

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

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м <sup>3</sup> »

УДК 622.692.23-025.71-034.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Алиев Асиф Асаф оглы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Зарубин Алексей Геннадьевич	к.х.н, доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ОНД ИШПР</b>	Брусник Олег Владимирович	к.п.н, доцент		

## Запланированные результаты обучения по программе бакалавриата

### Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<b><i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i></b>		
<b>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</b>		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
Р5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18),  (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
Р6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазопромыслового оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, , ПК-19, ПК20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
Р7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6,  ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
Р8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30),  (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).</i>
<b>Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»</b>		
Р9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	9,ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".
Р10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
Р11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

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

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6А	Алиеву Асифу Асаф оглы

Тема работы:

«Повышение эффективности эксплуатации трубопровода при последовательной перекачке нефти и нефтепродуктов»
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Утверждена приказом директора (дата, номер)	59-81/с от 28.02.2020
---------------------------------------------	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2020г.
------------------------------------------	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м<sup>3</sup>.

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

*(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).*

1. Рассмотрение конструктивных особенностей и оборудования вертикальных стальных резервуаров;
2. Рассмотрение применения воздушно-плазменного напыления при нанесении антикоррозионного покрытия как способ повышения эксплуатационной надежности и безопасности вертикальных стальных резервуаров;
3. Проведение расчётов на прочность резервуара;
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;
5. Социальная ответственность

**Перечень графического материала**

*(с точным указанием обязательных чертежей)*

**Таблицы:**

1. Основные характеристики групп резервуаров
2. Исходные данные расчета
3. Исходные данные расчета
4. Исходные данные расчета
5. Химический состав стали, %
6. Механические свойства стали при 20 °С
7. Способы монтажной сварки резервуаров, сооружаемых из листовых полотнищ
8. Результаты расчета толщины стенки
9. Расчетные значения кольцевых напряжений по поясам стенки
10. Расчет редуцированной высоты вертикального резервуара
11. Расчет массы и поясов стенки резервуара
12. Расчетные кольцевые напряжения в стенке резервуара
13. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
14. Матрица SWOT
15. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
16. Временные показатели проведения научного исследования
17. Календарный план график проведения НИР по теме
18. Материальные затраты
19. Расчет затрат на оборудование
20. Баланс рабочего времени
21. Расчет основной заработной платы
22. Отчисления во внебюджетные фонды
23. Расчет бюджета затрат НТИ
24. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта
25. Сравнительная эффективность разработки
26. Возможные опасные и вредные факторы

**Рисунки:**

1. Резервуар вертикальный стальной
2. Принципиальная схема резервуара вертикального стального
3. Дыхательный клапан
4. Предохранительный клапан
5. Огневой предохранитель
6. Схема приемо-раздаточного устройства (ПРУ)
7. Пеногенератор
8. Пробоотборник

	<ul style="list-style-type: none"> <li>9. Кран сифонный</li> <li>10. Фильтр предварительной очистки нефтепродуктов</li> <li>11. Устройство для размыва донных отложений «Тайфун -24»</li> <li>12. Люк-лаз</li> <li>13. Люк замерный</li> <li>14. Люк световой</li> <li>15. Поплавковый уровнемер</li> <li>16. Радарный уровнемер</li> <li>17. Ультразвуковой уровнемер</li> <li>18. Емкостной уровнемер</li> <li>19. Буйковый уровнемер</li> <li>20. Схема датчика утечек нефти</li> <li>21. Схема установки плазменного напыления</li> <li>22. Структура напыленного покрытия</li> </ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжакина Татьяна Гавриловна, доцент
«Социальная ответственность»	Черемискина Мария Сергеевна, ассистент

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

--

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	23.12.2019
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Зарубин Алексей Геннадьевич	к.х.н, доцент		23.12.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Алиев Асиф Асаф оглы		23.12.2019

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Б6А	Алиев Асиф Асаф оглы

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Нефтегазовое дело/Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчёт стоимости выполняемых работ, согласно применяемой технологии: - материальные затраты НТИ – 59143 руб.; - затраты на специальное оборудование – 21290 руб.; - основная заработная плата – 26988 руб.; - дополнительная заработная плата – 3982,5 руб.; - отчисления во внебюджетные фонды – 9159,75 руб.; - накладные расходы – 19290,12 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: -30 % премии к заработной плате -20 % надбавки за профессиональное мастерство -1,3 – районный коэффициент для расчета заработной платы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Общая система налогообложения с учетом льгот для образовательных учреждений, в том числе отчисления во внебюджетные фонды - 30%.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей. Анализ конкурентных технических решений. SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование и выделение этапов проекта. Составление календарного плана проекта. Формирование бюджета НТИ



3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального ресурсоэффективности.	показателя
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	------------

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

**Таблицы:**

- Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
- Матрица SWOT
- Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
- Временные показатели проведения научного исследования
- Календарный план график проведения НИР по теме
- Материальные затраты
- Расчет затрат на оборудование
- Баланс рабочего времени
- Расчет основной заработной платы
- Отчисления во внебюджетные фонды
- Расчет бюджета затрат НТИ
- Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта
- Сравнительная эффективность разработки
- Возможные опасные и вредные факторы

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	02.03.2020
-------------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		02.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Алиев Асиф Асаф оглы		02.03.2020

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Б6А	Алиеву Асифу Асаф оглы

Школа	Природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	ИШПР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»/ «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Тема ВКР:

Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м <sup>3</sup>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Резервуар вертикальный стальной типа РВС-50000м <sup>3</sup> . Предназначен для приема, хранения, и транспортировки нефти и нефтепродуктов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах»; ГОСТ 12.2.016.1-91 - 12.2.016.5-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности 12.2.016.1-91 - 12.2.016.5-91 "Сооружения промышленных предприятий".
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	При проведении ремонтных работ на нижнем поясе резервуара могут возникнуть следующие виды вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>– загазованность и запыленность рабочей зоны;</li> <li>– недостаточная освещенность;</li> <li>– повышенный шум;</li> <li>– электромагнитное излучение;</li> <li>– вибрация.</li> </ul> При проведении ремонтных работ на нижнем поясе резервуара могут

	<p>возникнуть следующие виды опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оборудование, работающее под давлением;</li> <li>– повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов;</li> <li>– опасность поражения электрическим током;</li> <li>– опасность физических повреждений;</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<p>Источники, оказывающие негативное воздействие на атмосферу, литосферу и гидросферу в процессе проведения ремонта РВС.</p> <p>Атмосфера: выбросы газов в атмосферу  Гидросфера: разлив нефти на воде  Литосфера: загрязнение почвы химическими веществами, производственные отходы.</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Возможные ЧС: паводковые наводнения, лесные пожары, террористические акты, по причинам техногенного характера (аварии)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: разгерметизация резервуара в процессе вывода из эксплуатации</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	02.03.2020
-------------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		02.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Алиев Асиф Асаф оглы		02.03.2020

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 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2020г
------------------------------------------	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.03.2020	Обзор литературы	10
28.03.2020	Конструктивные особенности и оборудование вертикальных стальных резервуаров	15
15.04.2020	Применение воздушно-плазменного напыления при нанесении антикоррозионного покрытия как способ повышения эксплуатационной надежности и безопасности вертикальных стальных резервуаров	20
29.04.2020	Технологические расчёты на прочность резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup>	15
05.05.2020	Финансовый менеджмент	15
12.05.2020	Социальная ответственность	10
19.05.2020	Заключение	10
25.05.2020	Презентация	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Зарубин А.Г.	к.х.н, доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ОНД ИШПР</b>	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 120 с., 22 рис., 26 табл., 34 источника.

Ключевые слова: резервуар вертикальный стальной типа РВС-50 000м<sup>3</sup>, прочность стенки резервуара, антикоррозионное покрытие, технологии сооружения резервуаров со стационарной крышей, эксплуатационная надежность резервуара вертикального стального, расчет.

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной типа РВС-50 000м<sup>3</sup>, используемый для хранения нефти и нефтепродуктов.

Цель работы – исследовать методы повышения эксплуатационной надежности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м<sup>3</sup>.

В процессе исследования проводились расчеты определения оптимальных габаритов проектируемой конструкции резервуара, расчет стенки резервуара на прочность, выбор толщины стенок поясов. Рассмотрено применение воздушно-плазменного напыления при нанесении антикоррозионного покрытия как способ повышения эксплуатационной надежности вертикальных стальных резервуаров.

В результате исследования был произведен анализ эксплуатационной надежности РВС-50 000м<sup>3</sup>. На основании полученных результатов было выявлено, что применение определенной толщины стенки резервуара, а также применение антикоррозионного покрытия в виде воздушно-плазменного напыления значительно увеличивает срок безотказной работы резервуара.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: конструктивные особенности, технология сооружения, подготовительные работы, применение воздушно-плазменного напыления при нанесении антикоррозионного покрытия, выбор оптимальной толщины стенки резервуара и осуществления его прочности

Область применения: нефтегазовая промышленность.

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Алиев А.А.			<b>Реферат</b>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зарубин А.Г.					13	120
Консульт.						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

## Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Резервуар** – емкость, предназначенная для хранения, приема, откачки и измерения объема нефти;

**Резервуарный парк** – группа (группы) резервуаров, предназначенных для приема, хранения и откачки нефти и размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами –при подземных резервуарах;

**Конструкция резервуара** – основание и фундаменты, днище, стенка, крыша, понтон и т.п.;

**Окрайка** – часть днища резервуара, на которую опирается стенка, которая состоит из краевых листов увеличенной толщины в сравнении с центральной частью, и сваренных встык;

**Центральная часть днища** – внутренняя часть днища резервуара с толщиной листа меньшей чем окрайки и сваренных комбинированным способом: внахлест и встык;

**Срок службы конструкции** – продолжительность эксплуатации конструкции в календарных годах до переходя в предельное состояние;

**Устойчивость сооружения** – способность сооружения противостоять усилиям, стремящимся вывести его из исходного состояния статического или динамического равновесия;

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

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Алиев А.А.			<i>Термины и определения</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Зарубин А.Г.					14	120
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

## Обозначения и сокращения

**РВС** – резервуар вертикальный стальной;

**РП** – резервуарный парк;

**АКП** – антикоррозионное покрытие;

**ЧС** – чрезвычайная ситуация;

**РД** – руководящий документ;

**ГОСТ** – государственный стандарт;

**СНиП** – строительные нормы и правила;

**ПРП** – прием – раздаточный патрубок с хлопушей;

**ПРУ** – прием – раздаточное устройство с поворотной заслонкой;

**КДС** – клапан дыхательный

**КПГ** – клапан предохранительный гидравлический;

**НКДМ** – непримерзающий клапан дыхательный мембранный;

**ОП** – огневой предохранитель;

**ВПГ** – высоконапорный генератор;

**ПСПр** – пробоотборник стационарный для послойного отбора проб;

**КС** – кран сифонный;

**ФУ** – фильтр угловой;

**ЛЗ** – люк замерный;

**ЛС** – люк световой;

**ЛЛ** – люк лаз;

**ПБ** – промышленная безопасность.

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Алиев А.А.</i>			<b>Обозначения и сокращения</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Зарубин А.Г.</i>					15	120
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Оглавление	
Введение.....	19
Обзор литературы .....	21
1.Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных.....	22
1.1.Конструктивные особенности .....	22
1.1.1.Классификация резервуаров.....	22
1.1.2.Общие требования к стальным резервуарам .....	24
1.1.3.Конструкции резервуара вертикального стального .....	28
1.1.4.Конструкция оснований.....	28
1.1.5.Конструкции днища резервуаров.....	29
1.1.6.Конструкции стенки.....	30
1.2.Оборудование резервуара вертикального стального .....	31
1.2.1.Дыхательный клапан .....	32
1.2.2.Предохранительный клапан .....	34
1.2.3.Огневой предохранитель .....	35
1.2.4.Приемо-раздаточное устройство с поворотной заслонкой .....	36
1.2.5.Пеногенератор.....	38
1.2.6.Пробоотборник .....	40
1.2.7.Кран сифонный .....	41
1.2.8. Фильтр предварительной очистки нефтепродуктов .....	42
1.2.9.Устройство для размыва донных отложений «Тайфун» .....	43
1.2.10.Люк-лаз .....	44
1.2.11.Люк замерный .....	45
1.2.12.Люк световой .....	45
1.2.13.Поплавковый уровнемер.....	46
1.2.14.Радарный уровнемер .....	47

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Алиев А.А.			<b>Оглавление</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.		Зарубин А.Г.					16	120
Консульт.						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						



1.2.15.Ультразвуковой уровнемер .....	49
1.2.16.Емкостной уровнемер .....	49
1.2.17.Буйковый уровнемер .....	50
1.2.18.Приборы сигнализации и защиты.....	50
2.Антикоррозионное покрытие как способ повышения эксплуатационной надежности резервуаров.....	56
3. Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup> .....	60
3.1.Определение оптимальных габаритов проектируемой конструкции резервуара.....	63
3.2.Расчет стенки резервуара на прочность .....	67
3.3.Предварительный выбор толщины стенок поясов.....	67
3.4.Проверка толщин стенки резервуара на прочность .....	70
3.5.Проверка стенки резервуара на прочность .....	72
4.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. ....	79
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	79
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	79
4.1.2.Анализ конкурентных технических решений .....	80
4.1.3.SWOT-анализ .....	81
4.2.Планирование исследовательской работы в рамках ВКР .....	83
4.2.1.Структура работ в рамках проводимого исследования.....	83
4.2.2.Определения трудоёмкости работ .....	85
4.2.3.Разработка графика проведения исследовательской работы.....	85
4.3.Бюджет проводимого исследования .....	90
4.3.1.Расчет материальных затрат НТИ.....	90
4.3.2.Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	91
4.3.3.Основная заработная плата исполнителей работы .....	92
4.3.4.Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	94
4.3.5.Отчисления во внебюджетные фонды.....	95

4.3.6. Накладные расходы .....	95
4.3.7. Формирование бюджета затрат научно–исследовательской работы... ..	96
4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования.....	97
5. Социальная ответственность .....	101
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	101
5.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	101
5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	102
5.2. Производственная безопасность .....	103
5.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов .....	103
5.2.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов .....	105
5.3. Экологическая безопасность .....	111
5.3.1. Защита атмосферы .....	111
5.3.2. Защита гидросферы .....	112
5.3.3. Защита литосферы .....	113
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	114
Заключение .....	116
Список использованных источников .....	118

## Введение

В настоящее время ежегодное число аварий на резервуарах остается достаточно высоким без стремления к снижению. И стоит помнить, что каждый разлив на любом нефтяном объекте влечет за собой не только экономический, но и экологический ущерб. Стальные резервуары находятся в тяжелых эксплуатационных условиях, их относят к ответственным сварным конструкциям.

Резервуары – это инженерные конструкции, которые служат для хранения, приемки и учета нефтепродуктов и нефти на нефтеперерабатывающих и нефтедобывающих предприятиях.

В процессе эксплуатации коррозия, неравномерные осадки и множество других причин понижают надежность резервуара при эксплуатации или же приводят к его разрушению.

Вопрос надежности и работоспособности сооружений и оборудования магистральных нефтепроводом очень важно в области хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов.

Если оборудование будет надежным, следовательно, будет меньше отрицательных последствий как для предприятия, так и для окружающей среды. Ведь с надежным оборудованием возникает меньшее количество отказов, меньше простоев в работе транспорта нефтепродуктов и нефти, а также уменьшается количество аварий, связанных с разливом нефти и т.д.

Из этого следует **актуальность** данной работы: увеличение срока эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м<sup>3</sup> путем уменьшения рисков его разрушения.

