

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

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
«Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата»

УДК 622.692.23-025.71-034.14(183м10000)(211-17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Харитонов А.Д.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Никульчиков В.К.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Ю.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Н.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
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>		
P5	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>
P6	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>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для	<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>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	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-е).</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>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".</i>

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Харитонову Андрею Дмитриевичу

Тема работы:

«Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной для хранения нефти и нефтепродуктов, условно помещенный в холодный и умеренно-холодный климат. Исследование ведется на примере резервуара типа РВС 20000 м³.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор современных методов строительства резервуаров вертикальных стальных; обзор современных методов оценки качества строительных работ; анализ современных теплоизоляционных материалов; анализ современных методов борьбы с коррозией.
---	--

Перечень графического материала	Рисунки, таблицы.
--	-------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Макашева Ю.С., ассистент
«Социальная ответственность»	Абраменко Н.С., ассистент

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

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Никульчиков В.К.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Харитонов Андрей Дмитриевич		

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

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 2017/2018 учебного года) _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
31.03.2018	Обзор литературы	
06.04.2016	Обзор резервуаров вертикальных стальных	
17.04.2018	Анализ современных методов строительства резервуаров	
29.04.2018	Современные методы оценки качества строительных работ	
04.05.2018	Расчетная часть	
12.05.2018	Финансовый менеджмент	
18.05.2018	Социальная ответственность	
24.05.2018	Заключение	
25.05.2018	Презентация	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Никульчиов В.К.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Харитонову Андрею Дмитриевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оценка затрат на строительство резервуара вертикального стального РВС 20000 м³</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>СНиП 82-01-95 Разработка и применение норм и нормативов расхода материальных ресурсов в строительстве. Основные положения, ЕНиР Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Выпуск 2.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс РФ. ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Расчет затрат ресурсов на строительство резервуара вертикального стального РВС 20000 м³</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Планирование и формирование бюджета с целью грамотного расхода средств на строительство РВС 20000 м³</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Обоснование экономической эффективности внедрения более качественного оборудования с целью снижения экономических затрат</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Таблицы:
1. Время проведения работ
2. Необходимая специальная техника и оборудование
3. Расчет амортизационных отчислений при строительстве резервуара вертикального стального
4. Стоимость материалов на проведение мероприятия
5. Расчет заработной платы
6. Расчет страховых взносов при строительстве резервуара вертикального стального
7. Затраты на проведение организационно-технического мероприятия.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Макашева Ю.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Харитонов Андрей Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Харитонову Андрею Дмитриевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

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

В данной работе рассматривается строительство резервуаров вертикальных стальных 20000 м³ в умеренно-холодном и холодном климате. Строительство резервуаров проходит в весенне-осенний период, в полевых условиях, в дневное время.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность:

1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности

1.1 Вредные факторы

- Климатические условия;
- Повышение уровня шума;
- Повышение уровня вибрации;
- Повышение запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны;
- Недостаточная освещенность рабочей зоны;
- Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.

1.2 Опасные факторы

- Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;
- Электробезопасность;

2. Экологическая безопасность

Строительство РВС 20000 м³ сопровождается:

- загрязнением атмосферного воздуха;
- нарушением гидрологического режима;
- повреждением почвенно-растительного покрова;
- изъятием земель;
- уничтожением лесных массивов.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть при строительстве РВС 20000 м³, в результате нарушения техники безопасности при производстве строительно-монтажных работ.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
-----------	-----	---------------------------	---------	------

ассистент	Абраменко Н.С.			
-----------	----------------	--	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Харитонов Андрей Дмитриевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа представлена на 121 с., 27 рис., 15 табл., 29 источников.

Ключевые слова: строительство, резервуар вертикальный стальной, фундамент, толщина стенки, теплоизоляция, защита от коррозии, летучие ингибиторы коррозии.

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной.

Цель работы – анализ современных методов строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата.

В процессе исследования проводился расчет оптимальных габаритов резервуара РВС 20000 м³, расчеты толщины стенки резервуара, расчет стенки резервуара на прочность и устойчивость, расчет количества теплоизоляционного материала. Рассмотрены вопросы устройства фундамента резервуара в разных климатических условиях, осуществления теплоизоляции и борьбы с коррозией. Рассмотрены современные методы оценки качества строительных работ.

В результате исследования был произведен сравнительный анализ строительства резервуара РВС 20000 м³ в условиях умеренно-холодного и холодного климата. На основании полученных результатов были выявлены принципиальные различия в подготовке фундамента и использовании теплоизоляции. Проведено сравнение теплоизоляционных материалов.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: описаны основные подходы расчета конструкции резервуара, монтаж конструкции резервуара, схема нанесения теплоизоляции.

Область применения: сооружение резервуаров в холодном климате.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Харитонов А.Д.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В.К.					10	121
Консульт.						ТПУ гр. 2Б4Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Определения, обозначения, сокращения

Определения

Термины и определения, используемые в данной работе:

Резервуар: емкость, предназначенная для хранения, приёма, откачки и учета продукта.

Резервуар вертикальный стальной: вертикальная емкость, наземное объёмное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения, подготовки, учёта и выдачи темных и светлых нефтепродуктов, химикатов, нефти, воды.

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

Основание: слой грунта, который в условиях природного залегания обладает достаточной несущей способностью, чтобы выдержать нагрузки от возводимого резервуара.

Понтон или плавающая крыша: плавающее покрытие, которое находится внутри резервуара на поверхности жидкости, и предназначено для уменьшения потерь продуктов от испарений, улучшения экологической и пожарной безопасности при хранении.

Резервуарный парк: группа резервуаров предназначенных для приема, хранения и откачки нефти, расположенных на территории, ограниченной по периметру обвалования.

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

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Харитонов А.Д.			Определения, обозначения, сокращения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В.К.					11	121
Консульт.						ТПУ гр. 2Б4Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

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

					<i>Определения, обозначения, сокращения</i>	<i>Лист</i>
						12
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Обозначения и сокращения

В данной работе использованы следующие обозначения и сокращения:

РВС – резервуар вертикальный стальной;

РВСП – резервуар вертикальный стальной с понтоном;

РВСПК – резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей;

УФЛ – установка улавливания легких фракций;

ГО – устройство газовая обвязка;

ГФ – гидрофобный;

ЖБ – железобетонный;

АКЗ – антикоррозионная защита

АКР – антикоррозионная работа;

ЛКП – лакокрасочные покрытия;

ЛИК – летучие ингибиторы коррозии;

ППР – проект производства работ;

ППУ – пенополиуретан;

СМР – строительно-монтажные работы;

ЛС – лазерное сканирование;

Рис. – рисунок.

					Определения, обозначения, сокращения	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	17
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	18
1. ОБЗОР РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ.....	19
1. 1. Определение, назначение, классификация.....	19
1.2. Технические параметры	20
2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ.....	22
2.1. Подготовка фундамента	22
2.1.1 Кольцевой железобетонный фундамент.....	22
2.1.2 Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты	25
2.1.3 Свайные фундаменты	26
2.1.4 Конструкции фундаментов для строительства резервуаров в сложных геологических условиях.....	29
2.2. Монтаж резервуаров	30
2.2.1 Последовательность при сборке резервуаров.....	31
2.2.2. Монтаж днища резервуара.....	31
2.2.3. Сборка и сварка стенки резервуара.....	37
2.2.4 Монтаж крыши резервуара	41
2.3. Теплоизоляция резервуаров.....	49
2.3.1 Теплоизоляция стенок резервуара	51
2.3.2 Теплоизоляция крыши резервуара	54
2.3.3 Теплоизоляция патрубков и люков на стенке и крыше резервуара ..	56

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Харитонов А.Д.</i>			Оглавление	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никульчиков В.К.</i>					14	121
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр. 2Б4Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

2.3.4	Теплоизоляция днища резервуара.....	57
2.3.5	Теплоизоляция с помощью пенополиуретана	58
2.4.	Защита резервуаров от коррозии.....	61
2.4.1.	Антикоррозионная защита резервуаров снаружи	62
2.4.2	Антикоррозионная защита резервуара внутри	66
2.4.3.	Летучие ингибиторы коррозии.....	67
3.	СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	72
3.1.	Электронные тахеометры.....	72
3.2.	Лазерное сканирование	73
3.2.1.	Сканирование стенки резервуара	79
3.2.2.	Сканирование крыши резервуара.....	80
4.	РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	81
4.1.	Свариваемость стали С345-3	82
4.2.	Расчет оптимальных габаритов резервуара.....	83
4.3.	Расчет номинальной толщины стенки резервуара на прочность.....	85
4.4.	Расчет стенки резервуара на прочность.....	87
4.5.	Расчет стенки резервуара на устойчивость	91
4.6	Расчет теплоизоляции.....	92
6.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	96
6.1.	Календарный план	96
6.2	Расчет количества необходимой специальной техники и оборудования	97
6.3.	Затраты на амортизационные отчисления.....	98

6.4	Расчет затрат на материалы	100
6.5	Расчет затрат на оплату труда	100
6.6.	Расчет затрат на страховые взносы	102
6.7.	Расчет затрат на проведение мероприятия.....	103
7.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	105
7.1.	Производственная безопасность	105
7.2.	Анализ выявленных вредных факторов и мероприятий, направленных на их устранение	107
7.3.	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	111
7.4.	Экологическая безопасность.....	113
7.5.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	113
7.6.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	116
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	118
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	119

ВВЕДЕНИЕ

Резервуары вертикальные стальные являются неотъемлемой частью нефтяной промышленности. Резервуары предназначены для хранения, приёмки, учёта, подготовки и выдачи нефти и нефтепродуктов.

Резервуары вертикальные стальные – это ответственные инженерные объекты, относящиеся к опасным производственным конструкциям. При строительстве резервуаров необходимо учитывать факторы, влияющие на его эксплуатационные свойства, такие как климатические условия, особенности грунта, свойства хранимого объекта, ведь в процессе эксплуатации конструкция резервуара испытывает большие нагрузки. В зависимости от климата применяют различные подходы к возведению резервуаров.

Строительство резервуаров является актуальной темой для нашей нефтедобывающей страны. В связи с этим проводятся исследования с целью повышения качества конструкций, поиска новых методов строительства, защиты используемого материала от коррозии.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка и анализ современных методов строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата.

Задачи, решаемые при достижении данной цели:

1. Анализ современных методов строительства РВС по литературным источникам и руководящим документам;
2. Технологический расчет РВС 20000 м³, с учетом эксплуатации в умеренно-холодном и холодном климате;
3. Обзор современных методов оценки качества строительных работ.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Харитонов А.Д.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В.К.					17	121
Консульт.						ТПУ гр. 2Б4Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Основой при написании выпускной квалификационной работы была учебно-методическая литература, нормативная документация, ГОСТы и СНиПы, в которых четко регламентируется работа по строительству резервуаров вертикальных стальных.

Базовыми источниками, предоставляющими основную информацию касательно строительства резервуара, а именно подготовки грунта, монтажа конструкции, являются ГОСТ31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия» и РД-23.020.00-КТН-018-14 «Нормы проектирования резервуаров вертикальных стальных для нефти и нефтепродуктов». В данных документах методично, последовательно раскрыта тема возведения резервуаров вертикальных стальных.

Дополнительно изучены регламенты по теплоизоляции СТТ-27.220.00-КТН-091-13 «Тепловая изоляция резервуаров вертикальных стальных», современным методам оценки качества строительных работ РД-23.020.00-КТН-017-15 и ОР-17.040.00-КТН-200-16.

Для проведения расчетов использованы такие документы как СНиП 1.04.03-85 «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и предприятий», СП 61.13330.2012 «Теплоизоляция оборудования и трубопроводов», СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

Рассмотрены нормативные документы в области охраны труда и окружающей среды при строительстве резервуаров вертикальных стальных ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности» от 12.03.2013 №101.

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Харитонов А.Д.			Обзор литературы	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Никульчиков В.К.					18	121
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр. 2Б4Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

1. ОБЗОР РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ

1. 1. Определение, назначение, классификация

Резервуар вертикальный стальной (РВС) – вертикальное емкостное устройство представляющее собой герметично закрываемый или открытый искусственно созданный сосуд, наполняемый жидким или газообразным веществом. Резервуар несет накопительную функцию в системе, в которой используется для накопления, транспортировки и хранения жидких или газообразных веществ. Выпускают вертикальные стальные резервуары с внутренним объёмом от 100 м³ до 120 000 м³, по мере необходимости их объединяют в группу резервуаров, которые сосредоточены в одном месте, так называемый «резервуарный парк».

Классифицируются резервуары по методу строительства, назначению, также в зависимости от расположения в каком – либо климатическом поясе различаются теплоизоляцией.

1) По методам изготовления и монтажа листовых металлоконструкций:

- рулонная сборка – листовые конструкции этих резервуаров изготавливаются и монтируются в виде рулонизируемых полотнищ;
- полистовая сборка – изготовление и монтаж всех листовых конструкций резервуара ведётся из отдельных листов;
- комбинированная сборка – стенки резервуара изготавливаются и монтируются из отдельных листов, а листовые конструкции днища, стационарной крыши, плавающей крыши или понтона (все или некоторые из них) – в виде рулонизируемых полотнищ.

Резервуары I–го и II–го класса опасности нормами не допускается изготавливать и монтировать методом рулонной сборки. [1]

2) По назначению:

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Харитонов А.Д.			Обзор резервуаров вертикальных стальных	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В.К.					19	121
Консульт.						ТПУ гр. 2Б4Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

- резервуар сырьевой предназначен для хранения сырой нефти;
- резервуар технологический предназначен для сброса пластовой воды, отстоя и подрезки нефти;
- резервуар товарный предназначен для хранения товарной нефти (обезвоженной и обессоленной).

3) По способу изготовления поясов:

- ступенчато сваренные пояса;
- встык приваренные пояса;
- телескопически изготовленные пояса

4) По использованию теплоизоляции

- лучеотражающие краски;
- пеностекло;
- комбинированный;

Класс опасности:

- класс I – резервуары объёмом более 50 000 м³;
- класс II – резервуары объёмом 20 000 – 50 000 м³ включительно, а также резервуары объёмом 10 000 – 50 000 м³ включительно, которые расположены непосредственно по берегам рек крупных водоёмов, и в черте городской застройки;

- класс III – резервуары объёмом 1 000 – менее 20 000 м³;
- класс IV – резервуары объёмом менее 1 000 м³.

Класс опасности (учитывается при назначении):

- специальных требований к материалам, методам изготовления, объёмам контроля качества;
- коэффициентов надёжности по ответственности. [1]

1.2. Технические параметры

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов относятся к I (повышенному) уровню ответственности.

					Обзор резервуаров вертикальных стальных	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Типы резервуаров по конструктивным особенностям:

- резервуар со стационарной крышей;
- с понтоном;
- без понтона;
- резервуар с плавающей крышей.

Тип резервуара зависит от классификации нефти и нефтепродуктов по температуре вспышки и давлению насыщенных паров при температуре хранения:

1) с температурой вспышки не более 61 °С с давлением насыщенных паров 26,6 кПа (200 мм рт. ст.) – 93,3 кПа (700 мм рт. ст.) (нефть, бензины, авиакеросин, реактивное топливо) применяют:

- резервуары со стационарной крышей и понтоном или с плавающей крышей;
- резервуары со стационарной крышей без понтона;

2) с давлением насыщенных паров менее 26,6 кПа, а также температурой вспышки свыше 61 °С (мазут, дизельное топливо, бытовой керосин, битум, гудрон, масла, пластовая вода) применяются резервуары со стационарной крышей без ГО. [1]

					Обзор резервуаров вертикальных стальных	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ

2.1. Подготовка фундамента

Прежде чем приступать к монтажу резервуара, необходимо подготовить под него фундамент. Фундамент резервуара зависит от климатических условий и соответственно от грунта, а также режим течения грунтовых вод.

