Современные способы очистки полости резервуаров вертикальных стальных от донных отложений. Валиев М.Р.
- 33- [http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/65694/1/conference\\_tpu-2014-C11-V2\\_p513-515.pdf](http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/65694/1/conference_tpu-2014-C11-V2_p513-515.pdf) (дата обращения 26.03.2022). – Текст: электронный.
- 34- Вадулина Н.В., Абдрахманов Н.Х., Федосов А.В., Бадртдинова И.И. Разработка способа утилизации отходов горнообогатительных комбинатов созданием активных фильтрующих обезжелезивающих материалов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 11. С. 37-43.
- 35- Приказ Министерства Энергетики Российской Федерации № 232 Об утверждении Правил технической эксплуатации нефтебаз: дата введения 2003–06–19. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866234> (дата обращения 29.03.2022). – Текст: электронный.
- 36- Расчет потребности теплоты на подогрев нефтепродуктов на нефтебазах [https://ros-pipe.ru/tekh\\_info/tekhicheskie-stati/khranenie-i-transportirovka-nefteproduktov/raschet-potrebnosti-teploty-na-podogrev-nefteprodu/](https://ros-pipe.ru/tekh_info/tekhicheskie-stati/khranenie-i-transportirovka-nefteproduktov/raschet-potrebnosti-teploty-na-podogrev-nefteprodu/)(дата обращения 27.03.2022). – Текст: электронный.
- 37- РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м3: дата введение 2007–06–05.-URL: [https://sarrz.ru/proektirovschiku/spravochnaya\\_informatsiya\\_\\_gost\\_snipyi\\_pb/normi\\_proektirovanija/](https://sarrz.ru/proektirovschiku/spravochnaya_informatsiya__gost_snipyi_pb/normi_proektirovanija/) (дата обращения 20.03.2021). – Текст: электронный.
- 38- ГОСТ Р 58622-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Методика оценки прочности, устойчивости и долговечности

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

резервуара вертикального стального: дата введения 2020-08-01. – URL:  
<https://docs.cntd.ru/document/1200169167> (дата обращения 20.03.2022). – Текст:  
электронный.

39- СНиП 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение: дата введения 1996-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения 19.05.2022г.). – Текст: электронный.

					Список использованных источников	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