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Алиев А.А.</i>			<b>Введение</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Зарубин А.Г.</i>					19	120
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Цель работы – исследовать методы повышения эксплуатационной надежности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м<sup>3</sup>.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

1. Изучить нормативно-техническую документацию конструктивных особенностей и технологии сооружения резервуаров вертикальных стальных типа РВС-50 000м<sup>3</sup>;

2. Изучение основных методов повышения эксплуатационной надежности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м<sup>3</sup>;

3. Произвести технологические расчеты на прочность и устойчивость, характеризующие повышенную эксплуатационную надежность резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м<sup>3</sup>.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

## Обзор литературы

В написании ВКР, основными литературными источниками были использованы тематические нормативные документы такие как: ГОСТы, отраслевые регламенты, СНиПы.

Более подробно тема описана в отраслевом регламенте, где углубленно раскрыты эксплуатационные нормы и правила РВС, в том числе при нестандартных условиях, а также отражены правила безопасности в неблагоприятных условиях при эксплуатации резервуаров.

Основные положения относительно конструкции, требований к изготовлению и монтажу, назначения, проектированию резервуаров вертикальных стальных типа РВС изложены в ГОСТе. А также в этом документе подробно описывается классификация резервуаров, его технических параметров и определяются сроки безопасной службы, эксплуатации резервуаров при различных условиях применения. В инструкции по эксплуатации для РВС (объекта – А) более подробно раскрыты, основные принципы работы, используемое оборудование, а также особенности конструкции.

Обеспечение надежной и бесперебойной эксплуатации резервуаров, дает возможность организовывать стабильный грузопоток товарной нефти между отправителем и получателем. Так соблюдение регламентированных операций, связанных с эксплуатацией и обслуживанием резервуарных парков является неотъемлемой и стратегически необходимой задачей каждого предприятия, осуществляющего транспорт и хранение нефти. В настоящий момент производятся работы по разработке новых типов конструкций, фундаментов и оснований, соответствующих необходимым требованиям безопасности для безаварийной и долгосрочной эксплуатации в сложных условиях [1].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .		
Разраб.		Алиев А.А.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зарубин А.Г.				21	120
Консульт.					<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					

# 1. Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных

## 1.1. Конструктивные особенности

### 1.1.1. Классификация резервуаров

Резервуар — это ёмкость в виде сосуда разнообразной формы и размера, к тому же он бывает стационарный или передвижной. Резервуар служат для хранения, приемки и учета нефтепродуктов и нефти в больших количествах.



Рис. 1. Резервуар вертикальный стальной.

Резервуары бывают подземные (заглубленные) и полуподземные (полузаглубленные), наземные и надземные относительно поверхности земли.

Для подземных и полуподземных резервуаров в основном используют железобетон[2].

Резервуары, находящиеся под землей, иными словами подземные располагаются полностью под землей. Обнаружить их можно лишь только с помощью люков для проникновения в резервуар и камеру управления, а также а также возвышающихся над поверхностью земли вентиляционных труб.

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Алиев А.А.			<b>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Зарубин А.Г.					22	120
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

Горизонтальные резервуары объемом: 3, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200м<sup>3</sup>, а именно подземные и наземные с коническими днищами рассчитаны на избыточное давление, равное 0,069 Мпа, а с плоскими днищами — 0,039 Мпа.

Вертикальные стальные цилиндрические резервуары объемом до 50000 м<sup>3</sup> бывают:

- со стационарной крышей, рассчитанные на избыточное давление 0,002МПа, вакуум 0,001МПа;
- со стационарной крышей, рассчитанные на повышенное давление 0,069МПа, вакуум 0,001МПа;
- с понтоном и плавающей крышей;
- с защитной (двойной) стенкой;
- предназначенные для эксплуатации в северных районах.

*Таблица 1*

Основные характеристики групп резервуаров

Резервуары	Номинальный объем резервуаров, устанавливаемых в группе, м <sup>3</sup>	Вид хранимых нефтепродуктов	Допустимая номинальная вместимость группы, м <sup>3</sup>	Минимальное расстояние между резервуарами,
С плавающей крышей	50000 и более	независимо от вида жидкости	200000	30м

	Менее 50000	независимо от вида жидкости	120000	0,5D, но не более 30м
С понтоном	50000	независимо от вида жидкости	200000	30м
	Менее 50000	независимо от вида жидкости	120000	0,65D, но не более 30м
Со стационарной крышей	50000 и менее	Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки выше 45°С.	120000	0,75D, но не более 30м
Со стационарной крышей	50000 и менее	То же, с температурой вспышки 45°С и ниже		

Резервуары вертикальные стальные могут изготавливаться из:

- малоуглеродистой стали
- низколегированной стали
- нержавеющей стали(нержавейки)

### 1.1.2. Общие требования к стальным резервуарам

Стальные резервуары бывают различной конструкции в зависимости от:

- расположения резервуаров (наземные, подземные);
- формы (вертикальные цилиндрические, горизонтальные цилиндрические, сфероидальные и специальные);



- вида, соединений листовых конструкций (сварные и клепаные);
- способа монтажа (полистовой и рулонной сборки).

Наземными называют резервуары, у которых днище находится на одном уровне или выше минимальной планировочной отметки прилегающей площадки в пределах 3м от стенки резервуара[3].

Подземными называют резервуары, заглубленные в грунт или обсыпанные грунтом, когда наивысший уровень хранимой в нем жидкости находится не менее чем на 0,2м ниже минимальной планировочной отметки прилегающей площадки. А также резервуары, имеющие обсыпку не менее чем на 0,2м выше допустимого уровня нефтепродукта в резервуаре и шириной не менее 3м.

для выравнивания давления внутри резервуара с окружающей средой при закачке или откачке нефти, или нефтепродукта все резервуары оборудованы дыхательной арматурой, приемно-отпускными устройствами, а при необходимости, особенно при хранении нефти и темных нефтепродуктов, системами размыва донных отложений. При хранении нефтепродуктов с температурой вспышки менее чем 120°С вентиляционные патрубки на резервуарах необходимо оборудовать огневыми преградителями

Приемно-отпускные устройства резервуаров для хранения светлых и темных нефтепродуктов отличаются по конструкции. Для хранения светлых нефтепродуктов приемно-отпускное устройство состоит из приемно-отпускного патрубка, хлопуши, механизма управления хлопушей, в который входит лебедка и трос, перепускное устройство и подводный трубопровод. А для хранения темных нефтепродуктов вместо хлопуши используется подъемная труба, которая является продолжением приемно-отпускного патрубка и соединена с последним при помощи шарнира.

Хлопуша—это металлическая заслонка, которая устанавливается на приемно-отпускном патрубке. Заслонка закрепляется на шарнире и перекрывает патрубок

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
						25
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

под действием собственной массы. Открывается заслонка либо под давлением закачиваемой жидкости, либо с помощью механизма управления. Механизм управления включает в себя трос и лебедку, которая может иметь ручной привод для трубопроводов малых диаметров (до 350мм) или электрический во взрывобезопасном исполнении для трубопроводов диаметром свыше 350мм. Давление открывания заслонки хлопуши определяется весом самой заслонки и гидростатическим давлением столба жидкости в резервуаре. Центр оси механизма управления хлопуши располагается обычно на 900мм выше оси приемно-отпускного патрубка, на котором крепится хлопуша.

Резервуары, которые предназначаются для хранения вязких нефтепродуктов, часто оборудованы системами обогрева и покрываются теплоизоляционным негорючим материалом. Теплоизоляционные материалы могут быть в виде кирпича, асбоцемента, шлаковата и пеностекла. Хранимая жидкость в резервуарах подогревается насыщенным паром или горячей водой с помощью внутренних обогревателей.

Кроме дыхательной арматуры на крышах резервуаров обязательно размещаются световые и технологические люки для проведения замеров и технического обслуживания.

Резервуарные парки для хранения нефти и нефтепродуктов состоят из резервуаров, как правило, объединенных в группы, систем трубопроводов и других сооружений. Для того чтобы сократить потери нефтепродуктов при их откачке и закачке группы резервуаров со стационарными крышами оборудуют газоуравнительными системами. Такие системы представляют собой сеть газопроводов, соединенных между собой огнепреградителями паровоздушного пространства резервуаров. А также в газоуравнительную систему входят сборник конденсата, газгольдер, насос для перекачки конденсата и конденсатопровод. Чтобы отключить газовое пространство отдельных резервуаров от общей сети используются перекрывные вентили и задвижки на

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

линиях газопроводов, отходящих от резервуаров.

Резервуары, в которых могут образовываться донные отложения (осадки), ведущие к уменьшению их полезного объема, оборудуются системами гидроразмыва. Системы гидроразмыва донных отложений состоят из насосной установки для подачи воды в систему, зачистного трубопровода диаметром 150...300мм к гидроэжекторной установке, гидроэжекторной установки, состоящей из эжектора, передвижной электропомпы и гидромониторов, трубопровода отвода парафиноводяной смеси.

Для обеспечения надежной эксплуатации резервуаров, снижения потерь нефти и нефтепродуктов от испарения необходимо использование исправного резервуарного оборудования, правильного его монтажа и эксплуатации.

Что касается особенностей работы стальных герметичных резервуаров, зачастую является повышение давления в газовом пространстве от испарения нефтепродуктов при хранении и наполнении, а также увеличении вакуума при охлаждении и опустошении.

Если дыхательные клапаны неисправны, то при повышении давления в газовом пространстве в верхних поясах и в крыше резервуаров часто образуются выпуклости и может дойти до разрыва этой выпучины. При возникновении вакуума в верхних поясах корпуса, перекрытиях и настилах крыши создаются высокие напряжения, которые могут привести к разрушению крыши и конструкции резервуара[4].

Для обеспечения безотказной работы (повышения эксплуатационной надежности) дыхательных и предохранительных клапанов при отрицательных температурах воздуха, необходимо увеличение пропускной способности в связи со значительным повышением часовой производительности закачки и выкачки 10 000м<sup>3</sup>/час резервуаров, оснащение резервуаров приборами контроля и автоматики.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

Разработка индивидуальных проектов резервуаров для нефти и нефтепродуктов решает проблемы совершенствования типов и конструкций стальных резервуаров и отдельных их элементов, выявление оптимальных габаритов, при которых обеспечивается минимальный расход металла и максимальное снижение потерь нефти и нефтепродуктов от испарения, уменьшение объема монтажных работ.

### 1.1.3. Конструкции резервуара вертикального стального

РВС - резервуар вертикальный стальной со стационарной крышей, (рис.2.) имеющий цилиндрический корпус, сваренный из стальных листов размером 1,5·6м, толщиной 4...25мм.

РВС-50000м<sup>3</sup> предназначаются для нефтебаз, нефтехранилищ и нефтеперерабатывающих заводов. Резервуарные металлоконструкции используются для стационарного хранения при добыче, переработке и оптового отпуска нефти, и нефтепродуктов. Резервуары вертикальные стальные типа РВС-50000м<sup>3</sup> так же предназначены для приема - выдачи нефти, нефтепродуктов, воды и других жидкостей.

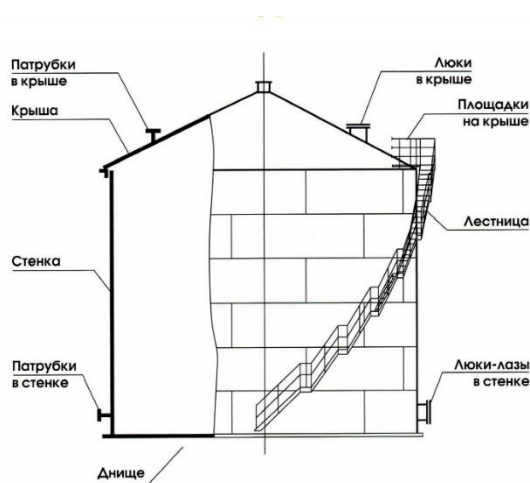


Рис. 2. Принципиальная схема резервуара вертикального стального

### 1.1.4. Конструкция оснований

Резервуары вертикальные цилиндрические могут быть расположены на

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

песчаных основаниях, если на них передается незначительное давление. Чаще всего сначала удаляют растительный слой, засыпают площадку насыпным грунтом и уплотняют его катками.

А затем поверх насыпного грунта выравнивают, укладывают и утрамбовывают песчаную подушку, делая уклон от центра к периферии для стока и отстоя. Уклон обычно делают равным 1:50 для РВС вместимостью 10...20тыс.м<sup>3</sup>, 1:75 -для объёмов 30...40тыс.м<sup>3</sup> и 1:100 для объёмов более 50тыс.м<sup>3</sup>. А песчаную подушку, диаметр которой должен быть на 1,5...2м больше диаметра резервуара. Между дном резервуара и полотном располагают гидроизоляционный (гидрофобный) слой толщиной около 100мм. Гидрофобный слой изготавливают из песка с жидким битумом, мазутом или нефтью. А если вместимость резервуара 10000м<sup>3</sup> и более по периметру основания строят железобетонное кольцо.

На скальных грунтах основание выстраивается с помощью выравнивания площадки и подсыпки песка. А вокруг резервуара выстраивают ограждения в виде грунтовых валов, железобетонных или металлических стенок. Они предназначены для удержания хранимого продукта при вытекании из резервуара.

В качестве повышения экономической эффективности резервуаров увеличивают высоту стенки. Но в таком случае снижается металлоёмкость конструкции и уменьшается площадь застройки. Если увеличить высоту стенки до 20м и более, увеличивается давление на основание, следовательно, затраты на возведение фундамента могут значительно увеличиться, а эффективность конструкции будет очень низка. К тому же нужно помнить, что высота стены резервуара не должна превышать 18м.

### **1.1.5. Конструкции днища резервуаров**

Толщину днища резервуара необходимо делать такую, чтобы было возможным выполнение качественных сварных швов, а также чтобы их

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

продолжительное время не разрушала коррозия[5].

Дно резервуара должно быть изготовлено из четного числа полотен, для создания уклона, и каждое из них обычно не превышает 12м по ширине. Эти полотна сваривают из листов размерами 1500х6000мм или 2000х8000мм толщиной 5мм при вместимости 10000м<sup>3</sup>, а при больших объемах—6мм. Полотна собирают и сваривают на заводах на специальных механизированных станах, на которых заготовку сворачивают в многослойный габаритный рулон, а далее перевозят к месту сборки по железной дороге. Исходя из этого масса рулона не должна превышать 60т.

Периферийную часть днища резервуаров объемом от 2000м<sup>3</sup> составляют крайние листы (окрайки), которые изготавливают на 2...3мм толще листов средней части днища, это связано с тем, что окрайки берут на себя основную часть усилий. Расстояние между краем днища (окраек) и стыками с более тонкими листами центральной части полотен обычно не меньше, чем 1000мм. А резервуарах объемом более 5000м<sup>3</sup> окрайки делают определенной толщины, более 10-12мм (примерно 0,35-0,51), тем самым не получится свернуть полотна в рулон равномерно. Именно из-за этого толстые крайние листы днища резервуара приваривают внахлест к основным полотнам в виду того, что их изготавливают из отдельных частей сегментной формы. В таком случае все листы днища соединяют между собой односторонними швами.

### 1.1.6. Конструкции стенки

Стенки резервуаров состоят из нескольких поясов, высота одного пояса равна ширине листов (1500, 1800 или 2000мм).

Чаще всего при конструкции резервуаров используют листы размерами 1500х6000; 1800х8000; 2000х8000мм, а высоту резервуаров следует принимать кратной 1490, 1790 или 1990мм, что касается длины окружности, она должны быть кратна 5990 или 7990мм.