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

В зависимости от формы фундаменты подразделяются на:

- сплошные, в виде плит под всем сооружением;
- ленточные, расположенные только под стеной сооружения;
- столбчатые в виде отдельных опор.

Выбор типа фундамента под резервуар зависит от многих факторов, самым важным, конечно является грунт, его характеристики (сжатие, пучинистость, сезонное промерзание, глубине залегания и пр.), от объема резервуара, а так же от величины нагрузок который будет передаваться на грунт. Наиболее рационально использовать фундаменты на естественном основании, по причине того, что этот способ наиболее дешевый, с полным или частичным отказом от свай под днищем резервуара. Перед строительством фундамента необходимо произвести отвод грунтовых вод и осадков из-под днища резервуара. Все работы по устройству фундамента под резервуар проводятся до начала его монтажа. [19]

2.1.1 Кольцевой железобетонный фундамент

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Харитонов А.Д.			Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В.К.					22	121
Консульт.						ТПУ гр. 2Б4Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Фундамент под стенку достаточно часто практикуется в сочетании с подсыпкой.



Рисунок 2.1.1.1. – Кольцевой железобетонный фундамент [12]

Кольцевой железобетонный фундамент (рис.2.2.1.1) используется при наличии значительных контурных нагрузок по периметру стенки или при необходимости установки анкеров. Ширина кольцевого фундамента должна быть не менее 0,8 м для резервуаров объемом до 3000 м³ и не менее 1,0 для резервуаров объемом свыше 3000 м³. Толщина железобетонного кольца принимается не менее 0,3 м. Такая конструкция фундамента обеспечивает устойчивость прифундаментного слоя (подсыпки), при этом, не увеличивая жесткости узла сопряжения днища со стенкой. Кроме того, данная конструкция не влияет на неравномерность осадки резервуара. Иногда эффективен фундамент в виде кольцевой стенки, которая, прорезая слабые верхние слои грунта основания, может передать нагрузку на подстилающие плотные слои. При строительстве резервуаров в сейсмических районах наличие кольцевого железобетонного фундамента является обязательным. Ширина кольца должна быть не менее 1.5 м, а толщина не менее 0,4 м.

На практике применяют совместно с подсыпками кольцевые фундаменты из гравия или щебня. Железобетонные кольцевые фундаменты, расположенные непосредственно под стенкой, а также фундаменты в виде железобетонной подпорной стенки, находящейся за пределами резервуара (рис 2.1.1.2.).

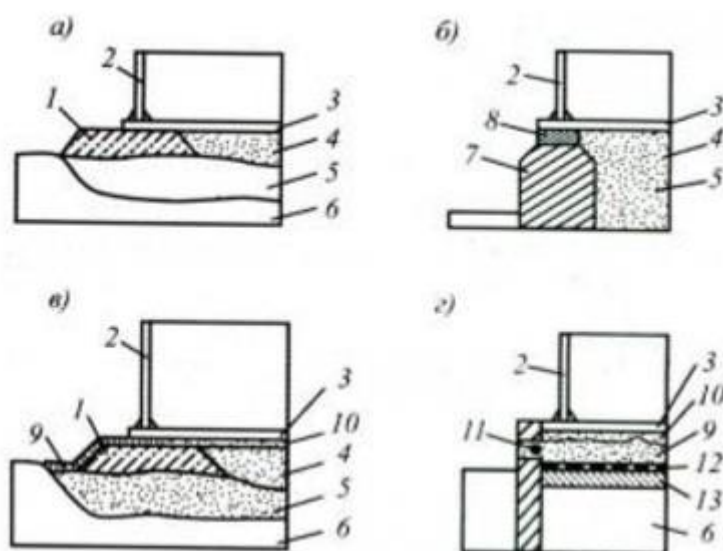


Рисунок 2.1.1.2. – Фундаменты РВС, а), в) гравийные; б) в форме железобетонного кольца; г) в виде подпорной стенки; 1 – подсыпка из гравия; 2 – стенка РВС; 3 – днище РВС; 4 – уплотненный песок; 5 – песчаная засыпка; 6 – грунт основания; 7 – железобетонное кольцо; 8 – асфальт; 9 – подсыпка; 10 – выравнивающий слой; 11 – дренажное отверстие; 12 – ПВХ-пленка; 13 – ж/б плита [12]

В случаях, если кольцо устраивают в виде подпорной стенки, тогда подсыпка выполняется из песчано-гравийной смеси. Железобетонные фундаменты производят из монолитного железобетона, при этом поперечное сечение имеет прямоугольную форму. Существует еще конструкции фундамента резервуара на естественном основании со щебеночным кольцом под стенкой. У такого фундамента осадка составляет 15 см. Особенность такого фундамента состоит в том, что под стенкой использует не песок, а щебень для создания щебеночной или гравийной насыпи высотой не менее 60 см, шириной по верху 1–2 м. (рис. 2.1.1.3.)

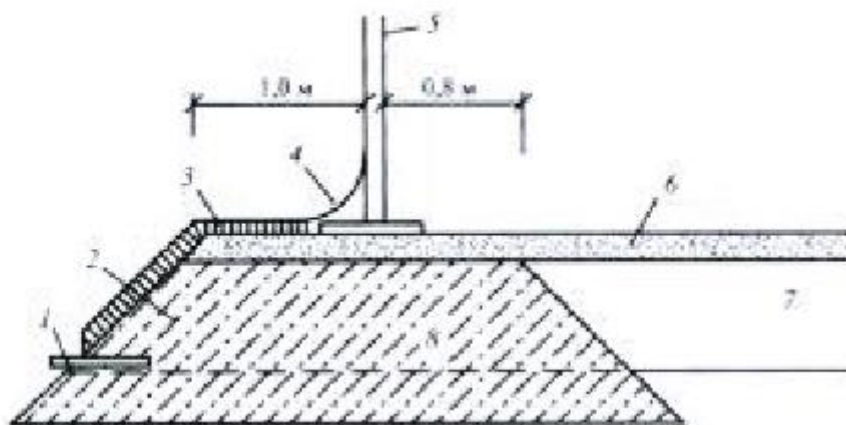


Рисунок 2.1.1.3. – Фундамент со щебеночным кольцом [12]

Щебень укладывается слоями по 0,2 м, и трамбуется. Под днищем по всей его плоскости устраивают щебенчатый слой (6, рис.3.4) толщиной не менее 0,1 м, с закладкой дренажной трубкой диаметром равный 9 см. При строительстве резервуаров с большим объемом, используют конструкции, в которых, под днищем устанавливается песчаный фундамент–подсыпку, а под стенкой резервуара железобетонный или кольцевой фундамент, в зависимости от типа грунта. Подсыпку необходимо с внешней стороны фундамента необходимо устанавливать под пологим откосом 1:5, в нижней части. Насыпь необходимо оборудовать дренажными трубками и защищают асфальтовым покрытием. Между днищем резервуара и железобетонным кольцом фундамента необходимо установить амортизационный асфальтовый слой равный 0,2 м. Песчано–гравийную подушку покрывают асфальтовой эмульсией и цементом, после чего укатывают для уплотнения. Это делается для того, чтобы снять часть нагрузки с подушки и передать ее на железобетонное кольцо. [12]

2.1.2 Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты

Существуют фундаменты в виде сплошной железобетонной плиты (рис.2.1.2.1.).

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

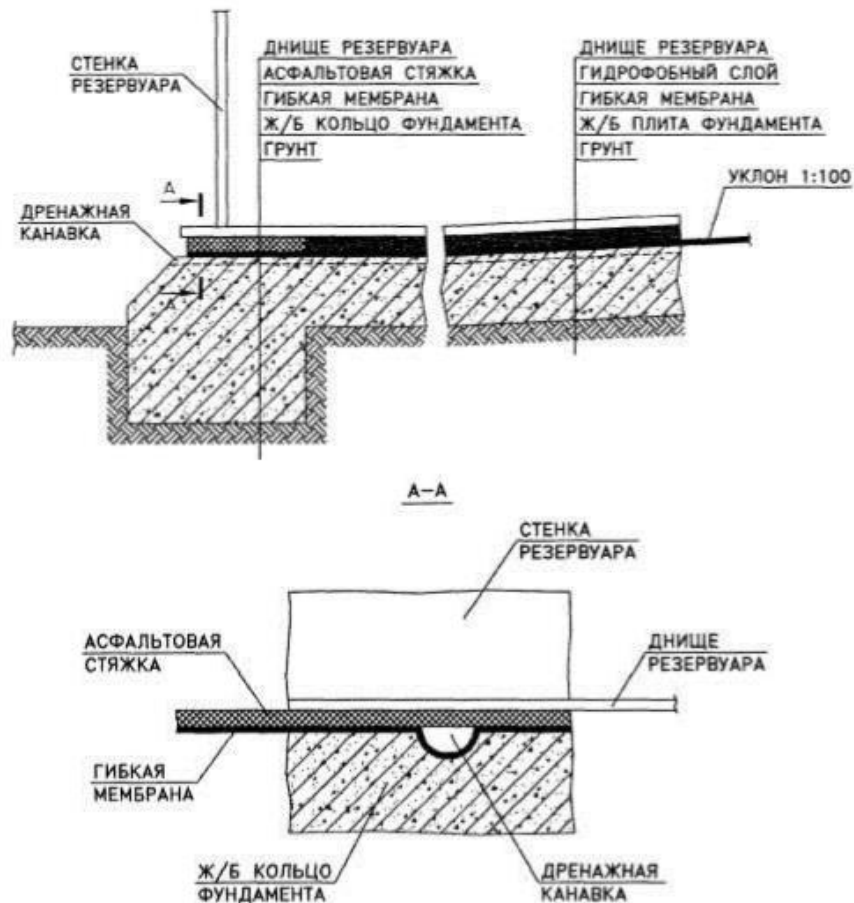


Рисунок 2.1.2.1. – Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты [12]

Такие фундаменты рекомендуется устанавливать под резервуары диаметром не более 15 м, на намёрзлых грунтах для всех резервуаров на мерзлых грунтах, а также для всех резервуаров при хранении в них этилированных бензинов, реактивного топлива или иных ядовитых продуктов. Для обнаружения возможных протечек продукта железобетонная плита должна иметь уклон не менее 1 % от центра к периметру, а также радиально расположенные дренажные канавки. При таких фундаментах резервуар опирается на железобетонную плиту, установленную либо на поверхности основания, либо ниже планировочной отметки. Железобетонная стенка по периметру плиты заглубляется ниже ее подошвы и служит для снижения бокового перемещения грунта.

2.1.3 Свайные фундаменты

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Фундаменты такого типа используют, как правила на строительных площадках со слабыми грунтами, либо наоборот в очень твердых грунтах, например, в вечной мерзлоте (рис. 2.1.3.1.).

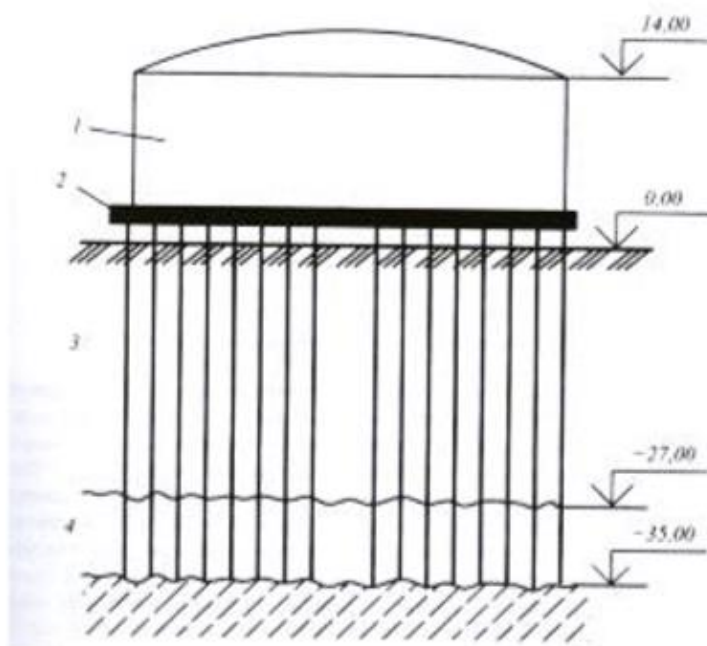


Рисунок 2.1.3.1. – Свайный фундамент РВС: 1 – резервуар; 2 – плита ростверка; 3 – слабая морская глина; 4 – плотная глина. [23]

При строительстве резервуаров с устройством свайных фундаментов не всегда удается получить желаемый результат, при этом капиталовложения иногда приближаются к стоимости самих металлоконструкций. Иногда при гидроиспытаниях были зафиксированные случаи осадка основания свайного фундамента превышала проектную, и составляла до половины величины осадки, предусмотренной на весь срок службы резервуара. Неэффективность применения свайных фундаментов при строительстве резервуаров, объясняется тем, что при больших размерах фундаментов в плане сваи, длина которых составляет обычно 0,25 диаметра резервуара и менее, оказываются в зоне действия наибольших вертикальных напряжений в основании резервуара. Поэтому некоторое уменьшение напряжений за счет увеличения глубины заложения условного фундамента мало сказывается на осадке такого фундамента. Кроме того, использование свайных фундаментов может быть даже оказаться опасным, это связано с тем, что иногда на больших глубинах

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

в основании резервуара могут находиться слои сжимаемых грунтов. Обнаружить слои с такими грунтами не всегда представляется возможным из-за различных технических сложностей, которые могут возникнуть с бурением и отбором образцов грунта с больших глубин.

Существуют различные конструкции свайных фундаментов для слабых грунтов:

- фундаменты с забивкой свай под всем днищем и железобетонным ростверком, (сваи забиваются под всем днищем в виде сплошного свайного поля с расстоянием между сваями 1 м);
- кольцевой свайный фундамент; – кольцевой свайный фундамент со смещением.

Сваи погружаются в вечную мерзлоту обычно буроопускным, опускным, бурозабивным способом. Лучше всего подходит буроопускной. Сваи работающие под действием сопротивления грунта сдвигу боковой поверхности – висячие, а работающие под действием сопротивления сжатию грунта называют сваями – стойками. В вечномерзлых грунтах резервуары монтируются на свайном фундаменте с теплоизолирующей подушкой (рис. 2.1.3.2), или на насыпном фундаменте с теплоизолирующим слоем (рис. 2.1.3.3).