Длину окружности РВС можно принимать, кратной половине длины

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

листов. Обычно высота резервуаров не более 18м, которые изготавливают способом рулонирования. Если толщина листов 4мм сопряжение поясов можно делать внахлест. Соединения листов выполняют встык в том случае, если толщина листов увеличивается от нижних поясов тем самым увеличивая нагрузки от хранимой жидкости (для резервуаров объемом от 800м<sup>3</sup>).

Стены резервуаров монтируют методом полистовой сборки в том случае, если отсутствует необходимое оборудование для иных способов. В таком случае стенки изготавливают из свальцованных листов одинаковой длины с разделанными кромками. В зависимости от положения шва и его толщины, разделка бывает: У-образная, Х-образная и К-образная. При сборке замыкающий лист каждого пояса при необходимости обрезают на месте. Расстояние между вертикальными стыками крайних листов днища должно быть не менее 200мм. Сварные швы должны быть полностью проварены по толщине свариваемых листов металла с высоким качеством[6].

## **1.2.Оборудование резервуара вертикального стального**

Согласно РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепродуктов и нефтебаз» указан перечень оборудования и конструктивных элементов, устанавливаемых в резервуарах.

- пеногенератор;
- пробоотборник;
- дыхательный клапан;
- предохранительный клапан;
- огневой предохранитель;
- приемо-раздаточное устройство с поворотной заслонкой;
- система подслоного пенотушения;
- компенсирующая система приемо-раздаточных патрубков;
- система орошения резервуара;
- кран сифонный;

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

- система размыва осадка;
- люки;
- уровнемер;
- приборы контроля, сигнализации, защиты.

### 1.2.1. Дыхательный клапан

Дыхательный клапан КДС предназначен для регулирования давления паров нефтепродуктов в РВС в процессе закачки или опорожнения нефтепродуктов, а также при колебании температуры [7].

Для того чтобы было меньше потерь нефтепродукта от испарения, необходимо устанавливать диск-отражатель под КДС.

Минимальная пропускная способность клапанов КДС определяется в зависимости от максимальной производительности приемораздаточных операций (включая аварийные условия) по установленным формулам.

Не допускается изменение производительности приемораздаточных операций после того, как вертикальный резервуар был введен в эксплуатацию без пересчета пропускной способности клапана КДС, а также увеличение производительности слива продукта в аварийных условиях.



Устройство и принцип работы: Штампованной корпус 1-го дыхательного клапана выполнен в виде четырехугольного бункера, на боковых поверхностях которого выкатаны седла для вакуумных затворов.

Рис.3. Дыхательный клапан

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды

					Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



клапан КДС изготавливается в исполнениях «У» (умеренный климат) и УХЛ (холодный климат с нижним пределом температуры эксплуатации до – 60°С), категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

Установленный срок службы клапана дыхательного КДС - 15 лет. По его истечении клапан КДС должен быть заменен на новый или проведены его испытания в объеме периодических по методике предприятия-изготовителя. Клапан дыхательный имеет необходимую документацию и соответствующую сертификацию.

Дыхательный клапан КДС (рис 3) устанавливается на резервуар крепежным фланцем 4 или переходником. На крепежный фланец (переходник) устанавливается кассета огневого предохранителя. Для защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и ветра клапан имеет крышку и четыре воздуховода для вакуумных затворов.

При «вдохе» резервуара в полости создается вакуум, равный вакууму в газовом пространстве резервуара. При достижении расчетного значения вакуума (вакуума срабатывания) в полости клапана тарелки вакуумных затворов открываются, сообщая газовое пространство резервуара с атмосферой, обеспечивая пропуск воздуха в резервуар. При снижении вакуума ниже расчетного значения затвор закрывается и резервуар герметизируется.

Затвор вакуума состоит из тарелки вакуума 2, прикрывающей седло вакуума в корпусе дыхательного клапана, и кронштейна с фторопластовым хлястиком, которые крепятся к корпусу и ограничивают смещение тарелки относительно седла. Герметичное соединение «затвор-седло» предотвращает поступление воздуха в резервуар.

Горловина клапана КДС–1500 заканчивается седлом, на котором устанавливается тарелка давления 3, а на верхней части корпуса КДС–3000 раскатаны два седла давления 3, предназначенные для выхода паровоздушной смеси из резервуара. Контактующие поверхности тарелок и седел покрыты

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

фторопластовой пленкой, препятствующей примерзанию сопрягающихся поверхностей.

### 1.2.2. Предохранительный клапан

Клапан предохранительный гидравлический предназначен для защиты вертикальных резервуаров от разрушения при сверх допустимого повышения давления в резервуаре.

Для того чтобы предохранительный клапан КПП сработал вместе с дыхательным клапаном, предохранительный клапан должен быть отрегулирован на повышенные величины (на 5–10%) внутреннего давления и вакуума. КПП устанавливается на крыше вертикального резервуара на случай, если не сработает дыхательный клапан.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды предохранительный клапан гидравлический КПП соответствует исполнению У категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69. Установленный срок службы предохранительного клапана гидравлического КПП 10 лет. По его истечении рекомендуется замена дыхательного клапана НДКМ на новый. В противном случае должны быть проведены его испытания в объеме периодических по методике предприятия-изготовителя.



Устройство и принцип работы:

При повышении давления в резервуаре газ из него выходит через клапан в атмосферу. При вакууме атмосферный воздух через клапан поступает в резервуар.

Рис.4. Предохранительный клапан

Клапан КПП действует следующим образом: в том случае, если давление внутри резервуара устанавливается выше расчетного (для дыхательного

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
						34
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

клапана), пары нефтепродукта внутри клапана давят на поверхность масла. Масло залито в клапан, и постепенно, с повышением давления, вытесняют его за перегородку. Для создания более спокойного воздуха нижняя часть перегородки – зубчатая. Это способствует плавной работе клапана.

Уровень масла в пространстве между стенкой корпуса клапана КПП и перегородкой колпака повышается до момента достижения парами нефтепродуктов впадин зубьев на перегородке и начала прорыва их через слой масла из клапана. При вакууме внутри резервуара клапан действует в обратном направлении. Это происходит до начала проникновения атмосферного воздуха внутрь резервуара через впадины зубцов перегородки.

Указатель уровня (щуп) помогает следить за уровнем масла, что во время эксплуатации необходимо. Клапан заливают слабо испаряющейся и низкотемпературной жидкостью. Это может быть водный раствор глицерина, соляровое масло, этиленгликолем и др.

### 1.2.3. Огневой предохранитель

Огневой предохранитель устанавливается между вертикальным резервуаром и предохранительным или дыхательным клапаном [7].



Устройство и принцип работы: Принцип действия ОП основан на задержке пламени кассетой. Кассета состоит из пакета чередующихся гофрированных и плоских пластин, образующих каналы малого диаметра. Пламя, попадая в каналы малого сечения, дробится на отдельные мелкие потоки.

Рис.5. Огневой предохранитель

Огневой предохранитель ОП (рис 5) предназначен для защиты

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

вертикального резервуара от проникновения огня (пламени или искры) в газовое пространство через дыхательные клапаны (патрубки вентиляционные или клапаны предохранительные), предохраняя этим самым нефть от вспышки или взрыва.

Основой конструкции является огне преграждающий элемент, размещенный между двумя половинками корпуса, стягиваемых между собой четырьмя шпильками. Огне преграждающий элемент состоит из плоской и гофрированной лент, намотанных на ось, которая также предохраняет элемент от выпадения.

Гасящее действие огневого предохранителя ОП, установленного на крыше резервуара типа РВС, основано на принципе интенсивного теплообмена, который происходит между стенками узких каналов огне преграждающего элемента и проходящим через него газовойдушным потоком. При этом достигается снижение температуры газовойдушного потока до безопасных пределов.

Поверхность соприкосновения пламени с огневым предохранителем ОП увеличивается, возрастает теплоотдача стенкам каналов, и пламя гаснет. Конструкция огневого предохранителя ОП сборно-разборная, что позволяет периодически извлекать кассеты для осмотра и контроля за их состоянием.

#### **1.2.4.Приемо-раздаточное устройство с поворотной заслонкой**

Приемо-раздаточное устройство резервуаров типа РВС 500—50000 м<sup>3</sup> устанавливается в действующие или вновь строящиеся резервуары взамен хлопуш.

Устройство приемо-раздаточное ПРУ с поворотными заслонками предназначено для залива (откачки) нефти и нефтепродуктов в резервуар (из резервуара). А также для предотвращения потерь нефти и нефтепродуктов из резервуара через не плотности в приемо-раздаточном трубопроводе и в резервуарной задвижке при ее закрытии.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

Основное назначение ПРУ:

- увеличение полезной емкости стальных резервуаров за счет уменьшения уровня минимального разлива;
- уменьшение интенсивности накопления парафинистых отложений;
- увеличение срока службы I-го пояса и днища резервуаров за счет снижения зоны коррозионной активности донного остатка.

Место установки приемо-раздаточного устройства – на конце приемо-раздаточного патрубка ППР внутри резервуара.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды приемо-раздаточное устройство изготавливается в исполнении У, УХЛ категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69. Исполнение ПРУ соответствует требованиям ПУЭ по классу В—1г для сред категории ПА, группы смеси ТЗ.

Приемо-раздаточное устройство может комплектоваться механизмами ручного (ПРУ) и электрического привода (ПРУ1).

Приемо-раздаточные устройства изготавливаются следующих типоразмеров: ПРУ-150; ПРУ-200; ПРУ-300; ПРУ-350; ПРУ-400; ПРУ-500; ПРУ-600.

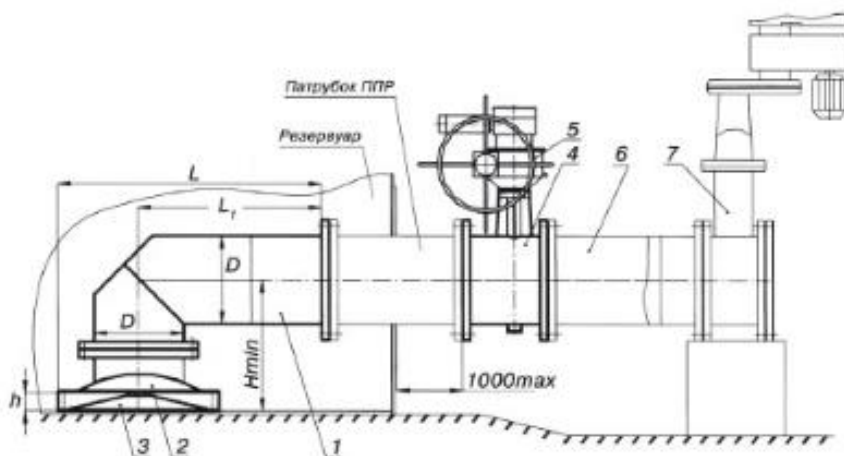


Рис.6. Схема приемо-раздаточного устройства (ПРУ)

1 — отвод; 2 — зонт; 3 — рассекатель; 4 — заслонка поворотная;

					Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

5 — электропривод. (Патрубок ППР, поз.6 — вставка и поз.7 — задвижка – в комплект поставки не входят)

Устройство и принцип работы: В состав устройства ПРУ входят приемо-раздаточный патрубок с отводом 1, зонтом 2, рассекателем 3, поворотной заслонкой 4, а также рассекатель 5.

Заслонка поворотная состоит из следующих сборочных единиц и деталей:

- оси, на которой крепится шибер;
- запорного органа-шибера;
- выносных опор с подшипниками скольжения и уплотнительными элементами;
- цилиндрического сварного корпуса, находящегося в стянутом положении между двумя патрубками с концами под приварку, кронштейном с откидным болтом для фиксации рычага-привода (в положении «открыто»);
- ручного привода-рычага.

При заполнении резервуара нефть, проходя через приемо-раздаточное устройство ПРУ, распространяется по днищу резервуара в виде затопленной струи, смывает донный осадок и переводит его во взвешенное состояние в массе нефти.

Зазор между зонтом приемо-раздаточного патрубка и дном резервуара составляет минимальную величину (по допустимому значению скорости истечения нефти в резервуар через ПРУ с учетом образования статического электричества). За счет этого происходит уменьшение уровня минимального разлива при откачке нефти из резервуара.

### 1.2.5. Пеногенератор

Высоконапорный пеногенератор предназначен для получения воздушно-механической пены низкой кратности из раствора пенообразователя в воде и

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

тушения содержимого резервуаров подслонным способом в стационарном режиме. Высокнапорный пеногенератор ВПГ (рис 7) применяется для тушения пожара на резервуарах с фиксированной крышей, в том числе с понтоном. Выработанная генератором пена подается в слой горючего через ввод в нижнем поясе боковых стенок резервуара на отметке выше возможного уровня подтоварной воды.

Высокнапорный пеногенератор ВПГ соответствует климатическому исполнению У, ХЛ или Т (см. обозначение) для категории размещения по ГОСТ 151560-69. Пеногенератор ВПГ в соответствии с требованиями заказчика калибруется на рабочем давлении по минимальному расходу.

При поставке дренажные отверстия закрыты винтами. В патрубок забора воздуха б установлен на резьбе сетчатый фильтр. На корпусе пеногенератора закреплен шильдик с указанием фирмы производителя, серийного номера, техническими данными и даты изготовления. На корпусе пеногенератора нарисована стрелка — указатель направления движения пены.

ВПГ монтируется стационарно перед напорным пенопроводом узла ввода пены, предпочтительно за обвалованием резервуара. Фланец (входной) предназначен для соединения с растворомпроводом, фланец (выходной)— для соединения с напорным пенопроводом. На правильно смонтированном пеногенераторе указатель направления движения пены направлен в сторону пенопровода.



Устройство и принцип работы:

Генератор работает по принципу газо-жидкостного эжектора.

Рис.7. Пеногенератор

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Высоконапорный пеногенератор состоит из присоединительных фланцев, сменного сопла, корпуса с патрубком для забора воздуха и диффузора, установленного в корпусе при помощи шпилек и винтов. Все составные части генератора, кроме сопла и диффузора, сварены в одно целое. В корпусе пеногенератора выполнены три дренажные отверстия, для слива конденсата.

### **1.2.6.Пробоотборник**

Пробоотборники стационарные для послойного отбора проб (органный типа) предназначены для послойного отбора проб с разных уровней по всей высоте наземных резервуаров для хранения нефтепродуктов и других жидкостей (в том числе и пищевых масел) с нормальным и повышенным давлением[7].

Пробоотборник (рис.8.) ПСПР является комплектующим изделием вертикальных цилиндрических резервуаров и устанавливается внутри них.

Для резервуаров с понтонной и плавающей крышей существует модификация ПСПРП.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды пробоотборник изготавливается в исполнении УХЛ, У и Т категории размещения I по ГОСТ 15150-69.

Отбор проб производится с предварительным сливом в резервуар отстоявшегося в трубопроводе продукта с помощью системы прокачки, что исключает потери.

В случае засорения одной из пробоотборных труб, возможно, произвести её прочистку путём прокачки продукта с помощью ручного насоса в обратном направлении.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40





Устройство и принцип работы: Проба, отобранная с помощью пробоотборников, по химическому составу соответствует фактическому продукту, находящемуся в каждом из слоев (уровней) резервуара. Проба сливается в пробоотборную посуду через систему труб, гидрораспределитель и сливной патрубков.

Рис.8. Пробоотборник

В случае необходимости имеется возможность получить и усреднённую пробу, для чего пробы со всех слоёв смешиваются в одной емкости (ГОСТ 2517-85)«Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб»

### 1.2.7.Кран сифонный

Кран сифонный предназначается для забора и спуска отстоявшейся воды.

Кран КС (рис.9.) выпускается двух типов размеров:

- кран КС с условным проходом 50мм;
- кран КС с условным проходом 80мм.



Устройство и принцип работы: Кран сифонный состоит из следующих основных частей: крана шарового проходного, кожуха с защелкой, трубы горизонтальной, отвода, ручки, корпуса, втулки и т. д.

Рис.9.Кран сифонный

Горизонтальная труба в сборе с втулкой сальника, корпусом сальника, фланцем и ручкой является затвором, который укрепляется на стенке резервуара через

					Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

приваренный к ней фланец. С наружной стороны затвора крепится кран шаровый проходной, а с внутренней стороны — отвод. С помощью ручки горизонтальная труба вращается вместе с отводом и в соответствии с метками на втулке сальника занимает три положения:

- рабочее - отвод обращен вниз: происходит сброс отстоявшейся под нефтепродуктами воды;
- промывки - отвод обращен вверх: осуществляется сброс воды, находящейся в отводе;
- нерабочее - отвод расположен горизонтально. В нерабочем состоянии затвор вместе с проходным краном закрывается кожухом 7 и фиксируется защелкой.

### **1.2.8. Фильтр предварительной очистки нефтепродуктов**

Назначение: Фильтры угловые ФУ–50 и ФУ–50А предназначены для предварительной очистки нефтепродуктов от механических примесей. Фильтры в зависимости от материала выпускаются в двух исполнениях:

- со стальным корпусом — ФУ–50;
- с алюминиевым корпусом — ФУ–50А.

Фильтры (рис 10) устанавливаются на линиях приемных трубопроводов резервуаров и ТРК.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды фильтры изготавливаются в исполнениях У и УХЛ, категория размещения 1 по ГОСТ 15150–69.

Фильтры угловые могут быть изготовлены под фланцевое соединение «шип-паз». Во фланцах изделий выполняется «паз».

По желанию, изделие может быть укомплектовано ответными фланцами по ГОСТ 12815. Уплотняющие прокладки не поставляются.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42



Устройство: крышка; пружина; уплотнение; корпус; фильтрующий элемент; прокладка.

Рис.10. Фильтр предварительной очистки нефтепродуктов

### 1.2.9. Устройство для размыва донных отложений «Тайфун»

Тайфун предназначен для размыва донных отложений в резервуарах и емкостях, предназначено для установки на нижней части резервуаров с нефтью и нефтепродуктами на крышке овального или круглого люков и эксплуатируется во взрывоопасных зонах класса В-1а.

Функции, выполняемые «Тайфуном»:

- автоматическое изменение направления струи нефти в горизонтальной плоскости за счет поворота оси пропеллера;
- размыв и перемешивание донных отложений в резервуаре перемещающейся направленной струей нефти, формируемой пропеллером;
- создание кругового вращения всей массы нефти в резервуаре при работе устройства в крайних угловых положениях вала пропеллера;
- управление работой устройства с местного и дистанционного пульта управления.

Высокая надежность и долговечность устройства обеспечены за счет применения в конструкции волновых редукторов с промежуточными телами качения из коррозионностойких сталей.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

Для высоковязких видов нефти вязкостью более 40 сСт выпускаются по спецзаказу устройства без изменения общепромышленной стоимости. Рекомендуемое количество устройств серии «Тайфун» (рис 12) на резервуары РВС-50000 — «Тайфун-24» 2 шт.



Устройство и принцип работы: Принцип работы изделий Тайфун заключается в образовании направленной затопленной струи нефти или нефтепродукта, создаваемой пропеллером при его возвратно-угловом движении над днищем резервуара.

Рис.11. Устройство для размыва донных отложений «Тайфун-24»

Это обеспечивает процесс перемешивания, при котором тяжелые парафинистые осадки и механические примеси взвешиваются в общей массе нефти и затем удаляются путем откачивания нефти из резервуара.

### 1.2.10.Люк-лаз

Люк-лаз предназначен для внутреннего осмотра, ремонта или зачистки вертикального стального резервуара[7].



Рис.12. Люк-лаз

Люк-лаз (рис 12) изготавливается в 2-х исполнениях: круглый и овальный. Люк-лаз устанавливается на вертикальной стенке стального резервуара и приваривается к корпусу через усиливающую накладку. По требованию заказчика люк-лаз может комплектоваться поворотным устройством.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды люки-лазы изготавливаются в исполнении У и УХЛ, категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69. 2

### 1.2.11. Люк замерный

Люк замерный предназначен (рис 13) для отбора пробы и замера уровня нефтепродуктов в горизонтальных и вертикальных резервуарах нефтебаз и АЗС.



Рис.13. Люк замерный

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды люк замерный ЛЗ изготавливается в исполнениях У (умеренный климат) и УХЛ (холодный климат с нижним пределом температуры эксплуатации до  $-60^{\circ}\text{C}$ ), категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

### 1.2.12. Люк световой

Люк световой предназначен для обеспечения доступа солнечного света внутрь резервуара и его проветривания при дефектоскопии, ремонте и зачистке, а также для подъема крышки хлопушки при обрыве рабочего троса[7].

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45



Рис.14. Люк световой

Люк световой ЛС устанавливается на крыше резервуара над хлопушой, монтируемой на приемно-раздаточном патрубке.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды люк световой ЛС изготавливается в исполнении У и УХЛ, категория размещения 1 по ГОСТ 15150–69.

### 1.2.13. Поплавковый уровнемер

Стационарные поплавковые уровнемеры (рис.15.) с пружинным уравновешиванием типа УДУ-10 с местным отсчетом показаний предназначены для контроля уровня нефти и нефтепродуктов в различных резервуарах, емкостях и технологических аппаратах[7].

Пример условного обозначения уровнемера типа УДУ–10 для наземного вертикального резервуара с пределом измерения от 0 до 20 метров с числом оборотов выходного вала уровнемера на 1 метр измерения уровня — 5 для умеренного климата при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46



Устройство и принцип действия:

- прибор показывающий;
- узел мерного шкива;
- отсчетное устройство;
- компенсатор;
- система гидрозатвора.

Рис.15. Поплавковый уровнемер

Пружина двигателя постоянного момента, навитая специальным способом, одним концом приклеена к ведущему барабану, сидящему на одной оси и жестко скрепленному со шкивом-накопителем, другим свободно охватывает барабан, создавая движущий момент постоянной величины в направлении, указанном стрелкой.

При понижении уровня жидкости вес поплавка преодолевает момент трения в подвижной системе прибора и момент, создаваемый пружинным двигателем. Поплавок начинает перемещаться вниз, мерная лента, вращая шкив-накопитель, одновременно перемещает пружину двигателя постоянного момента с барабана на барабан, накапливая тем самым энергию. При повышении уровня вес поплавка компенсируется выталкивающей силой жидкости, натяжение перфорированной мерной ленты уменьшается, пружинный двигатель в этом случае преодолевает момент трения в подвижной системе прибора и сматывает ленту мерную на шкив-накопитель.

#### 1.2.14.Радарный уровнемер

Радарный уровнемер БАРС352И (рис.16.) предназначен для непрерывного

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

бесконтактного высокоточного (погрешность измерения  $\pm 1$  мм) измерения уровня различных жидких сред: светлые нефтепродукты, нефть и темные нефтепродукты, любые жидкости (как проводящие, так и непроводящие), едкие химические реагенты (щелочи, кислоты и их растворы), пасты, растворители, краски, в технологических и товарных резервуарах, в том числе и в емкостях, находящихся под избыточным давлением, как автономно, так и в составе систем коммерческого учета[9].

Основное преимущество перед радарным уровнемером БАРС351И – более стабильная работа в условиях интенсивных испарений, за счет применения двух антенной схемы.



Устройство и принцип действия:

Радарный уровнемер БАРС352И представляет собой радиоволновый дальномер с непрерывным излучением.

Рис.16. Радарный уровнемер

Блок обработки формирует радиосигнал с периодической линейной модуляцией частоты, излучаемый антенной в направлении контролируемой среды. Радиоволна проходит через свободное пространство, отражается от поверхности контролируемой среды, распространяется в обратном направлении, принимается антенной и вновь поступает в блок обработки, где взаимодействует с сигналом, излучаемым в данный момент времени.

Сигнальный процессор производит спектральную обработку измерительного сигнала и выполняет вычисление текущего уровня, которое преобразуется в цифровой код и аналоговый токовый сигнал и передается по линиям информационной связи на внешние устройства



### 1.2.15. Ультразвуковой уровнемер

Ультразвуковой уровнемер ЭХО-АС-01 предназначен для бесконтактного автоматического дистанционного измерения уровня жидких сред, в том числе взрывоопасных, агрессивных, вязких, неоднородных, выпадающих в осадок, а также сыпучих материалов с диаметром гранул и кусков от 5 до 300мм, при температуре контролируемой среды от минус 30 до плюс 120°С [8].



Устройство и принцип действия:

Принцип действия ультразвукового уровнемера ЭХОАС-01 основан на локации уровня звуковыми импульсами, проходящими через газовую среду и отражающимися от границы раздела "газ – измеряемая среда".

Рис.17. Ультразвуковой уровнемер

### 1.2.16. Емкостной уровнемер

Уровнемеры ДУЕ-1 предназначены для измерения, сигнализации уровня электропроводных (рис.18.) неэлектропроводных однородных жидкостей, сохраняющих свои агрегатные состояния в интервале рабочих температур и давлений, в том числе агрессивных и взрывоопасных.



Рис.18. Емкостной уровнемер

Уровнемеры находят применение в системах контроля, регулирования и управления производственными процессами в химической,

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

нефтеперерабатывающей, электротехнической, нефтяной и других отраслях промышленности.

### 1.2.17. Буйковый уровнемер

Буйковые уровнемеры, (рис.19.) предназначены для измерения уровня в диапазоне – до 10м. при температурах – 50..+120°С (в диапазоне +60..120°С при наличии теплоотводящего патрубка, при температурах 120..400°С приборы работают как индикаторы уровня) и давлении до 20 МПа, обеспечивая точность 0,25..1,5 %. Плотность контролируемой жидкости: 0,4...2г/см<sup>3</sup> .

Буйковые уровнемеры часто применяются для измерения уровня раздела фаз двух жидкостей. Возможно, также, их использование для определения плотности рабочей среды при неизменном уровне[8].



Принцип действия: На тонущий буюк действует в соответствии с законом Архимеда выталкивающая сила, пропорциональная степени погружения и, соответственно, уровню жидкости. Действие этой силы воспринимает тензопреобразователь (уровнемеры типа Сапфир-ДУ), либо индуктивный преобразователь (УБ-ЭМ), либо заслонка, перекрывающая сопло (пневматические уровнемеры типа ПИУП)

Рис.19. Буйковый уровнемер

### 1.2.18. Приборы сигнализации и защиты

Резервуары для нефти и нефтепродуктов могут оснащаться следующими приборами и средствами автоматики:

- пожарные извещатели автоматического действия и средства включения системы пожаротушения;
- сигнализаторы максимального (аварийного) уровня жидкости;

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- местные и дистанционные измерители уровня жидкости;
- сниженный пробоотборник;
- сигнализаторы максимального оперативного уровня жидкости;
- дистанционные измерители средней температуры жидкости;
- местные и дистанционные измерители температуры жидкости в районе приемо-раздаточных патрубков в резервуаре, оснащенный устройством для подогрева жидкости;
- дистанционные сигнализаторы загазованности над плавающей крышей;
- сниженный пробоотборник;
- датчик утечек.

Сигнализаторы применяются для контроля сред. В проектах вертикальных резервуаров для нефти и светлых нефтепродуктов предусматривается установка сигнализаторов уровня ультразвукового типа (СУУЗ), предназначенных для контроля за верхним аварийным и нижним уровнями в резервуарах, а также для контроля уровня раздела фаз вода светлые нефтепродукты. Сигнализаторы рассчитаны для контроля сред, имеющих температуру от  $-50$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  и находящихся под атмосферным и избыточными давлениями до  $588000$  Па. Они предназначены для работы при температуре окружающего воздуха от  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности до  $95\%$  при температуре  $+35^{\circ}\text{C}$  и более низких температурах без конденсации влаги.

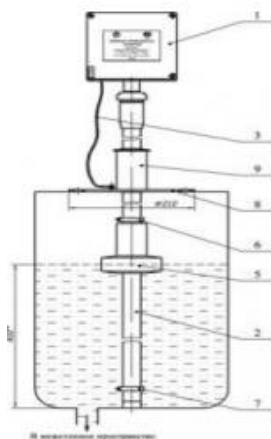


Рис.20. Схема датчика утечек нефти:

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

1 – контроллер; 2 – БДУТ; 3 - шина заземления; 4 – кабель; 5 - поплавков уровня; ; 6 - верхнее ограничительное кольцо; 7 - нижнее ограничительное кольцо; 8 – фланец; 9 – направляющая; 10 – крышка

Применение датчиков систем СТРУНА позволяет реализовать нормативные требования экологической и пожарной безопасности.

Контроль утечек в двустенных резервуарах с заполненным тосолом межстенным пространством осуществляется ППП для межстенного пространства с датчиками уровня и температуры. ППП для межстенного пространства устанавливается в расширительный бачок. Для подключения используется своя линия связи.

Выбор конкретного оснащения резервуаров, расположения оборудования и конструктивных элементов определяется проектной документацией. Марка, тип оборудования и аппаратуры, размеры, комплектность должны соответствовать требованиям и указаниям проекта в зависимости от хранимого продукта и скорости наполнения и опорожнения резервуара.

Тип устанавливаемой дыхательной арматуры определяется в зависимости от конструкции крыши резервуара и давления насыщенных паров хранимой нефти. В нашем случае: на резервуарах с плавающей крышей и понтоном должны быть установлены вентиляционные патрубки с огневыми предохранителями.

Выбор исполнения дыхательной арматуры осуществляется согласно ГОСТ 15150 в зависимости от климатической зоны (по ГОСТ 16350).

На приемо-раздаточном патрубке резервуаров должны предусматриваться компенсирующие системы для снижения усилий, передаваемых технологическими трубопроводами на резервуар.

Предохранительный клапан настраивается на повышенное давление и пониженный вакуум на (5-10%) по сравнению с дыхательным.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

Для контроля давления в резервуаре на крышке замерного люка следует установить штуцер с запорным устройством для подключения мановакуумметра, автоматического сигнализатора предельных значений давления и вакуума или других приборов.

Резервуары, которые в холодный период года заполняются нефтью и нефтепродуктами с температурой выше 0°C, следует оснащать не примерзающими дыхательными клапанами.

Огневые предохранители (огнепреградители) устанавливаются под дыхательными и предохранительными клапанами. При температуре наружного воздуха ниже 0°C в осенне-зимний период огневые предохранители необходимо демонтировать.

В резервуарах, хранящих нефть и бензин и не оборудованных средствами сокращения потерь от испарения, под дыхательные клапаны следует установить диски-отражатели. Эффективность дисков-отражателей в резервуаре зависит от диаметра диска и расстояния от нижней кромки патрубка до верхней плоскости диска.

Диаметр диска выбирают конструктивно из условия свободного пропуска диска в сложенном виде через монтажный патрубок, диаметр которого соответствует диаметру клапана.

В состав оборудования резервуара входят замерный, световой люки, люк-лаз и другие люки для установки оборудования (количество люков и их типы устанавливаются проектом).

Вязкие нефтепродукты должны храниться в резервуарах, имеющих теплоизоляционное покрытие и оборудованных средствами подогрева, которые обеспечивают сохранение качества нефтепродуктов и пожарную безопасность.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

Конструкции подогревателей различаются в зависимости от назначения и принципа действия. В основном рекомендуется использовать подогреватели следующих типов:

- общие и местные;
- стационарные и переносные;
- трубчатые, циркуляционного подогрева;
- паровые, электрические и другие.