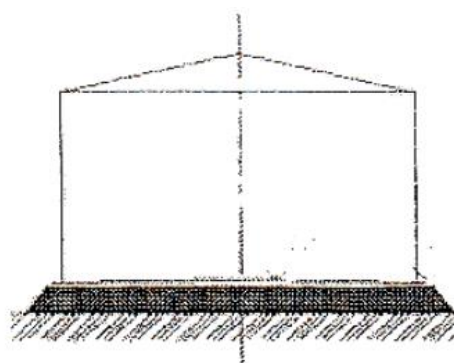


Рисунок 2.1.3.2 – Теплоизолирующая подушка на свайном фундаменте [23]

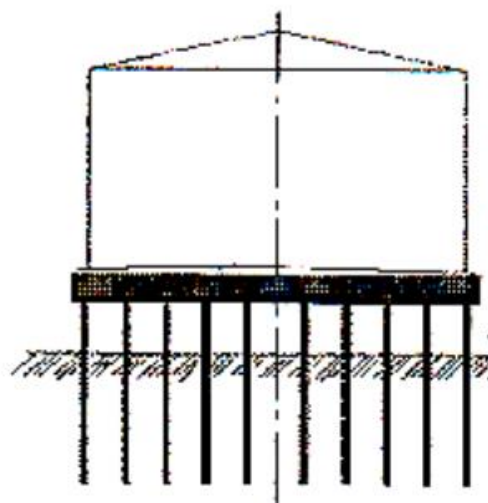


Рисунок 2.1.3.3 – Теплоизолирующая подушка на свайном фундаменте [23]

Толщина изолирующего слоя рассчитывается в зависимости от его теплопроводности и температуры продукта в резервуаре. Принцип использования вечномёрзлых грунтов в качестве основания трубопровода должен приниматься в зависимости от способа прокладки трубопровода, режима его эксплуатации, инженерно–геокриологических условий и возможности изменения свойств грунта. [23]

2.1.4 Конструкции фундаментов для строительства резервуаров в сложных геологических условиях

При большой толщине грунтов со слабыми несущими способностями для того, чтобы предупредить неравномерную осадку основания, необходимо увеличить жесткость кольцевого фундамента. Для этого стоит использовать массивный ленточный железобетонный фундамент под стенку резервуара, который обеспечивает достаточную жесткость конструкций по окружности. Главным критерием для определения высоты фундамента под резервуар является условие заглубления подошвы ниже границы сезонного промерзания грунта. Чтобы уменьшить высоту фундамента нужно устраивать промежуточную щебеночную подушку, обеспечивающую передачу нагрузки от резервуара на фундамент. В связи с тем, что нагрузка на такой фундамент

очень мала, то площадь поперечного сечения может быть сравнительно небольшой.

Фундамент по сторонам обсыпается непучинистым материалом. Чтобы выровнять край резервуара при неравномерных осадках, по контуру фундамента под просевшей частью резервуара в щебеночной подушке выполняют приямок и устанавливают подъемное устройство (например, домкрат), опирающийся на железобетонный фундамент. После подъема края резервуара на необходимую отметку подъемное устройство снимают и приямок засыпают. У резервуаров имеющих большой объем возникают узловые моменты в местах примыкания стенок к днищу, они влияют на напряженно – деформированное состояние днища и основания под ним. Чтобы снизить крутящий момент можно использовать железобетонное кольцо, устроенное по внешнему контуру стенки резервуара совместно с металлическими ребрами жесткости в виде раскосов (рис. 2.1.4.1.). Число раскосов определяется конструктивно или расчетом в зависимости от объема резервуара. [6]

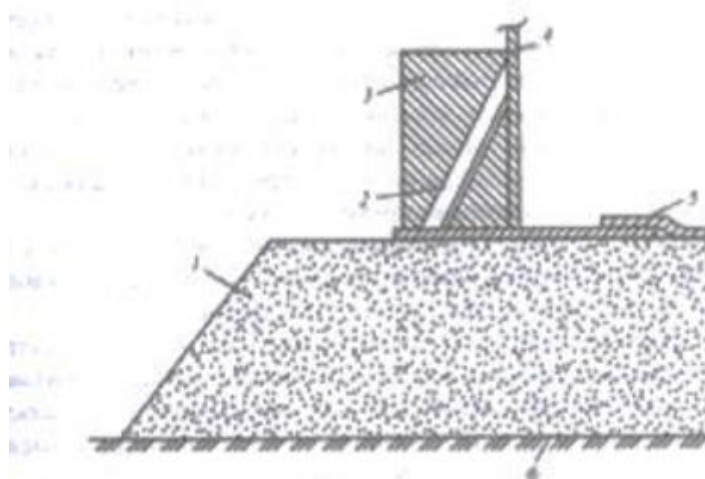


Рисунок 2.1.4.1. – Усиление узла примыкания стенки к днищу: 1 – песчаная подсыпка; 2 – раскосы; 3 – железобетонное кольцо; 4 – стенка РВС; 5 – днище РВС; 6 – основание. [6]

2.2. Монтаж резервуаров

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Монтаж резервуаров должен осуществляться в соответствии с проектами КМ, ППР, требованиями ГОСТ31385–2016. ППР является основным технологическим документом при монтаже резервуара. Зона площадки для монтажа обустроена в соответствии со строительным генеральным планом.

2.2.1 Последовательность при сборке резервуаров

Правильный монтаж резервуаров позволяет свести до минимума остаточные напряжения, вызываемые усадкой сварных швов, и предотвратить коробление листов конструкции.

Порядок установки резервуара отражен на рисунке 2.2.1.



Рисунок 2.2.1. – Последовательность монтажа РВС. [1]

2.2.2. Монтаж днища резервуара

2.2.2.1 Монтаж рулонизируемых днищ

Технологии сборки металлоконструкций резервуаров рулонным способом:

Резервуары, днище (или его центральную часть) и стенку которых на монтажную площадку с завода–изготовителя поставляют в виде полотнищ (полотнища), свернутых в рулон, следует монтировать в следующей технологической последовательности:

- монтаж кольца окраек днища (для резервуаров объемом от 2 000 м³);
- монтаж центральной части днища;
- подъем рулона стенки в вертикальное положение;

- установка центральной монтажной стойки;
- разворачивание полотнища стенки с параллельным монтажом элементов опорного кольца, вальцованного уголка и блоков каркаса крыши. Разворачивание рулонов следует проводить участками длиной не более 3 м. Нельзя допускать самопроизвольного раскручивания рулона.

- установка элементов промежуточных колец. Установка элементов промежуточных колец должна опережать установку элементов верхнего кольца на расстояние от 5 до 7 м;

- формообразование и замыкание монтажного стыка стенки;
- сборка и сварка крыши в проектном положении;
- демонтаж центральной монтажной стойки;
- монтаж кольцевой или шахтной лестницы;
- монтаж люков и патрубков в стенке и крыше резервуара;
- прочностные испытания резервуара;
- антикоррозионная защита резервуара.

Важно при сборке днища суметь обеспечить сохранность основания и гидроизолирующего слоя от воздействия монтажных нагрузок. Запрещено перетаскивать листы днища волоком по снованию.

Укладку окраек следует производить после выполнения разметки фундамента, которая производится в строгом соответствии с проектным положением окраек по радиусу и относительно главных осей резервуара.

Сборка стыков между крайками днища на остающейся подкладной полосе с зазором клиновидной формы, равным у периферии от 4 до 6 мм, а у другого конца стыка от 10 до 12 мм в соответствии с чертежами марки КМ. Прижим окраек обеспечить скобой и клином, как показано на рисунке 2. Зазор между подкладной полосой и нижней поверхностью листов должен составлять не более 0,5 мм. Допускаемое смещение кромок для деталей более 10 мм – 10 % от их толщины, но не более 3 мм, для деталей от 4 до 10 мм – 1 мм.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

В конце сборки кольца проверяют:

- радиус укладки кольца окраек;
- зазор в стыках окраек клиновой;
- зазор между подкладным листом и нижней поверхностью окраек;
- смещение кромок в стыках окраек;
- отклонение от плоскостности окрайки в месте опирания стенки;
- горизонтальность кольца окраек.

Результаты измерений должны быть занесены в журнал пооперационного контроля монтажно–сварочных работ.

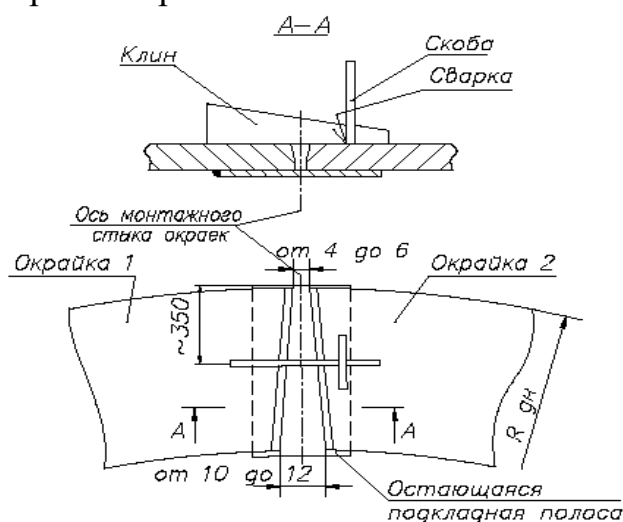


Рисунок 2.2.2.1.1. – Сборка стыка между окрайками днища

Стыки необходимо закрепить гребенками и сварить на длине от 200 до 250 мм в местах примыкания стенки, как приведено на рисунке 3. Затем выполнить зачистку усилений выполненных сварных швов заподлицо с основным металлом.

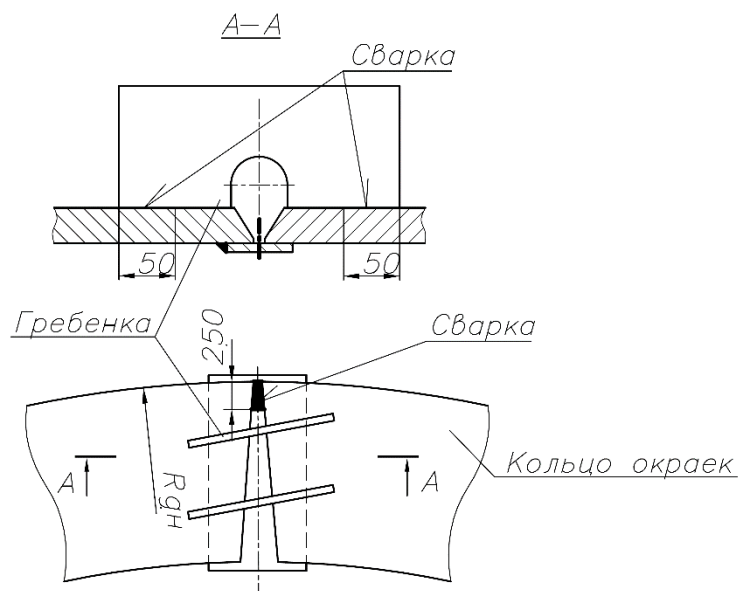


Рисунок 2.2.2.1.2 – Сварка и зачистка стыка между крайками днища

Прихватить собранное кольцо окраек и сварить радиальные стыки, соблюдая требования ППР.

На монтажную площадку центральная часть днища резервуара должна поставляться в виде отдельных листов или в виде полотнищ, сваренных и свернутых в рулон на заводе–изготовителе резервуарных конструкций.

Монтаж рулонированной центральной части днища следует проводить в следующей последовательности:

1) Устанавливаем на основание рулоны днища либо трактором, либо краном (рис.2.2.2.1.3).

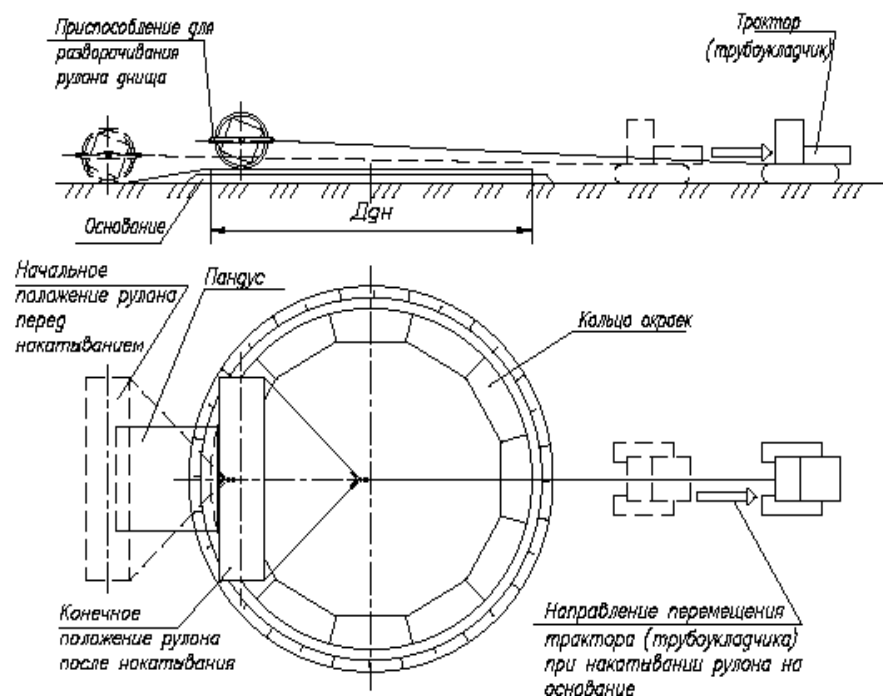


Рисунок 2.2.2.1.3 – Накатывание рулона центральной части днища на основание

2) Разворачиваем полотнища днища, соблюдая следующую последовательность:

- установить рулон в начальное положение и срезать удерживающие планки;
- перекатывая рулон с помощью тракторов и специальных приспособлений, развернуть полотнища центральной части днища в центре основания, как показано на рисунке 7. Развертывание необходимо производить с наименьшим перекатыванием рулонов.
- параллельно прямолинейной кромки полотнища нанести риску. По риску приварить ограничительные пластины и сместить в проектное положение.

3) Затем свариваем днище в соответствии с требованиями ППР.

По окончании монтажа и сварки днища необходимо выполнить его разметку в последовательности, установленной в настоящем пункте. Зафиксировать центр резервуара приваркой шайбы и нанести оси резервуара.

2.2.2.2. Монтаж днища листовым способом

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

При монтаже центральной части днища из листовых заготовок ее монтаж следует проводить в последовательности, установленной в настоящем пункте (рис. 2.2.2.2.1.).

Собрать листы первого ряда друг с другом на подкладных полосах в центре основания. Направление укладки должно быть указано в КМ, рекомендуется листы в ряду укладывать в направлении от центра к краям.

При монтаже следует проверять:

- зазор между окрайками;
- нахлест на окрайки.

Стыки между листами собрать на гребенках, как показано на рисунке 5, и выполнить сварку между листами в ряду.

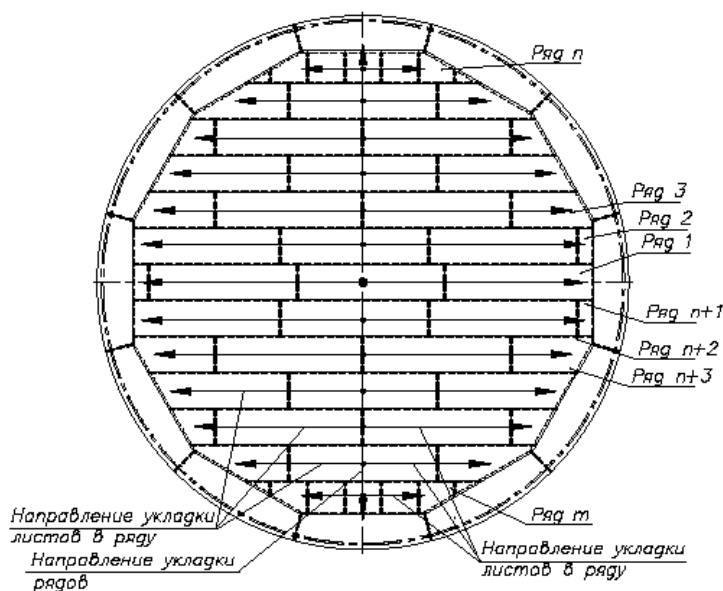


Рисунок 2.2.2.2.1. – Схема монтажа центральной части днища из листовых заготовок

Аналогично собирают и сваривают последующие ряды центральной части днища, соблюдая размер нахлестки от 30 до 50 мм, указанный в рабочей документации (чертежи КМ). Направление укладки рядов следует выполнять в соответствии с чертежами КМ. Стыки между рядами собирают с помощью клиньев и скоб, как показано на (рис. 2.2.2.2.2), а затем выполняют прихватку между рядами.

После сборки всего днища выполняют его сварку в соответствии с требованиями ППР.

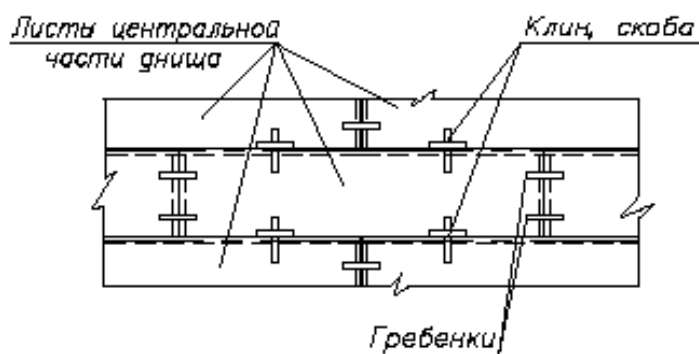


Рисунок 2.2.2.2.2. – Сборка листов центральной части днища

Сварку собранного методом листового сборки резервуаров таким образом днища и первого пояса резервуара производят в следующем порядке:

- Все стыки первого пояса приваривают на высоту 200–300 мм от сегментного кольца и на 50 мм от края;
- Сваривают все кольцевые швы;
- Проверяют и, если это необходимо, подрезают стыки элементов сегментного кольца, после чего стыки свариваются с подваркой потолочных швов. Одновременно усиливают стыки уторного угольника наваркой коротышей из угловой стали.

Вне зависимости от того, каким способом производится монтаж резервуаров вертикальных стальных, отклонения размеров и форм днища не должны превышать предельно-допустимых значений.

2.2.3. Сборка и сварка стенки резервуара

2.2.3.1. Монтаж рулонированной стенки

Монтаж стенки, поступившей на стройплощадку в виде рулона, производится в 4 этапа:

- подъем рулона стенки в проектное положение;
- разворачивание полотнища стенки;
- формообразование концевых участков полотнища стенки;
- сварка монтажного стыка стенки.

При наличии крана, грузоподъемности которого достаточно, чтобы поднять рулон целиком, следует подъем рулона в вертикальное положение производить в стороне от фундамента резервуара, на специально подготовленной площадке в следующей последовательности:

- подготовить площадку для установки низа рулона;
- уложить рулон в исходное для подъема положение;
- выполнить строповку рулона с помощью стропов и траверсы на кран;
- закрепить тормозной канат к элементам строповки рулона и трактору;
- поднять рулон стенки в вертикальное положение краном до положения неустойчивого равновесия, затем тормозным трактором плавно установить в вертикальное положение;
- поднять рулон краном на 0,5 м выше фундамента и поворотом стрелы установить на днище резервуара в непосредственной близости от начала разворачивания.

До начала разворачивания рулона стенки к днищу резервуара по кольцевой риске необходимо приварить ограничительные уголки с шагом 300 мм, как показано на (рис. 2.2.3.1.).

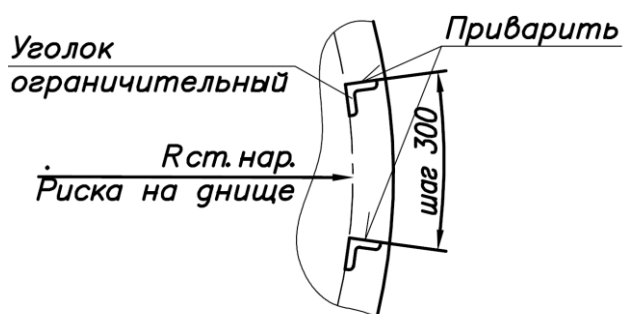


Рисунок 2.2.3.1. – Приварка ограничительных уголков [5]

При разворачивании рулона трактором соблюдается следующая последовательность:

- приварить тяговую скобу в первое положение;
- срезать удерживающие планки;
- развернуть часть полотнищ, поставить клиновой упор;

- ослабить натяжение каната тяговой скобы до прижатия рулона к клиновому упору;
- приварить скобу тяговую вторую с канатом, снять первую скобу и продолжить разворачивание рулона.

По мере разворачивания рулонов полотнище стенки следует прижимать к ограничительным уголкам, прихватывать и приваривать к днищу резервуара.

В процессе разворачивания рулона необходимо на верхних поясах стенки резервуара устанавливать проектные элементы опорных, уторных уголков или щиты крыши. Не допускается оставлять свободным развернутый участок стенки длиной более 6 м, следует не реже, чем через каждые 6 м устанавливать расчалки, предохраняющие стенку от потери устойчивости под действием ветровой нагрузки. [5]

2.2.3.2. Монтаж методом полистовой сборки

Данный метод заключается в сборке стенки начиная с 1-го пояса с последующей установкой снизу вверх.

При таком методе монтажа устойчивость стенки от ветровых нагрузок обеспечивается установкой расчалок и секций временных колец жесткости.

При этом методе монтажа стенки резервуаров изготавливают и поставляют на монтажную площадку в виде отдельных вальцованных листов. На каждом листе заводом-изготовителем должен быть указан номер плавки в соответствии с ОТТ-75.180.00-КТН-090-13 и приложена копия сертификата.

В процессе полистовой сборки следует строго соблюдать очередность установки элементов, предусмотренную ППР. Листы первого пояса (укрупненные блоки) необходимо устанавливать на крайки по разметке внутреннего радиуса стенки. При этом необходимо следить за тем, чтобы расположение первого листа и установка последующих листов строго соответствовали требованиям ППР. Расстояние между наружной поверхностью листов первого пояса и наружной кромкой листов крайки должно быть в пределах от 50 мм до 100 мм.

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>39</i>	

Сварные соединения в сопряжении стенки резервуара с дном следует выполнять не ранее чем после монтажа и сварки трех поясов стенки. Сварка соединения в сопряжении стенки резервуара с дном производится после контроля вертикальности стенки и должна быть закончена до начала монтажа конструкций стационарной крыши резервуара.

Листы пояса с окрайками необходимо соединять при помощи угловых пластин, как показано на рисунке 2.2.3.2. а), или сборочных приспособлений, обеспечивающих регулировку взаимного расположения листов первого пояса и окрайки. Соединение листов стенки между собой выполнять при помощи сборочных приспособлений, клиньев со скобами и сборочных швеллеров, как показано на рисунках 2.2.3.2. б) и 2.2.3.2. в). Угловые пластины и сборочные приспособления должны обеспечивать зазоры в стыках, совмещение кромок в плоскости и вертикальность образующих поясов стенки после выполнения сварки.

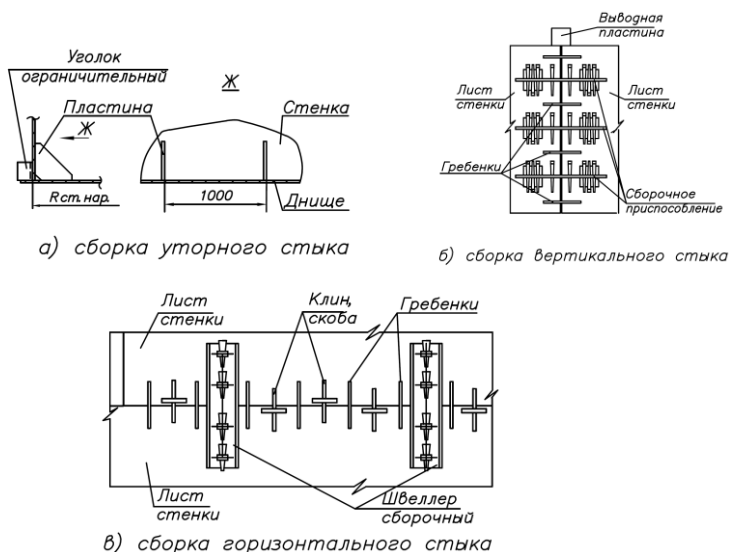


Рисунок 2.2.3.2. – Сборка стыков листовой стенки [5]

В процессе сборки необходимо контролировать геометрическую форму стенки резервуара по поясам, совпадение кромок и зазоры в вертикальном и горизонтальном стыках. Последний (замыкающий) лист (блок) пояса должен быть обрезан по месту с разделкой кромок и обеспечением зазора.

Сварные соединения в сопряжении стенки резервуара с дном следует выполнять не ранее чем после монтажа и сварки трех поясов стенки. Сварка

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соединения в сопряжении стенки резервуара с днищем производится после контроля вертикальности стенки и должна быть закончена до начала монтажа конструкций стационарной крыши резервуара.

Стенку резервуара следует монтировать с обеспечением устойчивости от ветровых нагрузок, раскрепляя каждый собранный пояс расчалками, устанавливая их не реже, чем через каждые 6 м по верху стенки, или используя при сборке и сварке металлические подмости или временные кольца жесткости, конструкция которых предусматривает восприятие ветровых нагрузок. [5]

2.2.4 Монтаж крыши резервуара

2.2.4.1. Монтаж стационарных крыш

Для стационарных крыш в зависимости от их конструкции выполняют: монтаж каркасных конических и сферических крыш – с использованием центральной стойки, либо без центральной стойки; монтаж изнутри резервуара, без центральной стойки; используют монтаж каркасных сферических крыш внутри резервуара с последующим подъемом в проектное положение.

1) Щитовые конические и сферические крыши

Элементы щитовых крыш (конической и сферической) должны поставляться на монтаж в виде центрального кольца, начального, промежуточных и замыкающего щитов.

При рулонном методе монтажа установку щитов следует производить по величине раскатывания полотнища стенки. Первым следует уложить начальный щит, имеющий две несущие балки, затем промежуточные щиты, имеющие по одной несущей балке, и в последнюю очередь – замыкающий щит, не имеющий несущих балок. Первый щит крыши необходимо установить по разметке.

При укладке следующего сферического щита должно обеспечиваться его опирание на опорное кольцо, центральный щит и радиальную кромку

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

предыдущего щита. В первую очередь прихватывается основание щита к опорному кольцу.

При сооружении резервуаров небольших объёмов коническую щитовую крышу подлежит монтировать без использования центральной монтажной стойки или в полностью собранном виде.

2) Рулонированные конические самонесущие крыши

Рулонированные конические самонесущие крыши для резервуаров диаметром до 12,5 м должны поставляться на монтаж в виде полотнищ настила, свернутых в рулон и монтироваться в последовательности, установленной в настоящем пункте. Монтаж конической самонесущей рулонизируемой крыши приведен на рисунке 2.2.4.1.

На днище резервуара или на площадке укрупнительной сборки необходимо развернуть полотнища крыши аналогично разворачиванию рулона днища, произвести укрупнительную сборку полотнищ крыши, оставляя один радиальный стык свободным.

Поднимая краном полотнище за центральную часть, сформировать из него крышу, используя днище в качестве кондуктора, затем произвести сборку и сварку радиального стыка.

Допускается установка на собранной и сваренной крыше всех патрубков, площадок обслуживания и ограждений до подъема ее в проектное положение. Снять полностью собранную крышу с днища и установить в стороне.

После монтажа стенки резервуара и верхнего обвязочного уголка полностью собранную крышу следует установить в проектное положение с помощью крана.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

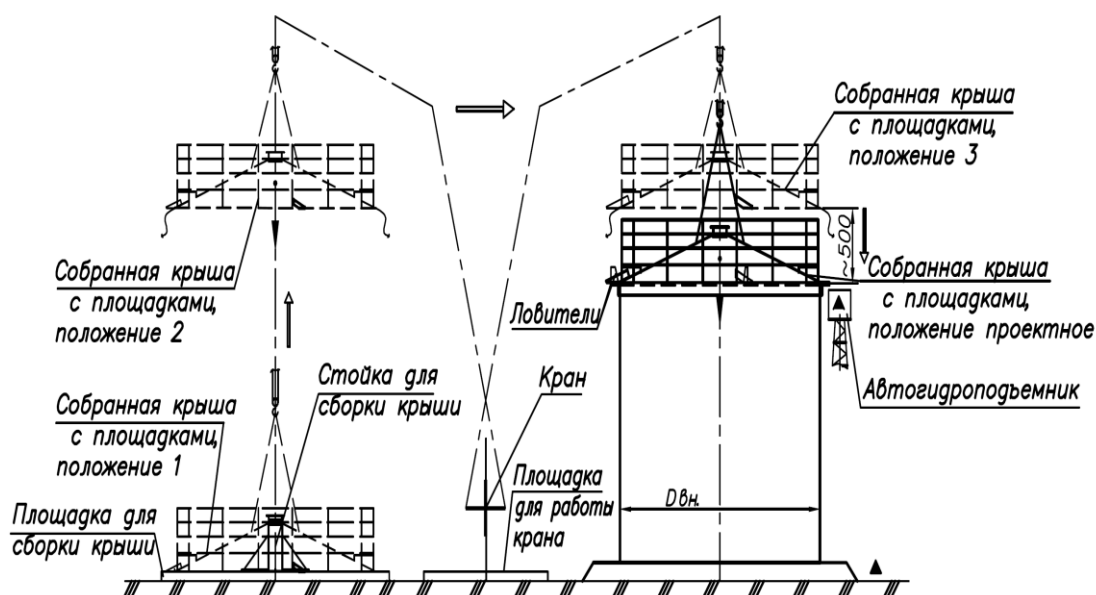


Рисунок 2.2.4.1. – Монтаж конической самонесущей рулонимой крыши [6]

3) Каркасные конические и сферические крыши

Каркасные крыши поставляют на монтаж в виде центрального кольца, щитов или блоков каркаса крыши, отдельных элементов каркаса и отдельных листов или полотнищ настила, свернутых в рулон.

Перед началом монтажа каркаса крыши резервуара следует выполнить установку центральной монтажной стойки в сборе с центральным кольцом крыши.

При рулонном способе монтажа стенки резервуара установку щитов или блоков каркаса необходимо производить по мере разворачивания рулона стенки после монтажа элементов наружного и внутреннего уголков. При монтаже стенки из отдельных листов установку щитов или блоков каркаса следует производить после монтажа элементов наружного и внутреннего уголков на верхнем поясе стенки.

Укрупнительную сборку секторов каркаса крыш требуется выполнить на стенде, обеспечивающем сохранение проектного радиуса кривизны укрупняемого блока. При необходимости, следует установить временные конструкции, препятствующие возникновению деформаций конструкций блоков в процессе монтажа.

Начальный сектор каркаса крыши с помощью крана необходимо установить согласно разметке в проектное положение, опирая его на внутренний уголок, а затем на центральное кольцо. Произвести оформление узлов сопряжения начального сектора каркаса крыши со стенкой и центральным кольцом. Следующий сектор каркаса установить в проектное положение аналогично начальному, после чего произвести его сборку со стенкой, центральным кольцом и затем смонтировать балки заполнения между ними. В такой последовательности следует установить все остальные сектора каркаса.

Настилы стационарных крыш в соответствии с чертежами марки КМ могут быть выполнены из рулонированных полотнищ или из отдельных листов.

При поставке настила крыши в виде рулона на площадке укрупнительной сборки следует развернуть рулон с полотнищами. С помощью крана установить полотнища или отдельные листы настила в проектное положение на каркас крыши и с помощью сборочных приспособлений собрать, а затем сварить элементы настила крыши между собой, центральным щитом и стенкой. При листовой сборке настила сначала собираются две диаметрально противоположные листовые секции.

После раскладки листов необходимо проверить:

- правильно ли совмещены оси симметрии секции с резервуарными;
- величину нахлеста
- плотность прилегания листов между собой и с каркасом.

Закрепление листов к центральному щиту крыши, стенке и между собой следует выполнить прихватками. Перед началом монтажа крыши резервуара следует выполнить установку центральной монтажной стойки в сборе с центральным кольцом крыши.