Подогреватели предназначены для обеспечения бесперебойного круглогодичного приема и отпуска вязких нефтепродуктов или поддержания оптимальной температуры для создания необходимой скорости перекачки, экономного расходования пара и электроэнергии; быть технически исправным, простым в монтаже и ремонте[8].

В резервуарах проводят общий, местный, и комбинированный электроподогрев нефтепродуктов.

Выбор способа подогрева зависит от расчетной температуры окружающего воздуха, марки нефтепродукта, объема реализации его в холодное время года, типа и способа установки резервуара.

За расчетную температуру окружающего воздуха принимают среднюю температуру наиболее холодной пятидневки.

Электроподогрев общим способом применяют в том случае, когда объем суточной реализации нефтепродукта равен или больше 30%-й вместимости резервуара. При этом подогревают весь объем нефтепродукта и поддерживают заданную температуру в процессе хранения.

Местный способ электроподогрева характеризуется тем, что нефтепродукт подогревают в ограниченном объеме в специальной нагревательной камере, устроенной в резервуаре. Объем камеры принимают равным объему суточной или односменной реализации нефтепродукта.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Комбинированный способ электроподогрева характеризуется тем, что нефтепродукт сначала подогревают в основном резервуаре хранения до температуры, обеспечивающей самотечный перетек в промежуточный резервуар. Комбинированный способ целесообразно применять при суточной реализации данного нефтепродукта более 3т.

					<i>Конструктивные особенности и оборудование резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

## 2. Антикоррозионное покрытие как способ повышения эксплуатационной надежности резервуаров

*Применение воздушно-плазменного напыления при нанесении антикоррозионного покрытия как способ повышения эксплуатационной надежности и безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров.*

Воздушно-плазменное напыление – это процесс, в котором формируется покрытие под действием высокой температуры на частицы подготовленного порошка напыляемого материала с использованием высокотемпературного потока плазмы. В процесс воздушно-плазменного напыления входит: подготовка порошка и поверхности, а также напыление и механическая обработка нанесенных покрытий [17].

Плазма создается электрической дугой, которая горит в зоне носика плазменной горелки, и газ дуги сформирован в плазменную струю. Частицы порошка водятся в эту струю, где они плавятся и затем переносятся на обрабатываемую поверхность с высокой скоростью. Температура зоны обработки остается сравнительно низкой (до 100 °С), потому что плазма локализована в горелке.

Нанесение покрытия осуществляется специальными установками плазменного напыления (рис.20), состоящими из плазмотрона и устройства для подачи напыляемого порошка. Для получения плазменной струи между вольфрамовым стержнем-катодом 3 и медным анодом 6, охлаждаемым потоком воды 2, возбуждают электрическую дугу. Прокладка 5 служит для изолирования катод от анода. В зону горения электрической дуги по каналу 1 подается плазмообразующий газ (воздух). Воздух ионизируется и выходит из сопла 6 в

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Алиев А.А.				Антикоррозионное покрытие как способ повышения эксплуатационной надежности резервуаров	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Зарубин А.Г.						56	120
Консульт.						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.							



виде плазменной струи 8, в которую по каналу 7 осуществляется подача порошка 4. Расход порошка регулируется. Гранулы порошка нагреваются в плазменной струе 8, оплавляются и переносятся с определенной скоростью на поверхность защищаемой детали 9, ударяясь о которую деформируются, растекаются, кристаллизуются, образуя покрытия.

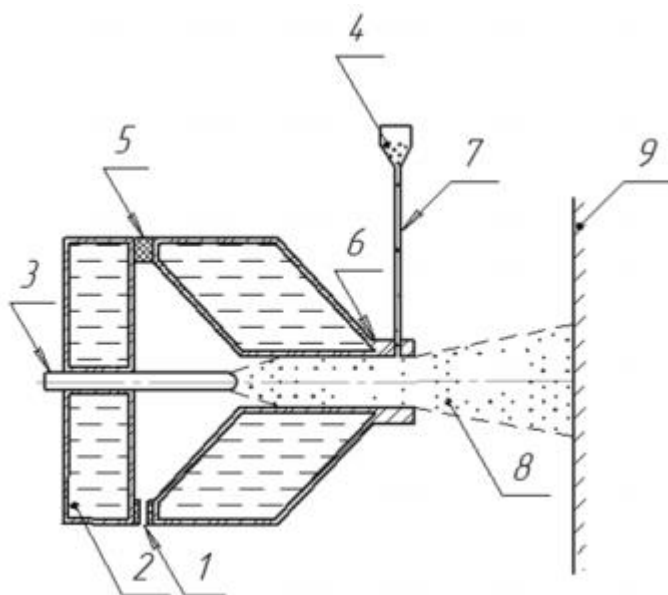


Рис. 20. Схема установки плазменного напыления

В покрытии можно выделить структурные элементы, которые отражают процессы его формирования и разделяются границами раздела с определенными свойствами (рис. 21).

Прочность сцепления соединений показывает граница между основой и покрытием и это сцепление называется адгезией. Основным преимуществом такой технологии является высокое качество напыленной адгезии.

А чтобы достичь этого высокого уровня адгезии необходимо про взаимодействовать хемосорбционное покрытие и подложку, которая возникает при формировании промежуточного слоя [17].

					Антикоррозионное покрытие как способ повышения эксплуатационной надежности резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

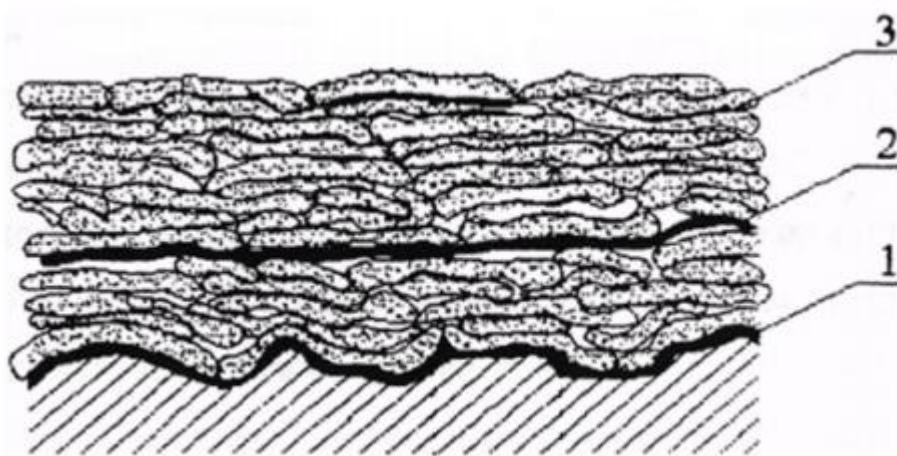


Рис.21. – Структура напыленного покрытия

1 – граница между покрытием и основой; 2 – межслойная граница; 3 – граница между частицами

У данного метода есть несколько преимуществ:

- возможность регулирования свойств АКП (толщина, адгезия, сплошность) за счет изменения характеристик плазматрона (расход порошка, скорость и температура плазменной струи);
- возможность использования порошков из любых материалов;
- высокая производительность;
- отсутствие токсического воздействия на организм человека, осуществляющего нанесение АКП.

Чтобы правильно выбрать антикоррозионный материал, очень важно учитывать, что данная технология (ВПН) может наноситься на покрытия из любых материалов, которые представлены в виде порошка и имеют высокую температуру плавления, достигающую до пределов температуры плазменной струи. Такие как: сплавы, оксиды, металлы, пластмассы и др.)

Среди всех фторполимеров наиболее применяемым является фторопласт-4, так как он химически инертен почти ко всем агрессивным средам и имеет лучшие антифрикционные характеристики.

					Антикоррозионное покрытие как способ повышения эксплуатационной надежности резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Фторопласт-4 – бывает в форме кристаллов, с температурой плавления 327 °С и температурой стеклования аморфных участков от -100 до -120 °С. А также при температуре 415 °С (выше температуры разложения), он не переходит в текучее состояние. Фторопласт-4 очень устойчив к воздействию сторонних сред и не разлагается под действием щелочей, кислот, растворителей и окислителей.

Оценивая надежность и безопасность резервуаров с различными дефектами в основном оценивают их остаточный ресурс [1]. Технологии ВПН повышают надежности и безопасности эксплуатации резервуаров за счет продления срока службы РВС, в связи с увеличением адгезионной прочности АКП [17]. А также, если имеется адгезированный АКП с металлом, скорость коррозии очень мала. Но если вдруг начинает распадаться адгезированная связь, то может произойти отслаивание покрытия, что впоследствии приведет к увеличению коррозии.

Так как высокая температура плазменной струи препятствует появлению пор и включений, данный способ является выигрышным по сравнению с любыми другими. А работа по нанесению антикоррозионного покрытия может быть перенесена в заводские условия, из-за того, что все конструктивные элементы РВС проходят подготовку на заводах. Кроме того, возможна дополнительная защита зон сварки на монтажной площадке с применением мобильной установки плазменного напыления. Эту же технологию можно применить при капитальном ремонте резервуара.

					Антикоррозионное покрытие как способ повышения эксплуатационной надежности резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

### 3. Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м<sup>3</sup>

Цель расчетно-технологической части: Рассчитать прочность и устойчивость вертикального стального резервуара для хранения нефтепродуктов объемом 50 000м<sup>3</sup>.

Для реализации данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Определение оптимальных габаритов проектируемой конструкции резервуара.
2. Предварительный выбор толщины стенок поясов.
3. Проверка стенки резервуара на прочность

Таблица 2

#### Исходные данные расчета

Номинальный объем резервуара, м <sup>3</sup>	Продукт	Класс резервуара
50 000	нефть	I

Таблица 3

#### Исходные данные расчета

Коэффициент оборачиваемости	Технология сборки	Марка стали	Крыша
17	листовая	Сталь 20	Сферическая R <sub>c</sub> =1,5*D

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
Разраб.		Алиев А.А.			Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зарубин А.Г.					60	120
Консульт.						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Таблица 4

## Исходные данные расчета

Продукт	Плотность кг/м <sup>3</sup>	T <sub>min</sub> (на глубине 0,5м от поверхности), °C	T <sub>max</sub> (по поверхности слоя), °C	Температура начала кипения, °C
нефть	820	7	35	39

## Материал сварной конструкции

Материалом для изготовления элементов и узлов резервуара является сталь 20.

Химический состав стали представлен в таблице 5, а механические свойства при 20 °C в таблице 6.

Таблица 5

## Химический состав стали, %

Наименование (марка) стали	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	V
Сталь 20	0,21	0,27	0,5	0,25	0,04	0,04	0,25	0,25	0,08	-

Таблица 6

## Механические свойства стали при 20 °C

Наименование стали	σ <sub>T</sub> , МПа	σ <sub>п</sub> , МПа
Сталь 20	250	420

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
						61

### Сведения о свариваемости применяемых марок стали

Сталь 20 – сталь конструкционная углеродистая качественная. Применяется для изготовления труб перегревателей, коллекторов и трубопроводных котлов высокого давления, цементируемых деталей для длительной службы при температурах до 350 град.

Чтобы определить свариваемость стали 20 необходимо определить эквивалент углерода, по формуле: [3]

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}, \quad (1)$$

где С, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P - массовые доли углерода, марганца, кремния, хрома, никеля, меди, ванадия и фосфора.

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,21 + \frac{0,5}{6} + \frac{0,27}{24} + \frac{0,25}{5} + \frac{0,25}{40} + \frac{0,25}{13} + \frac{0,01}{14} + \frac{0,04}{2} = 0,4\%.$$

Так как эквивалент углерода меньше 0,45 %, то данная сталь может, сваривается без предварительного подогрева.

В результате расчетов и рекомендаций [3] назначаем способ сварки (табл. 7).

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Способы монтажной сварки резервуаров, сооружаемых из листовых полотнощ

Сварное соединение	Способ сварки
Стыковые соединения окраек днища	Механизированная сварка в углекислом газе
Соединения элементов центральной части днища	Автоматизированная сварка под флюсом
Монтажные стыки стен	Механизированная сварка в углекислом газе
Уторные швы в сопряжении стенки и днища	Автоматизированная сварка под флюсом
Сварные соединения каркаса крыши при укрупнении в блоки	Механизированная сварка в углекислом газе
Соединения люков, патрубков, усиливающих листов на стенке и на крыше	Механизированная сварка в углекислом газе
Сварные соединения опорных узлов в сопряжении крыши со стенкой и колец жесткости	Ручная дуговая сварка
Сварные соединения настила крыши	Механизированная сварка в углекислом газе

### 3.1. Определение оптимальных габаритов проектируемой конструкции резервуара

Габаритами вертикального цилиндрического резервуара являются высота

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

H и диаметр D. Для заданного объема резервуара (V) расход металла на днище, покрытие и стенку зависит, в основном, от соотношения габаритов. Существует оптимальная высота резервуара  $H_{opt}$  при которой расход металла будет минимальным [11].

В первом приближении оптимальная высота находится по формуле: [10]

$$H_{opt} = \sqrt{\frac{\gamma_c \cdot R_{wy} \cdot \Delta}{\gamma_{ж} \cdot \rho_{ж}}}, \quad (2)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условия работы конструкции;  $\gamma_c = 0,8$ ;  $\rho_{ж}$  – плотность жидкости;

$R_{wy}$  – расчетное сопротивление стыкового шва на растяжение;  $R_{wy} = R_y$ :

$$R_{wy} = R_y = \frac{\sigma_T}{\gamma_m} = \frac{250 \cdot 10^6}{1,15} = 217,39 \cdot 10^6 \text{ Па}, \quad (3)$$

$\gamma_m$  – коэффициент надежности по материалу (для стали 20 с пределом прочности  $> 380$  МПа  $\gamma_m = 1,15$ ) [10]

$\Delta$  – сумма приведенных толщин днища и покрытия;  $\Delta = 1,3$  [12]

$\gamma_{ж}$  – коэффициент надежности по нагрузке;  $\gamma_{ж} = 1,1$  [3]

$$H_{opt} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 21,739 \cdot 10^3 \cdot 1,3}{1,1 \cdot 820 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}}} = 18,75 \text{ м.}$$

Уравнение, из которого методом попыток можно определить при конкретных исходных данных оптимальную высоту резервуара:

$$H_{opt}^4 - H_{opt}^3 \cdot a_1 - H_{opt}^2 \cdot 2 \cdot a_2 + a_2^2 = 0, \quad (4)$$

$$a_1 = \frac{\pi}{V} \cdot \left( \frac{\gamma_c \cdot R_{wy} \cdot t_{min}}{2 \cdot \gamma_{ж} \cdot \rho_{ж} \cdot g} \right)^2 ; \quad a_2 = \frac{\Delta \cdot \gamma_c \cdot R_{wy}}{\gamma_{ж} \cdot \rho_{ж} \cdot g}, \quad (5)$$

где  $t_{min}$  – минимальная конструктивная толщина стенки [3]

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000 м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64



$$a_1 = \frac{3,14}{50000} \cdot \left( \frac{0,8 \cdot 217,39 \cdot 10^6 \cdot 0,060}{2 \cdot 1,1 \cdot 820 \cdot 9,81} \right)^2 = 2,83;$$

$$a_2 = \frac{217,39 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \cdot 0,013}{1,1 \cdot 820 \cdot 9,81} = 255,503;$$

$$H_{\text{опт}}^4 - 2,83 \cdot H_{\text{опт}}^3 - 2 \cdot 255,503 \cdot H_{\text{опт}}^2 + 255,503^2 = 0.$$

Полученные значения:  $H_{\text{опт1}} = 17,19$  м и  $H_{\text{опт2}} = 19,1$  м.

Принимаем  $H_{\text{опт}} = 17,19$  м.