Монтаж следует производить, последовательно устанавливая щиты, а затем заполняя пространство между ними доборными элементами каркаса и элементами настилами в виде отдельных листов или полотнищ, свернутых в

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
						44
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

рулон. Дальнейший монтаж следует выполнять аналогично каркасным крышам. [6]

2.2.4.2. Монтаж понтонов и плавающих крыш

Собранную плавающую крышу или понтон устанавливают на днище резервуара, предварительно проверив на герметичность.

Мембраны однодечных стальных плавающих крыш поставляются на монтажную площадку в виде рулонированных полотнищ. Двудечные плавающие крыши поставляются в виде укрупненных блоков или коробов полной заводской готовности.

1) Монтаж однодечной плавающей крыша и понтона

При сборке и сварке мембран однодечных плавающих крыш и понтонов из рулонированных полотнищ необходимо обеспечить их плоскостности. С целью исключения образования хлопунгов мембраны необходимо принимать технологические приемы для уменьшения угловых, поперечных и продольных деформаций.

Монтаж однодечной плавающей крыши (понтон) с рулонированной центральной частью следует производить на днище резервуара в последовательности, установленной в настоящем пункте.

Центральную часть днища однодечной плавающей крыши (понтон) из рулонированных полотнищ подлежит монтировать до начала монтажа стенки резервуара после сварки центральной части днища, контроля его герметичности, разметки и прихватки плит под опорные стойки.

Кольцо периферийных коробов однодечных плавающих крыш (понтон) необходимо монтировать на днище резервуара после контроля качества уторного шва в сопряжении стенки с днищем. В процессе монтажа каждого периферийного короба плавающей крыши (понтон) следует контролировать соответствие расстояния наружного борта от стенки резервуара требованиям чертежей марки КМ.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Центральную часть днища однодечной плавающей крыши (понтон) необходимо монтировать в следующей последовательности:

- накатить рулоны и развернуть их на днище резервуара;
- развернутые элементы центральной части плавающей крыши сварить между собой;
- временно прихватить днище плавающей крыши (понтон) к днищу резервуара для предотвращения смещения при разворачивании рулона стенки.

К сборке центральной части плавающей крыши (понтон) с коробами приступают после полного завершения монтажа, сварки и проверки собранного кольца из коробов.

Наружный кольцевой лист следует установить по риску на центральной части понтон, проверить вертикальность по отвесу и зафиксировать это положение приваркой косынок.

Направляющую трубу плавающей крыши необходимо установить в проектное положение при помощи крана после монтажа площадки обслуживания направляющей до установки однодечной плавающей крыши на опорные стойки. Направляющую трубу однодечного понтон следует установить в проектное положение при помощи крана после монтажа площадки обслуживания направляющей на крыше, вырезки отверстия в стационарной крыше для прохода направляющей, до установки понтон на опорные стойки. После установки в проектное положение необходимо контролировать вертикальность направляющей. [6]

Стойки однодечной плавающей крыши (понтон) следует установить и прикрепить после подъема плавающей крыши наполнением резервуара водой до уровня, превышающего проектную высоту стоек на 200 мм.

2) Монтаж двудечных плавающих крыш

Сборку двудечных плавающих крыш (понтон) следует начинать с центрального отсека или короба после выверки его геометрического расположения по центру днища. Для обеспечения проектного расстояния между бортом периферийного отсека крыши и стенкой резервуара в чертежах

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

марки КМ необходимо предусмотреть в соединениях между отсеками возможность компенсации геометрических отклонений.

Монтаж двудечной плавающей крыши (понтон) необходимо производить в следующей последовательности после сварки центральной части днища и окраек резервуара:

- на днище или специально подготовленной площадке произвести укрупнительную сборку центрального отсека и коробов двудечной плавающей крыши (понтон). Выполнить сварку и контроль сварных швов согласно требованиям ППР;

- установить с помощью крана центральный отсек в центр днища резервуара на монтажные стойки на проектную высоту. При необходимости, следует использовать кран, находящийся на днище внутри резервуара. Проверить положение центрального отсека по отвесам. Риски осей на центральном отсеке и риски на днище должны совпадать;

- дальнейший монтаж двудечной плавающей крыши необходимо производить в направлении от центра к краям, последовательно устанавливая короба на предварительно установленные монтажные стойки, затем карты и другие доборные элементы в ряду. После установки ряда коробов на монтажные опорные стойки следует произвести контроль правильности их установки по отвесам в плане, контроль установки в горизонтальной плоскости, горизонтальность устанавливается при помощи винтовых пар на монтажных стойках. На собранной части плавающей крыши следует установить проектные опорные стойки, затем освободить монтажные стойки из-под собранной части плавающей крыши;

- перед установкой последнего короба следует удалить кран, находящийся внутри резервуара;

- направляющую трубу плавающей крыши установить в проектное положение при помощи крана после монтажа двудечной плавающей крыши и площадки обслуживания направляющей.

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

Направляющую трубу двудечного понтона установить в проектное положение при помощи крана после монтажа площадки обслуживания направляющей на крыше, вырезки отверстия в стационарной крыше для прохода направляющей, до установки понтона на опорные стойки. После установки необходимо контролировать вертикальность направляющей.

Монтаж систем водоспуска следует производить после окончания монтажа плавающей крыши. При монтаже водоспусков необходимо соблюдать соосность труб и шарниров, а также соблюдение линейных размеров в пределах допусков. Допуски на монтаж водоспуска должны быть указаны в проектной документации поставщиком. Водоспуски должны располагаться в диаметрально противоположных сторонах резервуара в одной вертикальной плоскости. [6]

2.2.4.3. Монтаж люков и патрубков резервуара

Перед началом монтажа люков и патрубков на стенке и крыше необходимо проверить строгое соответствие расположения их осей требованиям рабочей документации.

При монтаже люков и патрубков в стенке резервуара необходимо соблюдать допускаемые расстояния между сварными швами

До выполнения швов приварки люков и патрубков должны контролироваться предельные отклонения расположения их осей и фланцевых поверхностей. Обечайки патрубков (люков) к настилу кровли не должны быть приварены. Патрубок (люк) на кровле должен размещаться таким образом, чтобы несущие элементы кровли при его монтаже демонтажу не подвергались.

При разметке мест установки в стенке резервуара люков и патрубков должны выполняться требования по допускаемым расстояниям между сварными швами.

Расстояние от внешнего края усиливающих накладок до оси горизонтальных стыковых швов стенки должно быть не менее 100 мм, а до оси

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вертикальных стыковых швов стенки или между внешними краями двух рядом расположенных усиливающих накладок патрубков – не менее 250 мм.

Допускается перекрытие горизонтального шва стенки усиливающим листом приемо–раздаточного патрубка или люка–лаза 800–900 мм на величину не менее 150 мм от контура накладки. Перекрываемый участок шва должен быть проконтролирован радиографическим методом. [6]

2.3. Теплоизоляция резервуаров

Теплоизоляция резервуаров проводится в холодных климатических зонах, районах Крайнего Севера. Исследования процессов теплообмена между нефтепродуктами и окружающей средой показывают, что наибольшая часть солнечного тепла поступает в резервуар через корпус, так как теплопроводность нефтепродукта, соприкасающегося с корпусом, значительно выше, чем теплопроводность паровоздушной смеси газового пространства резервуара. Газовое пространство резервуара играет роль теплоизоляции. У стенки резервуара нагретый нефтепродукт поднимается вверх и создает конвекцию, способствующую испарению нефтепродукта с его поверхности и повышению парциального давления паров.

Теплоизоляция резервуара позволяет снизить перепад температур между нефтепродуктом и окружающей атмосферой, за счет снижения коэффициента теплопроводности, и, соответственно, снизить интенсивность испарения нефтепродукта. Днем за счет низкой теплопроводности изоляции уменьшается нагрев нефтепродукта через стенки и крышу резервуара, ночью теплоизоляция препятствует охлаждению резервуара. В результате повышается средняя температура газового пространства по сравнению со средней температурой окружающего воздуха.

Основные условия для их применения – это легкость, низкий коэффициент теплопроводности; отсутствие агрессивности к металлу; удобство нанесения на изолирующую поверхность; стойкость к атмосферным осадкам и другие. [9]

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

В состав конструкции теплоизоляции входят следующие материалы:

- блоки из пеностекла для теплоизоляции днища;
- блоки из пеностекла с крестообразной выемкой для теплоизоляции стенки и крыши;
- быстросъемные элементы для теплоизоляции уторного узла «стенка–днище»;
- герметик полиуретановый для крепления блоков к стенке и крыше и заполнения швов между блоками;
- герметик бутилкаучуковый для монтажа деформационных швов;
- битумная мастика для монтажа теплоизоляции днища;
- листы стальные оцинкованные с АКП для устройства покрывного слоя;
- винты самонарезающие с уплотнительной резиновой прокладкой для крепления листов покрывного слоя;
- заклепки вытяжные для крепления листов покрывного слоя.

Опорные пояса, предназначенные для крепления покрывного слоя, и кронштейн для измерения геометрических параметров стенки резервуара должны быть изготовлены из стали той же марки, что и для стенки резервуара и установлены перед монтажом теплоизоляции. Опорные пояса и способы их соединения с резервуаром должны соответствовать требованиям к конструктивным элементам, присоединяемым к стенке резервуара сварными соединениями согласно РД–25.160.10–КТН–001–12. Количество поясов и расстояние между ними должны определяться проектной организацией.

В качестве теплоизоляционного слоя должен применяться негорючий теплоизоляционный материал – пеностекло (группа горючести НГ по ГОСТ 30244). Технические характеристики пеностекла приведены в подразделе.

Материалы, применяемые в качестве защитно–покрывного слоя, должны защищать теплоизоляционный слой от воздействия окружающей среды и механических повреждений.

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

Покрывной слой теплоизоляции резервуаров должен выполняться из оцинкованных стальных листов с АКП. Технические характеристики листов приведены в подразделе.

Теплоизоляционная конструкция стенки и крыши должна быть непожароопасна (класс пожарной опасности К0 по Федеральному закону). [9]

2.3.1 Теплоизоляция стенок резервуара

Теплоизоляция должна устанавливаться по приваренным к стенке опорным поясам. Для теплоизоляции должны применяться блоки пеностекла размерами 450x300 мм с крестообразной выточкой, проходящей через центр блока. Выточка выполняется в форме полукруга диаметром 20 мм. Блоки из пеностекла должны крепиться к стенке резервуара полиуретановым герметиком. Полиуретановый герметик должен полностью заполнить крестообразную выточку и выступать над поверхностью блока на 10 мм.

Стыки между соседними блоками из пеностекла должны быть заполнены полиуретановым герметиком, нанесенным по периметру блоков. Ширина слоя полиуретанового герметика – (3 ± 1) мм. Стыки блоков из пеностекла с конструктивными элементами резервуара, в том числе места сопряжения блоков пеностекла с опорными поясами резервуара, должны быть заполнены полиуретановым герметиком. Ширина слоя полиуретанового герметика – (3 ± 1) мм.

Теплоизоляция стенки резервуара между нижним опорным поясом и окрайкой основания резервуара выполняется быстросъемными элементами для обеспечения легкого доступа к уторному узлу «стенка–днище».

Размеры блока из пеностекла для быстросъемного элемента должны быть определены в проектной документации с учетом расположения нижнего опорного пояса и должны быть указаны в паспорте изготовителя. На наружную поверхность блока должен быть приклеен гладкий оцинкованный лист с АКП. По периметру блока должны быть приклеены герметизирующие

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

прокладки из вспененного каучука толщиной от 20 до 25 мм. Общий вид быстросъемного элемента изоляции уторного шва приведен на рис. 2.3.1.1.

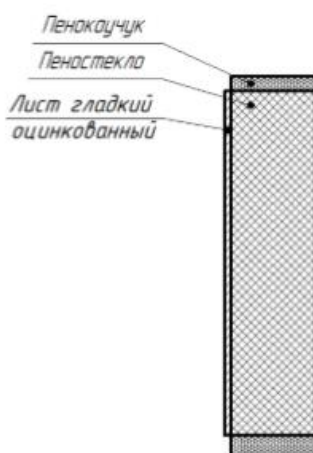


Рисунок 2.3.1.1. – Общий вид быстросъемного элемента изоляции уторного шва стенки резервуара [9]

Быстросъемные элементы (включая установку оцинкованных листов и прокладок) должны быть изготовлены на изготовителе блоков из пеностекла.

Схема изоляции нижнего опорного пояса приведена на рис. 2.3.1.2. (съемные элементы изоляции уторного шва не показаны). Схема изоляции средних опорных поясов приведена на рисунке 2.3.1.3.

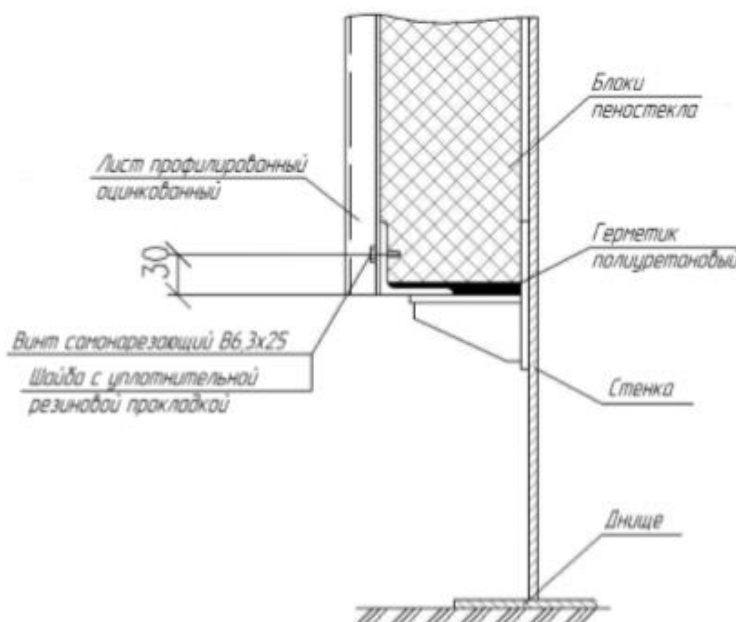


Рисунок 2.3.1.2 – Схема тепловой изоляции в области нижнего опорного пояса [9]

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

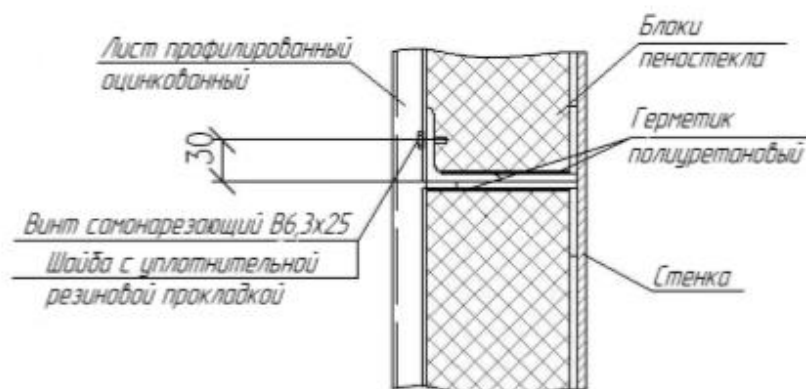


Рисунок 2.3.1.3. – Схема тепловой изоляции в области средних опорных поясов [9]

При монтаже теплоизоляции стенки резервуара блоки пеностекла должны устанавливаться поярусно – снизу вверх, от нижнего разгрузочного пояса. Блоки должны устанавливаться вразбежку с перекрытием швов. При монтаже допускается подрезка блоков по месту.

В конструкции теплоизоляции стенки резервуара должны быть предусмотрены вертикальные и горизонтальные деформационные швы. Заполнение деформационных швов должно производиться бутилкаучуковым герметиком. Ширина деформационных швов – (20 ± 3) мм.

Вертикальные деформационные швы должны проходить через всю теплоизоляцию и располагаться через каждые 5 м. Для обеспечения непрерывности вертикального деформационного шва необходимо проводить подрезку блоков пеностекла по месту.