Количество поясов определяется по формуле (7):

$$n_{\text{п}} = \frac{H}{h'_{\text{л}}} = \frac{17,19}{2,15} = 7,99 \text{ м} \quad (6)$$

где  $h'_{\text{л}}$  – высота листа с учетом подготовки кромок листа к сварке:

$$h'_{\text{л}} = h_{\text{л}} - 2 \cdot 0,005 = 2,16 - 0,01 = 2,15 \text{ м}, \quad (7)$$

где  $h_{\text{л}}$  – высота листа, м.

Принимаем значения количества поясов  $n_{\text{п}} = 8$ ;

$$H_{\text{опт1}} = n_{\text{опт1}} \cdot h_{\text{л}} = 8 \cdot 2,15 = 17,2 \text{ м}. \quad (8)$$

Высота залива резервуара:

$$H_1 = H_{\text{опт1}} - 0,3 = 17,2 - 0,3 = 16,9 \text{ м}. \quad (9)$$

Определяем требуемую длину развертки стенки:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H_1}}, \quad (10)$$

где  $V$  – заданный объем,

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000 м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$L = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{50000}{3,14 \cdot 16,9}} = 192,76 \text{ м.}$$

Определяем количество листов в первом поясе:

$$n = \frac{L}{n_{\Pi} - 2 \cdot 0,005} = \frac{192,76}{8 - 2 \cdot 0,005} = 24,12 \quad (11)$$

Принимаем  $n_{\text{факт}} = 24$ .

Определяем фактическую длину развертки:

$$L_{\text{факт}} = n_{\text{факт}} \cdot l_{\text{л}} = 24 \cdot 7,99 = 191,76 \text{ м.} \quad (12)$$

Определяем радиус оболочки:

$$r = \frac{L_{\text{факт}}}{2 \cdot \pi} = \frac{191,76}{2 \cdot 3,14} = 30,53 \text{ м.} \quad (13)$$

Определяем фактический объем резервуара:

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot r^2 \cdot H_1 = 3,14 \cdot 30,53^2 \cdot 16,9 = 49461,80 \text{ м}^3. \quad (14)$$

Определяем погрешность оптимальных габаритов резервуара:

$$\delta = \frac{V_{\text{факт}} - 50000}{50000} \cdot 100\% = 1,87\%. \quad (15)$$

Погрешность не должна превышать 5%. Следовательно, принимаем

$$V_{\text{факт}} = 49461,80 \text{ м}^3, r = 30,53 \text{ м}, n_{\Pi} = 8.$$

Согласно [11], оптимальные габариты конструкции резервуара рассчитаны и выбраны верно, т.к. значения не превышают нормы.

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000 м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

### 3.2. Расчет стенки резервуара на прочность

Номинальную толщину стенок резервуара определяют в три этапа. [4]

- корректировка толщин при проверке на прочность, включая и расчет на сейсмическое воздействие для сейсмоопасных районов;
- предварительный выбор толщин поясов (из условий прочности и минимально конструктивно необходимых толщин);
- корректировка толщин при проведении расчета на устойчивость.

### 3.3. Предварительный выбор толщины стенок поясов

Стенку резервуара рассчитывают на прочность по без моментной теории как цилиндрическую оболочку, работающую на растяжение к кольцевому направлению от действия гидростатического давления жидкости и избыточного давления газа в паровоздушном пространстве (под покрытием) [11]

Номинальная толщина  $t$  каждого пояса стенки выбирается из сортаментного ряда таким образом, чтобы разность  $t$  и минусового допуска на прокат была не меньше максимума из 3-х величин:

$$t - \delta \geq \max(t_c + c),$$

$$t - \delta \geq \max(t_g + c),$$

$$t - \delta \geq \max(t_k + c).$$

где  $c$  – припуск на коррозию.

Минимальная расчетная толщина стенки в каждом поясе  $t_c$  для условий эксплуатации резервуара определяется по формуле:

$$t_c = \frac{\gamma_{\text{п}} \cdot (\gamma_{f1} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot z_{\text{ж}} + \gamma_{f2} \cdot P_{\text{изб}}^H) \cdot R}{R_{\text{y}} \cdot \gamma_c}, \quad (16)$$

где  $z_{\text{ж}}$  – высота от высшего уровня жидкости до нижней кромки пояса;

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000 м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$\gamma_c$ -коэффициент условия работы при гидроиспытаниях;  $\gamma_c = 0,7$  – для нижнего пояса;  $\gamma_c = 0,8$  – для всех остальных;

$\rho_{ж}$  - плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup> ;

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

$P_{изб}^H$ - нормативное значение избыточного давления, кН/м<sup>2</sup> ;

$R$  – радиус срединной поверхности пояса стенки;

$R_y$ – расчетное сопротивление материала;

$\gamma_{f1}, \gamma_{f2}$  - коэффициенты по нагрузке;  $\gamma_{f1} = 1,1$ ;  $\gamma_{f2} = 1,2$ ;

$\gamma_{II}$ - коэффициент надежности по назначению; для 2-го класса:  $\gamma_{II} = 1,05$ ;

Согласно РД 153-39.4-113-01 п.8.3 [12] настройка уровня налива производится ниже уровня, допускаемого несущей способностью резервуара: для резервуаров со стационарной крышей при подслоном пожаротушении - отметкой верха стенки резервуара минус 0,3м.

Таким образом, высота уровня налива определяется:

$$z_{ж} = H_i - 0,3. \quad (17)$$

Согласно табл. [2] конструктивно необходимая толщина стенки при  $16 \leq D < 25$  м ,  $t_k = 6$ мм. Принимая минусовый допуск на прокат (согласно табл.1.3[10])  $\delta = 0,5$  мм для повышенной точности изготовления листового проката и припуск на коррозию  $c = 0,1 \cdot 20 = 5$  мм (с учетом срока эксплуатации 50 лет), получим:

$$t_{min} = t_k + \delta + c; \quad (18)$$

$$t_{min} = 10 + 0,5 + 5 = 15,5\text{мм};$$

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Принимаем:  $t_{min} = 16$  мм согласно [12].

Минимальная расчетная толщина стенки в каждом поясе « $t_g$ » для условий гидравлических испытаний определяется по формуле [10]:

$$t_g = \frac{1,1 \cdot \rho_B \cdot g \cdot z_B \cdot R}{R_y \cdot \gamma_c}, \quad (19)$$

где  $z_B = z_{ж}$  - расстояние от уровня налива воды до нижней кромки пояса;

$\rho_B$  – плотность воды при гидроиспытания, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma_c$  – коэффициент условия работы при гидроиспытаниях,  $\gamma_c = 0,9$ .

Минимально конструктивно необходимая толщина стенки « $t_{kmin}$ », определяемая в соответствии с таблицей 3.3 [2]. При  $16 \leq D < 25$  м,  $t_k = 6$  мм.

Гидростатическое давление жидкости рассчитывается по формуле:

$$P_{ri} = \gamma_{ж1} \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot z_{ж}. \quad (20)$$

Расчеты по написанным выше формулам вносятся в табл. 8.

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000 м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

## Результаты расчета толщины стенки

Номер пояса	$Z_{ж}(Z_B)$ , м	Расчетное давление от хранимого продукта, кПа	Расчетное давление при гидроиспы таниях, кПа	$t_c$ , мм	$t_g$ , мм	$t_{kmin}$ , мм	$t_n$ , мм
1	48,2	111,8595	153,2322	12,03	17,97	10	24
2	46,2	96,10465	131,6502	10,05	10,85		23
3	44,2	80,34979	110,0682	9,09	9,73		22
4	42,2	64,59493	88,4862	8,12	8,6		21
5	40,2	48,84007	66,9042	7,15	7,48		20
6	38,2	33,08521	45,3222	5,18	5,36		20
7	36,2	17,33035	23,7402	3,21	3,24		19
8	34,2	1,575486	2,1582	2,244	2,11		19

Толщину стенок поясов принимаем согласно [13].

### 3.4. Проверка толщин стенки резервуара на прочность

Поверочный расчет на прочность, а также расчет на устойчивость проводится для расчетной толщины  $t_p$  поясов, которая определяется как разность номинальной толщины  $t$ , минусового допуска на прокат и припуска на коррозию:  
[ПБ]

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

$$t_p = t_n - \delta - c; \quad (21)$$

$$t_{min} = 24 - 0,5 - 5 = 18,5 \text{ мм.}$$

Поверочный расчет на прочность для каждого пояса стенки резервуара проводится по формуле: [ПБ]

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - \sigma_1 \cdot \sigma_2 \leq \gamma_c \cdot R_y, \quad (22)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условия работы конструкции, для нижнего пояса - 0,7; для остальных - 0,8; при сопряжении стенки с днищем - 1,2;

$\sigma_1$  – расчетное меридиональное напряжение в поперечном сечении цилиндрического резервуара, возникающее от воздействия гидростатического давления продукта и избыточного давления газа;

$\sigma_2$  – кольцевое напряжение.

$$\sigma_2 \leq \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_{II}}, \quad (23)$$

$$\text{Где } \sigma_2 = \frac{(\gamma_{f1} \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot z_{ж} + \gamma_{f2} \cdot P_{изб}^H) \cdot R}{t_p}. \quad (24)$$

Данные по расчету кольцевых напряжений, возникающих в поясах стенки от действия гидростатического давления, а также избыточного давления газа сводятся в таблицу.

Таблица 9

Расчетные значения кольцевых напряжений по поясам стенки.

Номер пояса	$t_i$ , мм	$\sigma_2$ , МПа	$\frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_{II}}$ , МПа
1	24,0	136,8203	144,9275

2	23,5	133,6819	165,6315
3	21,5	129,5778	165,6315
4	20,5	104,9073	165,6315
5	18,5	80,23677	165,6315
6	16,5	55,56625	165,6315
7	13,5	30,89573	165,6315
8	10,5	6,22521	165,6315

Анализ представленных в таблице данных свидетельствует о том, что условие прочности выполняется, так как значения действующих напряжений на пояс резервуара меньше допусковых, стенки резервуара прочные.

### 3.5. Проверка стенки резервуара на прочность

Проверка на устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки вращения, подверженной одновременному действию сжимающих нагрузок вдоль оси и в радиальном направлении оболочки, выполняется по формуле [2]:

$$\frac{\sigma'_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma'_2}{\sigma_{cr2}} \leq 1, \quad (25)$$

где  $\sigma_{cr1}$  – критическое нормальное напряжение;

$\sigma_{cr2}$  – кольцевые критические напряжения;

$\sigma'_1$  - расчетное меридиональное напряжение в поперечном сечении оболочки от нагрузок направленных вдоль оси (собственный вес крыши, утеплителя на ней, снеговая нагрузка, возможный вакуум, собственный вес части стен, расположенный выше рассматриваемого уровня);

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72



$\sigma_2^3$  - расчетное кольцевое напряжение в поясе стенки.

Критическое нормальное напряжение  $\sigma_{cr1}$  определяется по формуле [1]

$$\sigma_{cr1} = c \cdot E \frac{t_{p \min}}{R}, \quad (26)$$

где  $t_{p \min}$  - расчетная толщина пояса стенки;

C - коэффициент, определяемый по формуле:

$$C = 0,85 + \frac{R}{t_{p \min}}, \text{ при } 1220 \leq \frac{r}{t_{p \min}} < 2500; \quad (27)$$

E - модуль упругости, E=2,06·10<sup>5</sup> МПа.

$$C = 0,85 + \frac{10,18}{0,0065 \cdot 10^5} = 0,834,$$

Кольцевое критическое напряжение для цилиндрических оболочек с переменной толщенной стенки определяется по формуле:

$$\delta_{cr2} = 0,55 \cdot E \cdot \frac{R}{(H_r)} \cdot \frac{t_{p \min}^{3/2}}{(R)^2}, \quad (28)$$

где  $H_r$  – редуцированная высота вертикального резервуара, вычисляемая по формуле:

$$H_r = \sum h_i \cdot \left(\frac{t_{\min}}{t_i}\right)^{5/2}, \quad (29)$$

$h_i$ ,  $t_i$  – соответственно высота и расчетная толщина i-го пояса,  $t_{\min}$  - минимальная расчетная толщина оболочки, мм.

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Расчет редуцированной высоты вертикального резервуара

Номер пояса	$h_i \cdot \left(\frac{r_{min}}{t_i}\right)^{\frac{5}{2}}, \text{ м}$
1	7,02
2	7,39
3	7,99
4	7,99
5	7,99
6	7,99
7	7,99
8	7,99

Меридиональное напряжение  $\sigma_1''$  вычисляется для нижней кромки участка стенки постоянной толщины по формуле:

$$\sigma_1'' = \frac{n_3 \cdot (Q_n + Q_{ст}) \cdot \Psi \cdot (Q_{сн} + Q_{вак} \cdot n_2)}{\delta_i}, \quad (30)$$

где  $\Psi$ - коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый по [4];  $\Psi=0,9$ ;

$n_3$ - коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса;  $n_3=1,05$ ;

$n_2$  - коэффициент надежности по нагрузке избыточного давления и вакуума;  $n_2=1,2$ ;

$Q_n$ - вес покрытия резервуара, Н/м;

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$Q_{ст}$  - вес вышележащих поясов стенки, Н/м;

$Q_{сн}$  - полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия, Н/м;

$Q_{вак}$ - нормативная нагрузка от вакуума на покрытие, Н/м;

$\delta_i$ - расчетная толщина стенки  $i$ -го пояса резервуара, м.

Нормативная нагрузка от вакуума на покрытие определяется как :[6]

$$Q_{вак} = \frac{R}{2} \cdot P_{вак}, \quad (31)$$

где  $P_{вак}$ – нормативное значение вакуума в годовом пространстве [6]

$P_{вак}=0,25$  кПа.

$$Q_{вак} = \frac{30,35}{2} \cdot 0,25 \cdot 1000 = 2308,75 \text{ Н.}$$

Полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия, определяют по формуле:

$$Q_{сн} = \mu \cdot S_g \cdot \frac{R}{2}, \quad (32)$$

где  $S_g$  - полное расчетное значение снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, принимаемое из таблицы по районам строительства; для I района  $S_g=1800$  Н/м<sup>2</sup>;

$\mu$  – коэффициент перехода отвеса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;  $\mu=1$ .

$$Q_{сн} = 1 \cdot 1800 \cdot \frac{30,53}{2} = 10897,3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Вес покрытия резервуара с учетом веса крыши и прочих элементов определяется по формуле: [11]

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

$$Q_{\Pi} = q_{nk} = \frac{q_{nk} \cdot V \cdot g}{2\pi R} \frac{\text{Н}}{\text{м}}, \quad (33)$$

где  $q_{nk}$ -вес крыши и прочего оборудования, кг:

$$q_{nk} = m_k + m_{\text{пр.эл}}, \quad (34)$$

$m_k$ - масса крыши на единицу объема резервуара;

$m_{\text{пр.эл}}$ - масса прочего оборудования на единицу объема резервуара;

$$Q_{\Pi} = \frac{(4,17 + 1,14) \cdot 50000 \cdot 9,81}{2 \cdot 3,14 \cdot 30,35} = 22454,99 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Вес вышележащих поясов стенки резервуара. Необходимо помнить, что эта нагрузка на единицу длины дуги стенки, т.е. точно также определяем  $q_{\text{ст}}$  от массы каждого пояса:

$$Q_{\text{ст}} = q_{\text{ст}} = \frac{m_{i \text{ пояса}}}{2\pi R} \quad (35)$$

где  $m_i$  пояса- масса стенки резервуара, кг:

$$m_{i \text{ пояса}} = \left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot l_l \cdot \gamma_{\text{ст}} \quad (36)$$

Таблица 11

#### Расчет массы и поясов стенки резервуара

Номер пояса	$m_{i \text{ пояса}}, \text{ кг}$	$Q_{\text{ст}}, \text{ Н/м}$
1	413913,52	6570,05
2	410654,49	6518,32
3	405876,43	6442,48
4	405876,43	6442,48

5	405876,43	6442,48
6	405876,43	6442,48
7	405876,43	6442,48
8	405876,43	6442,48

Расчетное кольцевое напряжение в стенке при расчете на устойчивость резервуара, определяется по формуле: [11]

$$\sigma_2' = \frac{(0,95 \cdot P_{\text{ВАК}}^H + 0,9 \cdot 0,5 \cdot P_{\text{ВЕТ}}) \cdot R}{t_{\text{min}}}, \quad (37)$$

где  $P_{\text{вет}}$  – нормативное значение ветровой нагрузки, определяемое в соответствии со [9] в зависимости от района строительства:

$$P_{\text{вет}} = W_m = w_0 \cdot k \cdot c, \quad (38)$$

где  $w_0$  – нормативное значение ветрового давления в зависимости от района строительства; для I района строительства  $w_0 = 0,38$  кПа;

$k$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте  $z$  [4]; принимаем тип местности типа А;

$c$  – аэродинамический коэффициент [5];  $c=1$ .

Результаты расчетов заносим в табл. 12.

					Расчет на прочность и устойчивость резервуара вертикального стального объемом 50 000м <sup>3</sup>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

## Расчетные кольцевые напряжения в стенке резервуара

Номер пояса	$z, м$	$P_{вет},$ Па	$t_p, м$	$\sigma_2,$ МПа	$\sigma_1,$ МПа	$\sigma_{cr2},$ МПа	$\sigma_{cr1},$ МПа	$\frac{\sigma'_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma'_2}{\sigma_{cr2}} \leq 1$
1	5,99	285	24,0	0,44	2,07	1,94	143,53	0,24
2	11,98	285	23,5	0,50	2,33	1,61	126,65	0,33
3	17,9	303	21,5	0,59	2,68	1,30	109,76	0,48
4	23,96	341	20,5	0,61	2,68	1,30	109,76	0,50
5	29,95	379	18,5	0,64	2,68	1,30	109,76	0,52
6	35,94	389	16,5	0,65	2,68	1,30	109,76	0,52
7	41,93	417	13,5	0,67	2,68	1,30	109,76	0,54
8	47,92	436	10,5	0,68	2,68	1,30	109,76	0,55

Для каждого пояса правая часть уравнения получается меньше единицы, что удовлетворяет условию устойчивости.

#### 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

В настоящее время резервуары для хранения углеводородов — одна из важнейших составных частей производственной инфраструктуры, ее устойчивое развитие входит в число приоритетных задач в российской и мировой системе транспорта и хранения углеводородов.

Поэтому, повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м<sup>3</sup> для хранения нефти и нефтепродуктов путём снижения рисков его разрушения является выгодным проектом с экономической точки зрения.

Целью данного раздела является анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения технологий и разработок для определения наиболее эффективного способа повышения эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м<sup>3</sup>.

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

##### 4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

С необходимостью повышения эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м<sup>3</sup> приходится встречаться при их проектировании, сооружении и эксплуатации.

Технические решения, приведенные в проекте, могут заинтересовать большое количество нефтегазовых компаний, занимающихся хранением нефти и нефтепродуктов.

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м <sup>3</sup> .			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Алиев А.А.</i>			<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Зарубин А.Г.</i>					79	120
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

#### 4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ позволит своевременно внести коррективы в исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

При оценке качества используется два типа критериев: технические и экономические. Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале.

Конкурентоспособность конкурента К:

$$K = \sum B_i * B_i, \quad (39)$$

где  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 13).

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,75
2.Удобство в эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,24	0,18



Продолжение таблицы 13.

3.Энергоэкономичность	0,1	3	4	3	0,4	0,4	0,4
4.Надёжность	0,15	4	2	3	0,6	0,3	0,45
5.Безопасность	0,09	4	3	4	0,45	0,45	0,45
6.Простота эксплуатации	0,04	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,05	5	3	3	0,15	0,15	0,15
2.Цена	0,1	3	5	3	0,3	0,5	0,3
3.Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
4.Финансирование научной разработки	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
Итого	1	40	34	35	3,89	3,35	3,58

К<sub>ф</sub> – Применение воздушно-плазменного напыления;

К<sub>61</sub> - Механизированная сварка в среде защитных газов неплавящимся вольфрамовым электродом;

К<sub>62</sub> – Ручная дуговая сварка.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что конкурентоспособность применения воздушно-плазменного напыления составляет 3,89, в то время как показатели других способов 3,35 и 3,58 соответственно. Уязвимость конкурентов обусловлена низкими показателями надёжности, простоты эксплуатации, а также незначительными показателями повышения производительности труда пользователя.

#### 4.1.3.SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. На первом этапе необходимо определить сильные и слабые стороны технологии, выявить возможности и угрозы для её реализации.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Слабые стороны – это недостатки, упущения или ограничения научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Угрозы – это нежелательные ситуации, тенденции или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

Результаты SWOT-анализа исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы, представлены в таблице 14.

*Таблица 14 – Матрица SWOT*

	<p><b>Сильные стороны проекта:</b></p> <p>С1. Высокая эффективность технологии</p> <p>С2. Разнообразные технологические решения в технологии эксплуатации.</p> <p>С3. Нефтепродуктопровод пользуется массовым спросом</p> <p>С4. Применяемые методики соответствуют требованиям нормативных документов.</p> <p>С5. Возможность применения на действующих нефтепроводах.</p>	<p><b>Слабые стороны проекта:</b></p> <p>Сл1. Высокая стоимость материалов и оборудования</p> <p>Сл2. Требуется постоянных затрат на материалы</p> <p>Сл3. Труднодоступность большого количества материалов</p> <p>Сл3. Недостаточное количество современных источников</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной структуры ТПУ</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на новые разработки</p> <p>В3. Повышение уровня вовлеченности со стороны государства</p> <p>В4. Возможность применения технологии на большем количестве объектов</p>	<p>– Использована более свежая информация, которая была использована для разработки технологии может уменьшить конкурентоспособность других</p> <p>– Учет пожеланий заказчиков при соблюдении требований нормативных документов</p> <p>– Расширение кадрового состава</p>	<p>– Применение опыта работы компаний-партнеров</p> <p>– Повышение уровня сотрудничества с компаниями другого профиля</p> <p>– Отбор высококвалифицированных специалистов</p>

<p><b>Угрозы:</b>          У1. Возможность отказа заказчика от проекта из-за высокой стоимости          У2. Истощение запасов месторождений          У3. Изменение нормативно- правовой базы          У4. Появление новых технологий          У5. Возможны проблемы при транспортировке оборудования и материалов</p>	<p>– Постоянное отслеживание изменений в законодательстве          – Повышенная качественная характеристика материалов          – Постоянное отслеживание появления новых научных разработок по теме исследования</p>	<p>– Создание универсального алгоритма подбора технологического оборудования          – Переквалификация сотрудников предприятия          – Развитие исследования для возможности применения новых технических решений</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Результаты анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта. Анализируя результаты SWOT-анализа, можно утверждать, что реализация представленных возможностей позволяет выгодно реализовать сильные стороны и уменьшить влияние слабых.

#### 4.2. Планирование исследовательской работы в рамках ВКР

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

##### 4.2.1. Структура работ в рамках проводимого исследования

При разработке ВКР одним из важных этапов является построение календарного графика проведения научно-исследовательских работ. Для этого необходимо составить план выполнения проекта с указанием вида работа, длительности их исполнения и участников, ответственных за исполнение каждого пункта плана.

План производства работ по реализации научно-исследовательского проекта представлен в таблице 15.

*Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей*

<b>Основные этапы</b>	<b>№ работ</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Разработка общей методики проведения исследований	Руководитель, студент
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	4	Календарное планирование работ	Руководитель
	5	Определение объёма и частей	Студент
Теоретическое исследование	6	Проведение теоретического исследования темы	Студент
	7	Проведение расчётов	Студент
	8	Разработка части «финансовый менеджмент»	Студент
	9	Разработка части «социальная ответственность»	Студент
Обобщение и анализ результатов	10	Оценка эффективности проделанных работ	Студент
Оформление отчёта	11	Составление пояснительной записки	Студент
	12	Разработка презентации	Студент

#### 4.2.2. Определения трудоёмкости работ

Для определения трудоёмкости работ будем использовать такие показатели как ожидаемое значение трудоёмкости, продолжительность каждой работы, продолжительность выполнения  $i$  – ой работы в календарных днях, коэффициент календарности.

Ожидаемое (среднее) значение трудоёмкости  $t_{ожі}$  рассчитывается с помощью формулы:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (40)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоёмкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

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

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

После определения ожидаемой трудоёмкости работ необходимо рассчитать продолжительность каждой из работ в рабочих днях  $T_p$ . Величина  $T_p$  учитывает параллельность выполнения этих работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (41)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоёмкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Результаты расчета приведены в таблице 16.

#### 4.2.3. Разработка графика проведения исследовательской работы

Диаграмма Гантта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}} \quad (42)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  
 $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  
 $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (43)$$

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

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

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

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

Предполагается что и руководитель, и студент работают по 6-дневной рабочей неделе. По производственному календарю на 2020 год суммарное количество календарных составляет 366 дней, выходных и праздничных дней при шестидневной рабочей неделе составляет – 66 дней.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе, округляют до целого числа и заносят в таблицу.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Таблица 16– Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$	
	$t_{min}$ , чел–дни		$t_{max}$ , чел–дни		$t_{ож}$ , чел–дни		Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент				
Составление и утверждение технического задания	1		3		1,8	0	1,8	0	3	0
Разработка общей методики проведения исследований	1	1	2	2	1,4	1,4	1,4	0,7	2	1
Подбор и изучение материалов по теме		3		5	0	3,8	0	3,8	0	5
Календарное планирование работ	1		2		1,4	0	1,4	0	2	0
Определение объёма и частей		1		2	0	1,4	0	1,4	0	2
Проведение теоретического исследования темы		10		14	0	11,6	0	11,6	0	16
Проведение расчётов		7		9	0	7,8	0	7,8	0	10
Разработка части «финансовый менеджмент»		6		8		6,8	0	6,8	0	7

Продолжение таблицы 16

Разработка части «социальная ответственность»		4		6	0	4,8	0	4,8	0	6
Оценка эффективности проделанных работ		5		7	0	5,8	0	5,8	0	6
Составление пояснительной записки		4		6	0	4,8	0	4,8	0	5
Разработка презентации		2		4	0	2,8	0	2,8	0	3
Итого	3	43	7	63	4,6	51	4,6	51	7	61

На основе таблицы 16 строим план график, представленный в таблице 17.

Таблица 17 – Календарный план график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнитель	$T_{ki}$ , кал.д.н.	Продолжительность выполнения работ								
				март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3									
2	Разработка общей методики проведения исследований	Руководитель, студент	2									
3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	5									
4	Календарное планирование работ	Руководитель	2									







- студент



- руководитель

### 4.3. Бюджет проводимого исследования

В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей проекта;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 4.3.1. Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi}, \quad (44)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте Единой информационной системы в сфере закупок.

Величина коэффициента  $k_T$ , отражающего соотношение затрат по

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

доставке материальных ресурсов и ценна их приобретения зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 18.

*Таблица 18– Материальные затраты*

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, З <sub>м</sub> , руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	шт.	200	100	300	0,52	0,52	0,52	104	52	156
Персональный компьютер	шт.	1	1	1	50000	30000	40000	50000	60000	40000
Интернет	Гб	100	100	100	12	12	12	1200	1200	1200
Электроэнергия	КВт	250	200	300	3,5	3,5	3,5	875	700	1050
Транспортные расходы (15%)								7839	8303	7371
Итого:								59143	70255	49777

#### **4.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ**

Сюда включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (программного обеспечения), необходимого для проведения работ по конкретной теме (таблица 19). Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Затраты представлены в таблице 19.

*Таблица 19 – Расчет затрат на оборудование*

Наименование	Кол-во	Цена за ед., руб.	Общая стоимость оборудования, З <sub>д</sub> руб.
Пакет офисных программ Microsoft Office 365	1	3290	3290
Программа «ПАССАТ»	1	18000	18000
Итоговая стоимость специального оборудования			21290

### 4.3.3. Основная заработная плата исполнителей работы

В данном разделе отображается основная заработная плата научных сотрудников и инженерно-технических работников непосредственно участвующих в выполнении работ в рамках проекта. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Расчет заработной платы произведен на основе тарифных ставок предприятия, которое занимается проектированием автоматизированных систем управления. Расчет осуществляется по следующей формуле [16]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p, \quad (45)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником в рабочие дни;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} \quad (46)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (таблица 20).

Таблица 20 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	
Количество нерабочих дней:		
- выходные и праздничные дни	66	
Потери рабочего времени:		
- отпуск, невыходы по болезни	52	
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (47)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

1) Расчёт заработной платы

$$Z_{м.рук} = 35000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 68250 \text{ руб.};$$

$$Z_{м.ст} = 1400 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 2730 \text{ руб.}$$

2) Расчет среднедневной заработной платы:

$$Z_{дн.рук} = \frac{68250 * 10,4}{248} = 2862 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн.ст} = \frac{* 10,4}{248} = 114 \text{ руб.}$$

3) Расчёт основной заработной платы:

$$Z_{осн.рук} = 2862 * 7 = 20034 \text{ руб.};$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

$$Z_{\text{осн.ст}} = 114 * 61 = 6954 \text{ руб.}$$

Результат расчетов представлен в таблице 21.

Таблица 21– Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{ТС}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{М}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	35000	0,3	0,2	1,3	68250	2862	7	20034
Студент	1400	0,3	0,2	1,3	2730	114	61	6954
Затраты по основной заработной плате, руб.	26988							

Суммарные затраты на основную заработную плату составляют 26988 рублей.

#### 4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (48)$$

где:  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$Z_{\text{доп.рук}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} = 0,15 * 19500 = 2925 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп.ст}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} = 0,15 * 7050 = 1057,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{доп.рук}} + Z_{\text{доп.ст}} = 2925 + 1057,5 = 3982,5 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на дополнительную заработную плату составляют 3982,5 рублей.

#### 4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ): 22% – на пенсионное страхование; 5,1 % – на медицинское страхование; 2,9 % – на социальное страхование.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (49)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Студент	7050	1057,5
Руководитель проекта	19500	2925
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого:	9159,75	

#### 4.3.6. Накладные расходы

В статью накладных расходов входят прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата электроэнергии, печать и ксерокопирование, почтовые расходы и т.д.

Накладные расходы определяются по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) * k_{\text{нр}}, \quad (50)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы равный 0,16.

$$Z_{\text{накл1}} = (59143 + 21290 + 26988 + 3982,5 + 9159,75) \cdot 0,16$$

$$= 19290,12 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{накл2}} = (70255 + 21290 + 26988 + 3982,5 + 9159,75) \cdot 0,16$$

$$= 21068,04 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{накл3}} = (49777 + 21290 + 26988 + 3982,5 + 9159,75) \cdot 0,16$$

$$= 17791,56 \text{ руб.}$$

#### 4.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательской работы

Рассчитанная величина затрат на проведение исследовательской работы является основой для формирования бюджета.