Горизонтальный деформационный шов должен располагаться между вторым и третьим разгрузочными поясами и проходить через всю теплоизоляцию.

Схема устройства теплоизоляции из пеностекла на стенке резервуара приведена на рисунке 2.3.1.4.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

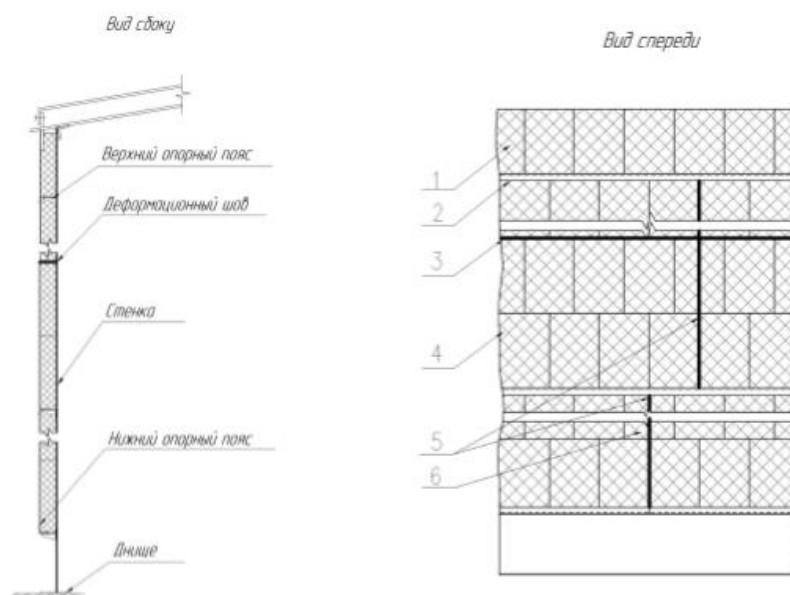


Рисунок 2.3.1.4. – Схема устройства теплоизоляции из пеностекла на стенке резервуара. 1 – подрезанные блоки пеностекла; 2 – опорный пояс; 3 – горизонтальный деформационный шов; 4 – цельный блок пеностекла; 5 – вертикальный деформационный шов; 6 – разрезной блок [9]

Профилированные листы покрывного слоя должны крепиться к разгрузочным поясам с помощью винтов самонарезающих с шагом (300 ± 5) мм. Места нахлеста листов покрывного слоя должны соединяться заклепками с шагом (300 ± 5) мм. Положение профиля листов на стенке должно быть вертикальным. Требования к листам покрывного слоя и крепежным элементам приведены в подразделе. Величина нахлеста листов в горизонтальной плоскости – (50 ± 5) мм. Величина нахлеста листов в вертикальной плоскости – один шаг гофры профиля. Взаимное расположение листов и сплошность конструкции должны сохраняться при продольных и поперечных подвижках стенки резервуара.

2.3.2 Теплоизоляция крыши резервуара

Теплоизоляция устанавливается по приваренным к крыше опорным поясам. Для теплоизоляции должны применяться блоки из пеностекла размером 450×300 мм с крестообразной выточкой, проходящей через центр блока. Выточка выполняется в форме полукруга диаметром 20 мм. Требования

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

к пеностеклу приведены в подразделе. Блоки из пеностекла должны крепиться к крыше резервуара полиуретановым герметиком. Полиуретановый герметик должен полностью заполнить крестообразную выточку и выступать над поверхностью блока на 10 мм. Стыки между соседними блоками должны быть заполнены полиуретановым герметиком, нанесенным по периметру блоков. Ширина слоя полиуретанового герметика – (3 ± 1) мм. Стыки блоков из пеностекла с конструктивными элементами резервуара, в том числе места сопряжения блоков пеностекла с опорными поясами резервуара, должны быть заполнены полиуретановым герметиком. Ширина слоя полиуретанового герметика – (3 ± 1) мм. Схема устройства теплоизоляции из пеностекла на крыше резервуара приведена на рисунке 2.3.2.

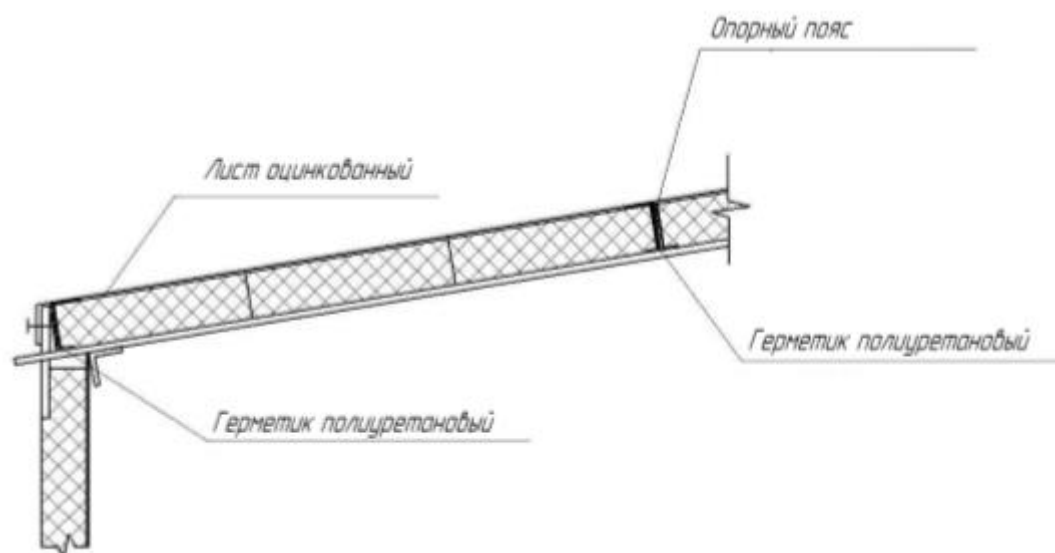


Рисунок 2.3.2. – Схема устройства теплоизоляции из пеностекла на крыше резервуара [9]

Теплоизоляция устанавливается поярусно – сверху вниз, с укладкой блоков между поясами снизу-вверх: от первого сверху опорного пояса к верхней точке, от второго сверху опорного пояса снизу-вверх к первому и т. д. Блоки должны устанавливаться вразбежку с перекрытием швов. Подрезка блоков с учетом геометрии крыши должна осуществляться по месту.

В конструкции теплоизоляции крыши резервуара должны быть предусмотрены вертикальные деформационные швы, заполненные

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

бутилкаучуковым герметиком. Ширина деформационных швов – (20 ± 3) мм. Гладкие листы покрывного слоя должны крепиться к опорным поясам с помощью винтов самонарезающих с шагом (300 ± 5) мм. Величина нахлеста листов – (50 ± 5) мм. Места нахлеста листов покрывного слоя должны соединяться заклепками с шагом (300 ± 5) мм. Требования к листам покрывного слоя и крепежным элементам приведены в подразделе.

Теплоизоляция должна обеспечивать доступ к оборудованию, находящемуся на крыше резервуара, для его обслуживания. Для предотвращения загрязнения стенки грязевыми потеками на крыше должен быть предусмотрен выступ (козырек) в месте соединения с покрывными листами стенки. Конструкция козырька должна быть приведена в проектной документации. Конструкция теплоизоляции крыши не должна препятствовать отрыву ослабленного сварного шва между крышей и стенкой резервуара при пожаре.

2.3.3 Теплоизоляция патрубков и люков на стенке и крыше резервуара

На патрубки и люки методом сварки должны быть установлены воротники из стального листа толщиной 3 мм.

Для усиления мест врезки патрубков и люков под покрывной лист должен устанавливаться подкладной лист из тонколистовой оцинкованной стали.

Покрывной лист должен монтироваться к воротнику и подкладному листу винтами самонарезающими.

Места прилегания подкладных листов, покрывного листа и воротника должны быть герметизированы полиуретановым герметиком.

Схема устройства теплоизоляции патрубков и люков приведена на рисунке 2.3.3.

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

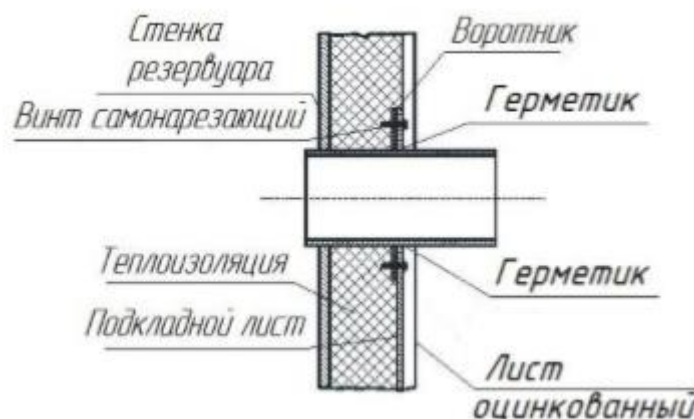


Рисунок 2.3.3. – Схема устройства теплоизоляции люков и патрубков [9]

2.3.4 Теплоизоляция днища резервуара

Конструкция теплоизоляции днищ резервуаров должна состоять из следующих элементов:

- железобетонный ростверк;
- выравнивающий слой;
- теплоизоляционный слой из блоков пеностекла;
- гидроизоляционный слой.

Схема теплоизоляции днища резервуара приведена на рисунке 2.3.4.

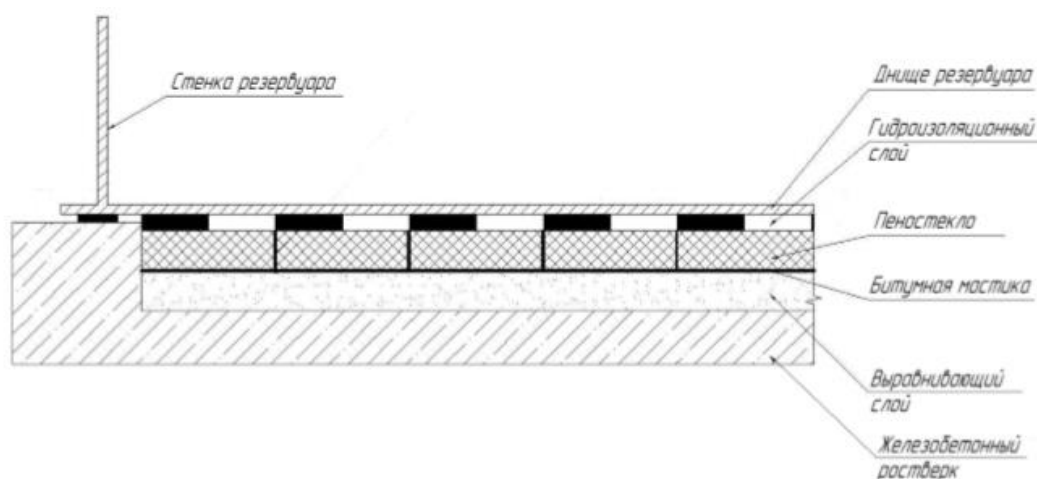


Рисунок 2.3.4. – Схема теплоизоляции днища резервуара [9]

Выравнивающий слой предназначен для выравнивания поверхности под укладку пеностекла. Для устройства выравнивающего слоя должна применяться цементная стяжка. Перед укладкой теплоизоляции из пеностекла

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

выравнивающий слой должен быть покрыт битумной мастикой. Расчеты нагрузок на основание и фундамент резервуара должны быть произведены в соответствии с СТО СА 03–002–2009.

Для теплоизоляции днищ резервуаров должны применяться блоки из пеностекла размерами 450x600 мм повышенной прочности согласно требованиям подраздела. Стыки между блоками должны быть заполнены битумной мастикой. Ширина слоя мастики должна составлять (3 ± 1) мм. При монтаже допускается подрезка блоков по месту.

Для теплоизоляции днища резервуаров вместо пеностекла допускается использование пенобетона. При этом проектной организацией должен быть проведен перерасчет толщины теплоизоляционного слоя с учетом теплопроводности пенобетона.

Гидроизоляционный слой предназначен для защиты днища резервуара от поверхностной коррозии, а также для равномерного распределения нагрузки на теплоизоляционный слой и устранения локальных концентраций напряжения в теплоизоляционном слое при монтаже и эксплуатации резервуара. Для устройства гидроизоляционного слоя должен применяться асфальтобетон. Расчет толщины слоев и несущей способности основания резервуара производится на стадии проектирования в соответствии с СП 22.13330.2011.

2.3.5 Теплоизоляция с помощью пенополиуретана

Пенополиуретан (ППУ) – это разновидность пластмасс с закрытой ячеистой структурой, которые (ячейки) составляют 97% от общего объема материала. Каждая ячейка (пора) заполнена газом и изолирована друг от друга. В зависимости от соотношения полиизоцианата и полиола (основных компонентов ППУ) в конечном веществе получается или мягкий полиуретан (поролон) или жесткий (ППУ). В исходном состоянии теплоизолятор имеет жидкую консистенцию. При распылении на поверхности вещество быстро

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

пенится, заполняет все щели и отверстия и твердеет, образуя герметичное и твердое покрытие.

Пенополиуретан на самом резервуаре представляет собой герметичное и легкое покрытие, которое не увеличивает нагрузки на сами металлоконструкции. Нанесение ППУ происходит бесшовным способом, то есть между металлом резервуара и самим пенополиуретаном не образуются воздушные зазоры, которые могут привести к ускоренной коррозии.

Пенополиуретан наносится на поверхность послойно до достижения расчетной толщины. При этом толщина материала на разных участках емкости может отличаться в соответствии с проведенными расчетами и технической необходимостью. К тому же, теплоизоляция методом ППУ – это возможность обрабатывать до 500–1000 м² поверхностей за рабочую смену

Высокие показатели адгезии дают возможность использовать данный материал на любых поверхностях (металле, стеклопластике, железобетоне). Перед нанесением необходимо лишь очистить поверхность от коррозии, пыли, грязи, окалин и обезжирить ее.

Пенополиуретан может быть использован также как антикоррозионный, гидроизоляционный и пароизоляционный защитный слой, так как образует непроницаемый "барьер" между стенкой резервуара и влагой или водой из окружающей среды.

Химический состав ППУ позволяет использовать покрытие им резервуары при температуре от –150°С (например, в криогенной промышленности) до +150°С, а при применении термостойкого пенополиуретана температура окружающей среды (например, при определенных технологических процессах) может без ущерба для покрытия подниматься до +170°С. [17]

Пенополиуретан является также высоко устойчивым к агрессивным средам, кислотам, щелочам и другим химическим веществам, что очень важно, так как при сливо–наливных операциях возможно попадание хранимого вещества на ППУ.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Сам способ нанесения теплоизоляции позволяет покрывать пенополиуретаном уже смонтированные емкости с обычной теплоизоляцией, находящиеся уже в эксплуатации, но требующие технического перевооружения и реконструкции.