Определение бюджета затрат на проведение исследовательской работы приведено в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
1. Материальные затраты НИИ	59143	70255	49777	Пункт 3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	21290	21290	21290	Пункт 3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	26988			Пункт 3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3982,5			Пункт 3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	9159,75			Пункт 3.5
6. Накладные расходы	19290,12	21068,04	17791,56	16% от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	139853,37	152743,29	128898,81	Сумма ст. 1-6



#### 4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают входе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (51)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно–исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}1} = \frac{139853,37}{152743,29} = 0,91$$

Для 2-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}2} = \frac{152743,29}{152743,29} = 1$$

Для 3-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}3} = \frac{128898,81}{152743,29} = 0,82$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки.

Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (52)$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания.

*Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта*

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Критерии				
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
3. Энергоэкономичность	0,15	4	4	4
4. Надёжность	0,20	5	3	3
5. Безопасность	0,15	4	3	3
6. Простота эксплуатации	0,15	4	4	3
Итого	1	4,4	3,45	3,5

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{4,4}{0,91} = 4,83;$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{3,45}{1} = 3,45;$$

$$I_{\text{исп3}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{3,5}{0,82} = 4,27$$

Из расчетов видно, что наиболее целесообразный вариант проекта разработки НТИ произведен в первом исполнении.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{\text{срi}}$ ):

$$\mathcal{E}_{\text{срi}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} \quad (53)$$

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,95	1	0,9
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,45	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,83	3,45	4,27
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	1,4	0,81

Наиболее эффективным оказалась разработка под исполнением №1.

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

- Анализ конкурентоспособности выявил, что применение воздушно-плазменного напыления над двумя другими способами повышения эксплуатационной надежности резервуара является эффективным.
- SWOT-анализ проекта показал потенциальные внутренние и внешние сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта. По итогам можно сказать, что проект является перспективным.

- Планирование работ показало, что длительность работ для руководителя составляет 7 дней, а для студента – 61 день. Суммарная длительность разработки проекта составляет 68 дней.
- По каждой из произведенных работ была построена диаграмма Гантта, согласно которой, самой продолжительной по времени работой оказалось проведение теоретического исследования темы.
- Сумма бюджета проекта составила 122515,5 рублей. В данную сумму входят все затраты по проекту: основная и дополнительная заработная плата руководителю и исполнителю проекта, материальные, амортизационные, а также внебюджетные отчисления.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

## 5. Социальная ответственность

Основной задачей при производстве работ по техническому обслуживанию, ремонту или реконструкции резервуара является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности.

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

### 5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

#### 5.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

При проведении технического обслуживания и ремонта, резервуар необходимо вывести из эксплуатации и провести зачистку внутренней его полости. Лица моложе 18 лет и женщины к работе по очистке резервуаров, которые содержали нефтепродукты, не допускаются [16].

Женщины не допускаются к электросварочным работам, проводимым внутри резервуара.

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

Лицам, производившим зачистку внутренней полости резервуара и электросварщикам на основании Постановления Госкомтруда СССР и Президиума ВЦСПС от 25 октября 1974 г. N 298/П-22 "Об утверждении списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50000м <sup>3</sup> .			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Алиев А.А.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зарубин А.Г.					101	120
Консульт.								
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						
						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		

сокращенный рабочий день" с изменениями и дополнениями установить продолжительность дополнительного отпуска в размере 12 рабочих дней.

Электросварщикам положено выдавать по 0,5 литра молока за смену в соответствии с 222 статьей Трудового Кодекса РФ [17].

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

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

К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электросварка, газосварка, паяльные работы, механическая обработка металла с образованием искр и т.п.) [17].

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

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

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

При проведении газосварочных работ баллоны с кислородом

					Социальная ответственность	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

При кислородной резке бачок с горючим должен находиться не ближе 5 м от баллонов с кислородом и от источников открытого огня и не ближе 3 м от рабочего места резчика. При этом бачок должен быть расположен так, чтобы на него не попадали пламя и искры при работе. Место заправки от места выполнения огневых работ и открытых источников огня должно быть расположено не ближе 20 м. Хранение запаса горючего допускается в количестве не более сменной потребности. Горючее необходимо хранить в исправной, небьющейся, плотно закрывающейся специальной таре [19].

## **5.2.Производственная безопасность**

### **5.2.1.Анализ выявленных вредных и опасных факторов**

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении реконструкции РВС-50000 м<sup>3</sup> в таблице 26.

Основной задачей при производстве работ по техническому обслуживанию, ремонту резервуара является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности. В процессе ремонта резервуара рабочее место будет расположено на открытой местности, где работники могут подвергаться воздействию вредных и опасных производственных факторов, возникающих в результате проведения сварочно-монтажных и строительно-монтажных работ [20].

					Социальная ответственность	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 26—Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы			Нормативные документы
	Погрузочно – разгрузочные работы	Подготовка участка и оборудования	Сварочные, строительно- монтажные работы	
<b>Опасные:</b>				
1) Электрический ток;		+	+	ГОСТ 12.1.045-84 [6]; ГОСТ 12.1.030-81 [7]; ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. [8].
2) Пожаро- и взрывоопасность;		+	+	ГОСТ 12.1.010-76 [9].
3) Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные);	+	+	+	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ [10].
<b>Вредные:</b>				
1) Повышенный уровень шума на рабочем месте;	+	+		ГОСТ 12.1.003-2014 [11]; ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ [12].
2) Отсутствие или недостаток искусственного света;		+	+	СП 52.13330.2016 [13].
3) Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны;		+	+	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [14].
4) Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [15].



## 5.2.2.Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

### Электрический ток

Класс опасности по ПУЭ при проведении работ по реконструкции внутри резервуара В-1Г, категория опасности А.

Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-1Г считается в пределах до:

- 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами, при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования.

Допустимый уровень взрывозащиты переносных электрических светильников, для класса взрывоопасной зоны В-1Г, должен быть повышенной надежности против взрыва.

Для защиты от поражения электрическим током 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 и т.п. [8].

Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрического удара и профессиональных заболеваний.

Для обеспечения защиты от прямого прикосновения необходимо применять следующие технические способы и средства (основная защита):

- основная изоляция;

										Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							105

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры;
- безопасное расположение токоведущих частей, размещение их вне зоны досягаемости частями тела, конечностями;
- ограничение напряжения, применение сверхнизкого (малого) напряжения;
- выравнивание потенциалов;
- защитное отключение;
- ограничение установившегося тока прикосновения и электрического заряда;
- электрическое разделение;
- предупредительная световая, звуковая сигнализации, блокировки безопасности, знаки безопасности; электрозащитные средства
- диэлектрические перчатки
- инструменты с изолированными рукоятками
- диэлектрические боты
- изолирующие подставки. [23]

### **Пожароопасность и взрывоопасность**

В процессе хранения нефти в резервуаре, углеводороды, входящие в состав нефтяных паров при взаимодействии с воздухом, образуют взрывоопасную смесь. Одна из причин образования паровоздушных смесей – это утечки через фланцевые соединения приемо-раздаточных патрубков резервуара.

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

					Социальная ответственность	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

300°C.

Резервуарный парк относится:

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

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

Методы устранения причин взрывов и пожаров в резервуарном парке.

Организационные меры:

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

Технические меры:

- обеспечение места проведения огневых работ первичными средствами пожаротушения (огнетушитель ОП-50 – 2шт., асбестовое полотно 2х1,5 -2шт, ящик с песком – не менее 1,5м<sup>3</sup>, багор и т.д.);
- обеспечение на месте проведения огневых работ пожарного хода [24].

#### **Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования**

Скорость движения автотранспорта, по строительной площадке и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

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

									Лист
									107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

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

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 [31] к средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

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

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

Повышенный шум – это самое распространенное явление в промышленном производстве. На рабочем месте он оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания [26].

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

В соответствии с ГОСТ 12.1.003 – 2014 [26] допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления свыше 135 дБА.

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

Шум может создаваться работающим оборудованием: Тягач, кран, насосный агрегат и др.

Средства и методы коллективной защиты от шума в зависимости от способа реализации подразделяются на:

- акустические (средства звукоизоляции; звукопоглощения);
- архитектурно-планировочные (звукоизолирующие ограждения зданий и помещений; звукоизолирующие кожухи, кабины);
- организационно-технические (применение малошумных технологических процессов; оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля).

#### **Отсутствие или недостаток искусственного света**

Для резервуарных парков необходимо предусматривать общее равномерное освещение. Для освещения следует применять прожекторы на мачтах, расположенных за обвалованием. Осветительные устройства, установленные в пределах обвалования резервуаров, должны быть во взрывозащищенном исполнении. Освещенность должна быть не менее 20 лк независимо от применяемых источников света [27].

При работе вручную, при подъеме или перемещении грузов освещенность места работ должна быть не менее 5 лк и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов. Для освещения внутри резервуара необходимо применять переносные аккумуляторные фонари взрывозащищенного исполнения, которые включаются не ближе, чем за 20 м до газоопасной зоны (за каре резервуара). Для работы внутри резервуара средняя освещенность должна быть не менее 30 лк [27]. Осветительная установка удовлетворяет требованиям норм, если измеренная средняя освещенность освещаемой зоны или помещения не менее нормируемого значения.

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

## **Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны**

Контроль воздушной среды должен проводиться:

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

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

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

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РПКМ и др.), защитных очках и комбинезонах. [33].

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

Предельная жесткость погоды, ниже которой не могут выполняться работы на открытом воздухе, колеблется в пределах от -40 до -45 °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.

Работники должны быть обучены мерам защиты от обморожения и оказанию доврачебной помощи. [29]

Микроклимат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру,

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



покрытие резервуаров от коррозии. При работе различных частей машин и механизмов выделяются оксиды углерода, оксиды азота, диоксиды сера, керосин, углерод. При сварочных работах выделяется сварочный аэрозоль, в состав которого входят: оксид железа, марганец и его соединения, пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния, фтористые газообразные соединения, оксид азота (IV), оксид углерода. Для защиты резервуара от коррозии используются импортные покрывные материалы.

Чаще всего покрытие осуществляется методом распыления, что чревато выделением аэрозоля краски. Для снижения уровня загрязнения необходимо:

- использование экологически безопасных источников энергии;
- использование безотходной технологии производства;
- борьба с выхлопными газами автомобилей [33].

### 5.3.2. Защита гидросферы

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами приводит к появлению нефтяных пятен, что затрудняет процессы фотосинтеза в воде из-за прекращения доступа солнечных лучей, а также вызывает гибель растений и животных. Каждая тонна нефти создает нефтяную пленку на площади до 12 кв. км. Восстановление пораженных экосистем занимает 10-15 лет [32].

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

					Социальная ответственность	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		







– обозначить зону загазованности. Выставить в наиболее опасных местах посты для предупреждения проникновения в опасную зону людей, транспортных средств, животных;

– организовать сбор разлившейся нефти до максимально достижимого уровня;

– произвести размещение собранной нефти для последующей утилизации, исключая вторичное загрязнение производственных объектов и объектов окружающей среды;

– произвести завершающие работы по ликвидации последствий разливов нефти, реабилитации загрязненных территорий.

Эти операции проводить в соответствии с проектами (программами) рекультивации земель и восстановления водных объектов. Полученное положительное заключение государственной экологической экспертизы указывает на качество проведенных работ [34].

Вывод: в разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены и проанализированы вредные и опасные факторы труда работников технического обслуживания, реконструкции или ремонта резервуара вертикального стального типа РВС-50000м<sup>3</sup>.

А также изучены вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды и даны рекомендации по созданию оптимальных условий труда. Помимо этого, приведены особенности законодательного регулирования проектных решений, а также меры по защите населения и территории предприятия от чрезвычайных ситуаций.

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

## Заключение

Вертикальные стальные резервуары являются необходимыми инженерными конструкциями, а также являются неотъемлемой частью трубопровода и нефтедобывающих(нефтеперерабатывающих) предприятиях в целом. РВС находятся в опасности, на грани разрушения, а значит их нужно защищать, реконструировать или же строить изначально с использованием необходимых технологий. Так как резервуары больших объемов при авариях могут привести к серьезным чрезвычайным последствиям.

В ходе данной выпускной квалификационной работе были изучены нормативно-техническая документация конструктивных особенностей и технологии сооружения резервуаров вертикальных стальных типа РВС-50 000м<sup>3</sup>. А также для данной конструкции были произведены расчеты номинальных значений толщин стенок поясов с целью повышения эксплуатационной надежности.

Получились следующие результаты:

- оптимальная высота резервуара согласно расчетам, при которых расход металлы будет минимальным, составляет 8 поясов.
- толщина стенки резервуара составляет 15,5 мм, а это достаточно прочные стенки для данной конструкции, так как значения действующих напряжений на пояс резервуара получились меньше допускаемых 104,9073 МПа < 165,6315 МПа;
- при проведении расчета на устойчивость стенок резервуара получилось, что для каждого пояса правая часть уравнения меньше единицы (0,55 < 1). Значения толщин стенок соответствуют стандартам;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
Разраб.		Алиев А.А.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Зарубин А.Г.					116	120
Консульт.						ТПУ гр. 2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

На основании полученных расчетов можно сказать о том, что прочность резервуара обеспечена и его конструкция будет выдерживать нагрузки долгое время, так как значения действующих напряжений на пояс резервуара меньше допусковых. Для каждого пояса правая часть уравнения получается меньше единицы, что удовлетворяет условию устойчивости. А чтобы эта конструкция была не менее защищена и устойчива продолжительное время, было решено использовать воздушно-плазменное напыление при нанесении антикоррозионного покрытия.

В выпускной квалификационной работе была достигнута поставленная цель и задачи в полном объеме.

					Заключение	Лист
						117
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Список использованных источников

- 1) В.М. Куприянов. Повышение эффективности эксплуатации вертикальных стальных резервуаров путем внедрения новых конструктивных решений в основаниях фундаментов: Диссертация к.т.н. Уфа, 2007 – 117с.
- 2) ГОСТ Р 52910-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия
- 3) ПБ 03-605-03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. – М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 176с.
- 4) ПБ 03-381-00. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. - Госгортехнадзор, 2001. – 168с.
- 5) СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия
- 6) РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 50 000м<sup>3</sup>
- 7) Коновалов Н.И., Мустафин Ф.М. «Оборудование резервуаров»
- 8) Коннова Г.В. «Оборудование транспорта и хранения нефти и газа»
- 9) Коршак А.А., Шаммазов А.М. «Основы нефтегазового дела»
- 10) Нехаев Г.А. Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров низкого давления -:Изд. АСВ, 2005 - 216с.
- 11) Горев В.В. Металлические конструкции. В 3-х т. Т. 3. Специальные конструкции и сооружения/ Под ред. В.В. Горев. – М.: Высшая школа, 2002. – 544 с.

					Повышение эксплуатационной надёжности резервуара вертикального стального типа РВС-50 000м <sup>3</sup> .			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Алиев А.А.			Список использованных источников	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Зарубин А.Г.					118	120
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 2Б6А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

- 12) ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент
- 13) ИНСТРУКЦИЯ по техническому обслуживанию и эксплуатации резервуаров для нефти РВСПК - 50 000 м<sup>3</sup>.
- 14) РД 153-39.4-078-01 Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз
- 15) Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ.
- 16) РД 04-355-00 Методические рекомендации по организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах.
- 17) Максимов Е.А. Современные технологии антикоррозионных покрытий металлопроката, трубопроводов и профилей: монография / Е.А. Максимов, Р.Л. Шаталов, П.П. Степанов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015.–332 с.
- 18) ГОСТ Р ИСО 6385-2016. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем.
- 19) ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 20) ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
- 21) ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
- 22) ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 23) ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
- 24) ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

					Список использованных источников	Лист
						119
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 25) ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 26) ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
- 27) СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*
- 28) ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 29) СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 30) ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
- 31) ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 32) ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
- 33) ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель (с Изменением N 1).
- 34) Постановление Правительства Российской Федерации от 21.08.2000 №613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».

					Список использованных источников	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		