Недостатком пенополиуретана можно назвать его подверженность ультрафиолетовым лучам. Но и этот минус можно легко свести на нет: на слой полиуретана достаточно нанести грунт, краску или иное покрытие с защитой от УФ лучей. В редких случаях для более надежной защиты теплоизоляционный слой покрывается полимочевинной или оцинкованными листами стали. Недостатком также является то, что этот материал не относится к группе горючести – НГ. [25]

Преимущества пенополиуретана:

- резервуар (а, значит, хранимый продукт) защищен от переохлаждения или перегрева в любое время года, снижаются теплопотери;
- резервуар одновременно получает антикоррозионную и гидроизоляционную защиту экологичными и биологически нейтральными материалами;
- экономится время и деньги при производстве емкостей и резервуаров с теплоизоляцией за счет использования оборудования для напыления высокой производительности
- высокая изотермичность покрытия сокращает эксплуатационные расходы и энергозатраты на резервуары;
- нанесение пенополиуретана возможно на поверхность любой формы и геометрии;
- слой или участок пенополиуретана возможно восстановить, если в результате эксплуатации он разрушился
- пенополиуретан может наноситься даже при температуре -10°C

ППУ выступает в качестве трудногорючего материала, он не способен справиться с огнем на все 100%. По классификации данный утеплитель

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

относится к группе горючести Г–2. Это указывает на то, что при воздействии низких температур возгорания не произойдет. Пламя потухнет, процесс прекратится, как только поверхность материала удастся охладить. Наличие в составе антипирена обеспечивает самозатухание пламени, что не позволяет полностью прогореть материалу. [26]

Антипирены нового поколения:

- вспучивающиеся вещества (интумесценты);
- нанокompозиты полимерной природы;
- предшественники и аналоги керамики;
- легко расплавляющиеся стекла.

Представители интумесцентной группы относятся к полностью безвредным веществам. При повышении температуры они увеличиваются в объеме, образуют застывшую пену, которая преграждает путь пламени.

Слой кокса не может перегреваться, пропускать кислород к материалу, горение исключается полностью. Примером таких средств является смесь полифосфата аммония и пентаэритрита, пентаборат аммония.

Все они образуют огнезащитные пенококсы. Среди нового поколения интумесцентов в качестве антипиреновой пропитки для дерева хорошо зарекомендовали себя окисленные крахмальные реагенты, известные под аббревиатурой ОКР, а также окисленные лигнины, обозначаемые как ОЛ.

Термостойкие нанокompозиты антипиренового характера включают в полимерную матрицу мизерные частицы силикатов между слоями полимеров, поэтому они называются органически–модифицированными слоистыми силикатами, обозначаются как ОМСС.

Производство таких соединений впервые было запущено в Японии, в настоящее время метод внедрен на многих высокотехнологичных предприятиях.

2.4. Защита резервуаров от коррозии

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Коррозия – естественное явление, определяемое как разрушение веществ, обычно металлов, или ухудшение их свойств из-за воздействия окружающей среды. Подобно другим природным явлениям, типа серьезных природных катаклизмов, коррозия может причинять опасные и дорогостоящие повреждения.

Коррозия – это процесс разрушения металла при его физико-химическом или химическом взаимодействии с окружающей средой.

Коррозию подразделяют на:

- химическую – происходящую без возникновения электрического тока;
- электрохимическую – сопровождаемую появлением электрического тока (тока коррозии);
- механохимическую (коррозионно-механическое изнашивание) – при которой к первым двум процессам добавляются механические воздействия: трение, циклические изгибающие нагрузки, вибрация.

В процессе эксплуатации резервуары подвергаются коррозии как с наружной, так и с внутренней стороны.

Снаружи цилиндрические резервуары корродируют под действием атмосферной влаги и содержащихся в воздухе паров агрессивных веществ.

Внутри резервуаров коррозия зависит в основном от частоты заполнения их нефтепродуктами, химического состава нефтепродуктов, наличия в топливе воды. Скорость и характер коррозионного процесса наиболее ярко выражены на внутренней поверхности резервуаров в местах раздела двух сред; например, нефтепродукт – подтоварная вода, нефтепродукт – паровоздушная смесь. На интенсивность коррозии оказывают влияние влага и температура окружающей среды, а также стойкость стали, из которой изготовлен резервуар, против коррозии.

2.4.1. Антикоррозионная защита резервуаров снаружи

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Поверхности резервуарных металлоконструкций, находящиеся на открытом воздухе, должны быть окрашены лакокрасочными материалами. Выбор цвета лакокрасочного покрытия следует производить с учетом коэффициента отражения световых лучей.

Подготовка наружной поверхности РВС к антикоррозионному покрытию:

При подготовке к покраске резервуаров снаружи с их поверхности удаляют ручным или механизированным способом пришедший в негодность защитный слой, следы коррозии, грязь.

Коррозию с металла снимают механическим способом, применяя механические шкурки №25, 16 и 12 и металлические щетки, или химическим способом, используя при этом мочный состав, который состоит из 35% фосфорной кислоты, 20% этилового спирта, 5% бутилового спирта, 1 % гидрохинона и 39% воды.

Мочный состав наносят на корродированную поверхность на 3–5 минут, после чего состав вместе с продуктами коррозии смывают горячей водой и поверхность протирают насухо.

Механической очистке и обезжириванию подлежит вся наружная поверхность резервуаров. Подготовленную поверхность тщательно протирают и просушивают. [1]

2.4.1.1 Технология покраски резервуара снаружи

На подготовленную поверхность ровным слоем наносят грунт при помощи пневматического распылителя. При этом большое внимание уделяется исключению образования подтеков. Данная операция направлена на защиту металла от коррозии и сцепляемость лакокрасочных покрытий с металлом.

После завершения данных работ на наружную поверхность наземных резервуаров наносят лакокрасочные покрытия светлых типов, обладающие тепло отражательным эффектом и антикоррозионными свойствами.

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

Окончательно окрашенная поверхность должна иметь одинаковую толщину слоя без подтеков и других дефектов. [6]

2.4.1.2. Защита днища резервуара от почвенной коррозии

Проблема коррозии днища резервуара весьма серьезна. Например, из-за сквозных коррозионных разрушений днищ резервуаров типа РВС (для отстоя нефти) и промысловых трубопроводов имеют место многочисленные разливы нефти, загрязняющие окружающую среду, а также возникает необходимость в замене днищ резервуаров уже после 5–6 лет их эксплуатации и это при диаметре днища 50 м.

От почвенной коррозии днища резервуаров защищают гидроизоляционным слоем, а также используют электрохимическую защиту, когда к днищу резервуара электрически присоединяют протекторы.

2.4.1.3. Электрохимическая защита резервуара от коррозии

Электрохимическая протекторная защита металлов основывается на явлении прекращения коррозии металлов под действием постоянного электрического тока.

Поверхность любого металла, гальванически неоднородна, что и является основной причиной его коррозии в растворах электролитов, к которым относятся морская вода, все пластовые и все подтоварные воды.

Механизм действия электрохимической защиты заключается в превращении всей поверхности защищаемой металлической конструкции в один общий неразрушающийся катод. Анодами при этом будут являться подключенные к защищаемой конструкции электроды из более электроотрицательного металла – протекторы.

Электрохимическая защита является единственно эффективным средством против наиболее локальных видов коррозии металлов (питтинговой, язвенной, щелевой, контактной, межкристаллитной, коррозионного растрескивания) и при этом предотвращает дальнейшее

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

развитие уже имеющихся коррозионных разрушений, т. е. она одинаково эффективна как для строящихся, так и для находящихся в эксплуатации даже больших резервуаров и другого оборудования.

Протекторная защита обычно применяется совместно с лакокрасочными покрытиями. Такое сочетание пассивной защиты, какой является окраска, и активной защиты, к которой относится протекторная защита, позволяет уменьшить расход протекторов и тем самым увеличить срок их службы, обеспечить более равномерное распределение защитного тока по поверхности защищаемых конструкций и, наконец, компенсировать все дефекты покрытия, связанные с неизбежным его разрушением при монтаже, транспортировке и в процессе его эксплуатации, в том числе вследствие естественного старения (набухания, вспучивания, растрескивания, отслаивания).

Защитный ток идет именно на те участки поверхности металла, где нарушена плотность покрытия, достигая всех затенённых участков, щелей, зазоров и предотвращая коррозию оголившегося металла. При этом следует отметить, что оголенной поверхности металла при его катодной поляризации в пластовой и подтоварной водах выпадает катодный солевой осадок, состоящий из нерастворимых солей кальция и магния, и играющий роль дополнительного покрытия.

Вместе с тем, протекторная защита резервуаров от коррозии в состоянии обеспечить полную защиту от коррозии стальных сварных сооружений и без их окраски. В этом случае должна быть обеспечена более высокая плотность защитного тока на неокрашенной стальной поверхности, что потребует увеличения количества протекторов и усилит их расход. Однако, принимая во внимание высокую трудоемкость нанесения лакокрасочных покрытий, особенно на резервуарах, уже находящихся в эксплуатации, такой способ противокоррозионной защиты с помощью установки только одних протекторов представляется для них весьма перспективным.

Поскольку основная масса металлических конструкций делается, как правило, из стали, в качестве протектора могут использоваться металлы с

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

более отрицательным, чем у стали электродным потенциалом. Из основных их 3 – цинк, алюминий и магний.

При этом следует принимать во внимание, что если сдвиг потенциала в отрицательную сторону превысит определённое значение, возможна так называемая перезащита, связанная с выделением водорода, изменением состава приэлектродного слоя и другими явлениями, что может привести к ускорению коррозии.

2.4.2 Анतिकоррозионная защита резервуара внутри

Работы по антикоррозийной защите внутренних поверхностей резервуаров очень трудоемкие, что связано со сложностью операций как по подготовке внутренних поверхностей к нанесению защитного слоя, так и по их окрашиванию.

Подготовка внутренних поверхностей РВС к антикоррозионному покрытию:

Технологический процесс подготовки внутренних поверхностей резервуаров для нанесения антикоррозионных покрытий во многом отличается от процесса подготовки наружных поверхностей. В нем можно выделить несколько поэтапных операций:

1. слив нефтепродуктов из резервуара;
2. зачистка внутренней поверхности резервуара;
3. дегазация резервуара;
4. обезжиривание внутренней поверхности;
5. обработка внутренней поверхности песком (с помощью пескоструйки во взрывозащищенном исполнении);
6. очистка внутренней поверхности от песка и грязи;
7. нанесение на места коррозии моечного состава (с помощью волосяных щеток);
8. промывка внутренней поверхности горячей водой;

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

9. сушка внутренней поверхности при температуре 5–20 °С в течение 2–3 суток (при открытых люках и задвижках);

10. проверка качества выполнения подготовительных работ и пригодности поверхностей для покраски (нанесения антикоррозионного слоя).

Покраска резервуаров внутри:

На подготовленную внутреннюю поверхность резервуаров ровным слоем наносят грунт при помощи пневматического распылителя. При этом большое внимание уделяется исключению образования подтеков.

Данная операция направлена на защиту металла от коррозии и сцепляемость лакокрасочных покрытий с металлом.

Внутренние поверхности наземных и подземных резервуаров покрывают лакокрасочными материалами в 2-4 слоя с последующей сушкой каждого нанесенного слоя в отдельности. После завершения работ по антикоррозийной обработке резервуаров оформляется акт приемки работ, к которому прилагается паспорт на применяемые материалы. [5]

2.4.3. Летучие ингибиторы коррозии

Чрезвычайную важность приобрели в последнее время разработки покрытий на основе летучих ингибиторов коррозии (ЛИК). Существуют покрытия на основе ЛИК для временной и долгосрочной защиты от коррозии. Особый интерес вызывают покрытия ЛИК на водной основе, которые могут обеспечить надежную защиту от коррозии при очень низкой толщине защитной пленки, что позволяет экономить средства за счет сокращения материальных и трудовых затрат, и обеспечивает экологические преимущества благодаря снижению токсичности и содержания растворителей.

Традиционные коррозионно-защитные покрытия обычно содержат ионы жертвенных металлов [цинк, алюминий, кальций) или неорганические ингибирующие коррозию пигменты (хроматы), которые могут содержать токсичные вещества, осаждаются, реагируют с покрывающими смолами и

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

часто требуют использования смачивающих агентов, которые могут снизить качественные характеристики покрытий. Кроме того, большой относительный размер этих частиц может оставлять зазоры в покрытии и допускать начало микрокоррозии, что может стать причиной развития коррозионного процесса и разрушения покрытия.

Летучие ингибиторы коррозии представляют собой органические соединения, обычно амины, молекулы которых, с одной стороны, имеют электроны, способные образовывать прочные связи с полярной поверхностью металла и, с другой стороны, обладают гидрофобными участками, которые отталкивают воду. Парофазные ингибиторы коррозии, содержащиеся в покрытии, адсорбируются к металлической поверхности, на которую оно нанесено, образуя непрерывный, самовосстанавливающийся, гидрофобный слой защиты, который препятствует проникновению воздуха и влаги к подложке. Молекулы ЛИК мигрируют в пустоты и микрополости под покрытием, защищая от микрокоррозии и препятствуя распространению коррозии, если слой покрытия с ЛИК поцарапан или иным образом поврежден. Способность ЛИК испаряться, диффундировать и адсорбироваться на металлических поверхностях позволяет покрытиям с добавлением ЛИК защищать труднодоступные участки (например, внутреннюю часть трубы), которые могут быть пропущены во время нанесения покрытия.

До недавнего времени покрытия ЛИК в основном использовались для временной защиты, поскольку традиционные составы было легко удалять и они часто были мягкими и липкими. Покрытия ЛИК также традиционно были на основе растворителей. Сегодня покрытия ЛИК как на основе растворителей, так и на водной основе доступны для съемных и постоянных покрытий (где не требуется высокая стойкость к истиранию). Летучие ингибиторы коррозии обычно растворяются в воде и органических растворителях, однако для их включения в системы на водной основе может потребоваться эмульгирование или использование соразтворителей.

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Промышленные покрытия часто требуют высокой твердости и блеска. Добавки, такие как воски или твердые смолы, пигменты и / или отвердители, используются для увеличения твердости покрытий ЛИК и выбираются в зависимости от необходимого уровня адгезии покрытия к защищаемой поверхности.

Также важны съёмные покрытия ЛИК. Например, покрытия ЛИК на водной основе можно распылять на подложку и получать после сушки эластичную пленку, которая будет защищать подложку как от физического истирания, так и от коррозии. Когда потребуется, пленку можно снять и утилизировать в виде твердых отходов без каких-либо особых требований по утилизации, оставляя чистой, без коррозии защищаемую металлическую поверхность. Покрытия ЛИК особенно подходят для защиты соединительных муфт трубопроводов, которые могут подвергаться различным погодным условиям в течение длительных периодов времени. Использование легко снимаемых покрытий позволяет избежать необходимости очищать ржавчину перед сваркой, загрязнения деталей перед использованием. Съёмные покрытия ЛИК также предлагают преимущества для хранения или транспортировки металлических деталей и оборудования, особенно когда оборудование крупное, необычной формы или имеет острые края, которые могут проколоть защитную пленку. Прозрачные или тонированные съёмные покрытия ЛИК могут наноситься как на голый, так и на окрашенный металл, а затем смываться без ущерба для защищаемой поверхности. В некоторых случаях предпочтительнее даже вариант оставлять съёмное покрытие на подложке из-за минимально инвазивного характера многих покрытий ЛИК.

Cortec запатентовал VpCI-608, ингибитор коррозии в паровой фазе, разработанный специально для защиты днищ надземных резервуаров в сочетании с катодной защитой.

Катодная защита часто используется для защиты дна надземных резервуаров-хранилищ от коррозии и, в конечном итоге, от утечки. Тем не

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
						69
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

менее, возникающие в процессе эксплуатации неровности днищ, вызванные неравномерным изгибом дна резервуара, когда он заполняется или опустошается, могут ограничить эффективность катодной защиты, оставив определенные участки вне досягаемости подаваемого тока.

Для решения этих проблем Cortec разработал VpCI-608, продукт на основе летучих ингибиторов коррозии (VCI), который предназначен для работы совместно с катодной защитой. VpCI-608 обеспечивает повышенную защиту дна резервуара от коррозии, а также защищает от коррозии, когда катодная защита отсутствует. VpCI-608 представляет собой порошок парофазного ингибитора коррозии для защиты от коррозии черных металлов в углубленных областях, внутренних полостях и пустотах, таких как двойное дно в резервуарах для хранения. VpCI-608 обеспечивает чрезвычайно эффективный сухой или суспензионный метод защиты металлов в замкнутом пространстве. VpCI испаряется и адсорбируется на всех металлических поверхностях, достигая всех открытых областей, включая углубленные секции и внутренние полости.

Защищаемые металлы:

- Углеродистая сталь;
- Нержавеющая сталь;
- Алюминий.

Особенности:

- Работает с катодной защитой или без нее;
- Не содержит фосфатов, нитритов или тяжелых металлов;
- Обеспечивает непрерывную защиту;
- Обеспечивает мономолекулярный ингибирующий слой;
- Способ ингибирования коррозии, защищающий недоступные и утопленные поверхности;
- Если нарушается слой ЛИК, слой пополняется непрерывным повторным осаждением молекул ЛИК;

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

- Подготовка поверхности – небольшая или не требуется;
- Предотвращает дальнейшую коррозию предварительно покрытых и окрашенных поверхностей;
- Прост в применении;
- Слой ЛИК не нужно удалять перед обработкой или использованием;
- Легко удаляется воздушным пистолетом или водой;

Метод применения: после завершения строительства прокладки резервуара порошок VpCI-608 следует наносить в количестве 2,5-3,5 кг/10 м², равномерно распределяя. Затем укладываются пластины пола. При сварке небольшое количество испаряется, но конденсируется после охлаждения металла. Затем ЛИК испаряются и адсорбируются на металлических поверхностях, образуя защитный молекулярный слой на дне резервуара даже в труднодоступных местах. Эта дополнительная защита помогает защитить места, которые могут быть пропущены катодной защитой, и продолжает защищать дно резервуара, если система катодной защита выходит из строя.

Существующие резервуары:

1. Применение VpCI в порошкообразной форме на поверхности резервуара.
2. Нагнетание VpCI в виде высококонцентрированной суспензии в объем между дном резервуара и нижним слоем или защитной оболочкой.

Рекомендуемое повторное применение через 5 лет. [16]

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

3. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

3.1. Электронные тахеометры

Электронный тахеометр – тахеометр, выполненный в едином электронно-оптическом блоке, предназначенный для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов, и определения значений их функций (в соответствии с ГОСТ 51774–2001 Тахеометры электронные). Электронный тахеометр относится к традиционным методам оценки качества строительных работ.

Электронные тахеометры снабжены микропроцессорами, позволяющими автоматизировать процесс измерения и контроля. С помощью тахеометра можно измерять горизонтальные и вертикальные углы (зенитные расстояния); наклонные дальности и горизонтальные проложения, определять превышения и приращения координат между точками местности. Электронные тахеометры нашли самое широкое применение при производстве топографической съемки, в прикладной геодезии, при сгущении геодезических сетей, при изыскательских работах.

Электронный тахеометр содержит угломерную часть, сконструированную на базе кодового теодолита, светодальномер и встроенную ЭВМ. С помощью угломерной части, светодальномера и ЭВМ, которая позволяет решать различные геодезические задачи, обеспечивает управление прибором, контроль результатов измерений и их хранение.

Объектами измерений являются образующие стенки резервуаров вертикальных стальных, параметрами которых являются объем резервуара, диаметр резервуара, высота стенки.

При изменении отклонения от вертикали образующих стенки резервуара электронным тахеометром за вертикали принимаются вертикальные линии,

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Харитонов А.Д.			<i>Современные методы оценки качества строительных работ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Никольчиков В.К.					72	121
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр. 2Б4Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

проходящие через точки, расположенные на внешней поверхности стенки резервуара на расстоянии 100мм выше границы уторного шва и в 100мм от границ вертикальных сварных швов первого пояса стенки резервуара по направлению часовой стрелки при виде сверху, а также через середину каждого листа первого пояса резервуара на расстоянии 100 мм выше границы уторного шва при длине листа более 6м.

За образующую стенки резервуара принимается радиальная проекция вертикали на стенку резервуара, которая обозначается на наружной стенке резервуара метками, нанесенными ниже горизонтальных сварных швов каждого пояса на расстоянии 50 мм от границы сварного соединения.

В качестве метки используется координатный крест размерами 50х50 мм, нанесенный на стенку резервуара геодезическим маркером толщиной 3-5 мм. При разметке белой поверхности – красного или синего цвета. Разметка производится до начала проведения работ по измерению отклонений образующих стенки резервуара от вертикали.

Разметка образующих метками в виде координатных крестов производится по наружной поверхности стенки резервуара от первой образующей с шагом, равным длине листа первого пояса, если длина листа первого пояса превышает 6 м, то шаг образующих принимается равным половине длины листа первого пояса.

При строительстве стенка резервуара и её элементы проверяются на отклонения от вертикали до сварки вертикальных стыков листов монтируемого пояса; после полного завершения сварки горизонтального стыка монтируемого пояса; после окончательной сборки резервуара до начала гидравлических испытаний; после завершения гидравлического испытания и слива воды из резервуара. [14]

3.2. Лазерное сканирование

Наземный лазерный сканер – это съёмочная система, измеряющая с высокой скоростью (от нескольких тысяч до миллиона точек в секунду)

					<i>Современные методы оценки качества строительных работ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

расстояния от сканера до поверхности объекта и регистрирующая соответствующие направления с последующим формированием трёхмерного изображения в виде облака точек. Система наземного лазерного сканирования состоит из НЛС и полевого персонального компьютера со специализированным программным обеспечением. НЛС состоит из лазерного дальномера, адаптированного для работы с высокой частотой, и блока развертки лазерного луча. В качестве блока развёртки в НЛС выступают сервопривод и полигональное зеркало или призма. Сервопривод отклоняет луч на заданную величину в горизонтальной плоскости, при этом поворачивается вся верхняя часть сканера, которая называется головкой. Развёртка в вертикальной плоскости осуществляется за счёт вращения или качания зеркала.

Управление работой прибора осуществляется с помощью портативного компьютера с набором программ или с помощью панели управления, встроенной в сканер.

Сканер имеет определенную область обзора, или так называемое «поле зрения». Сканирование исследуемых объектов осуществляется с помощью встроенной цифровой фотокамеры, или по результатам предварительного разреженного сканирования. Изображение, получаемое с помощью цифровой фотокамеры, передаваемое на экран компьютера, позволяет оператору осуществлять визуальный контроль ориентирования прибора, и отмечать необходимую область сканирования. Благодаря своей универсальности и высокой степени автоматизации процессов измерений лазерный сканер является не просто геодезическим прибором, это инструмент оперативного решения самого широкого круга прикладных инженерных задач. Технология лазерного сканирования открывает целый ряд новых, ранее недоступных возможностей, связанных с использованием современных компьютерных технологий. Получаемые результаты в форме трехмерной модели можно быстро передвигать, масштабировать и вращать, возможно также виртуально исследовать изображение с последующей записью и сохранением в

					<i>Современные методы оценки качества строительных работ</i>	<i>Лист</i>
						74
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

стандартный мультимедийный файл для дальнейшей демонстрации. Полного представления об объекте, которое дает лазерное сканирование, не может дать ни один другой метод. Лазерное сканирование предполагает также возможность получения информации и документов в привычном виде, т. е. в виде чертежей профилей, поперечников, планов или схем. [13]

Метод лазерного сканирования является наиболее современным и точным инструментом оценки качества строительных работ. В процессе строительства резервуара, лазерное сканирование применяют после того, как сам резервуар смонтирован, но гидроиспытания еще не проводились. Также для улучшения качества СМР, можно использовать лазерное сканирование еще до гидроиспытаний, когда готово 3 пояса стенки резервуара.

Требования к выполнению процесса:

Для того чтобы провести сканирование разрабатывается ТЗ; собирается информация о конструктивных особенностях, размерных характеристиках резервуара, а также планы и схемы расположения резервуара в защитном ограждении. На основании данной информации разрабатывается программа проведения работ по сканированию.

Программа включает:

- цель проведения работ;
- состав и порядок проведения работ;
- сведения о специалистах, выполняющих работы;
- перечень используемого оборудования;
- меры безопасности при проведении работ.

Разрабатывается схема размещения сканерных станций и марок, а также рассчитываются расстояния от сканерных станций до марок и углы падения лазерного луча на марки. Схема должна обеспечить максимально полную съемку поверхности элемента РВС.

Схема размещения сканерных станций и марок зависит от размерных характеристик резервуара (диаметр, высота стенки), конструктивных особенностей его исполнения (тип крыши), схемы расположения резервуара в

					<i>Современные методы оценки качества строительных работ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

обваловании (расстояние от внутренней границы основания защитного обвалования до стенки резервуара).

Размещение сканерных станций и марок выполняется в следующей последовательности:

- строится масштабная модель резервуара в CAD-системе на основании предоставленной информации о типе и размерных характеристиках резервуара, о конструктивных особенностях его исполнения, а также планов и схем расположения резервуара и окружающей обстановки в обваловании;

- указываются точки размещения сканерных станций на масштабной модели с целью обеспечения съемки любой точки резервуара лазерным лучом, угол падения которого на поверхность не превышает 45° . Зоны сканирования должны пересекаться между собой участками не менее 1 м. Число станций должно быть минимальным;

- указываются точки размещения марок на масштабной модели согласно требованиям 6.1.13 – 6.1.16;

- определяются расстояния от марок до сканерных станций;

- определяются углы падения лазерного луча для каждой марки.

Пример схемы размещения сканерных станций и марок для сканирования РВС-20000 приведен на рисунке 4.2.1.

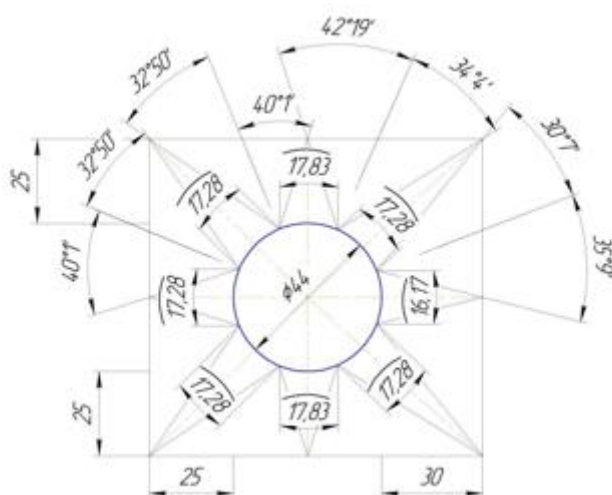


Рисунок 3.2.1. – Схема размещения сканерных станций и марок для сканирования РВС-20000 [13]

Важно. Для сканирования стенки РВС объемом равным или более 20000 м³ необходимо использовать не менее восьми сканерных станций, расположенных на защитном обваловании (четыре станции расположены в угловых точках, четыре станции – в середине сторон защитного обвалования).

Сканирование крыши проводится непосредственно с крыши этого резервуара. При наличии технических средств можно проводить сканирование крыши с площадок обслуживания соседних резервуаров, строительных лесов, вышки-туры, при обеспечении минимально возможного уровня вибрации.

Для упрощения и увеличения точности процесса регистрации отдельных сканов в общее облако точек необходимо применять плоские и поворотные марки.

Размещение марок определяется расположением сканерных станций и следующими условиями:

- угол падения лазерного луча на марку не должен превышать 45°.
- Угол падения лазерного луча на поверхность приведен на рисунке 4.2.2;



Рисунок 3.2.2. – Угол падения лазерного луча на поверхность [13]

- любой скан должен быть связан с любым смежным как минимум тремя общими марками в местах их наложения;
- марки не должны располагаться на одной высоте или на одной прямой.

Оптимальное размещение марок – неравносторонний треугольник с минимальной стороной 1 м. Схема размещения плоских марок на поверхности сканируемого элемента РВС приведена на рисунке 4.2.3.

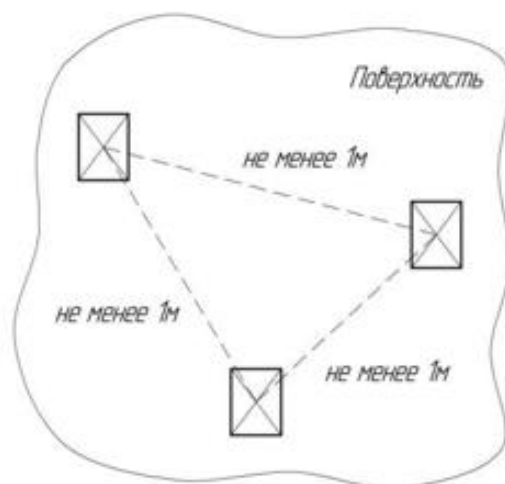


Рисунок 3.2.3. – Схема размещения плоских марок на поверхности [13]

При сканировании стенки резервуара необходимо применять плоские марки, расположенные непосредственно на стенке резервуара. При сканировании крыши следует использовать поворотные марки, закрепленные на крыше резервуара при помощи магнитных креплений. Для крыш из немагнитных материалов крепление марок выполнять на штативах.

Крепление марок не должно допускать их смещение в течение всего процесса выполнения работ.

Выбор параметров разрешения при сканировании осуществляется в соответствии с необходимым уровнем детализации и необходимостью использования специальных марок.

Выбор разрешения сканирования проводится в следующем порядке:

- определяются расстояния от каждой станции до марок и углы падения лазерного луча на марки в соответствии со схемой расположения марок и сканерных станций;
- определяется марка с наибольшим расстоянием и углом падения луча;

– определяется оптимальное разрешение по таблице 1 и известным значениям угла падения и расстояния для выбранной марки.

Оптимальное разрешение применяется при сканировании всей поверхности РВС.

3.2.1. Сканирование стенки резервуара

Сканирование стенки резервуара проводится круговым ходом по периметру резервуара. Движение начинается от первой станции стоянки сканера в соответствии со схемой размещения сканерных станций по ходу часовой стрелки с учетом требований РД-23.020.00-КТН-271-10.

Если сканер установлен на неустойчивой поверхности (технологические площадки или подъемные механизмы) должны быть выполнены меры по обеспечению дополнительной устойчивости его положения.

Определение отклонений образующих стенки от вертикали выполнять в два этапа. На первом этапе работ необходимо выполнить построение вертикальных образующих в программном комплексе. Вертикальные образующие строить вертикальной секущей плоскостью, проходящей через центр РВС и базовую точку образующей, расположенную на окрайке днища. Далее необходимо определить координаты точек образующих, по которым будут найдены величины отклонений.

На втором этапе в программном комплексе выполнить измерение отклонения характерной точки образующей от идеальной вертикальной прямой, построенной из базовой точки.

Для выполнения работ по измерению отклонений стенки резервуара от вертикали необходимо на первом поясе (на расстоянии не более 100 мм от уторного шва) несмываемой краской нанести номера вертикальных образующих. Вертикальные образующие нумеруются по сварным швам первого пояса, по ходу часовой стрелки слева от ПРП, с шагом через 6 м. В случае если длина листов превышает 6 м, то нумерация производится по сварным швам первого пояса и в середине каждого листа.

					<i>Современные методы оценки качества строительных работ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

Определение высотных отметок уторного шва проводить по образующим в программном комплексе. Если определение высотной отметки уторного шва по образующей затруднено, следует применять программный комплекс, в котором по построенной трехмерной модели определяется высотная отметка уторного шва.

Если уторный шов закрыт от наблюдения и прямое определение его координаты невозможно, определение координат точек уторного шва должно проводиться по первому горизонтальному шву с учетом высоты листа первого пояса стенки РВС. [13]

3.2.2. Сканирование крыши резервуара

При проведении сканирования в ветреную погоду необходимо обеспечить устойчивое положение сканера с учетом возможных порывов ветра. В процессе сканирования крыши запрещается ходить по крыше РВС в целях уменьшения вибрационного воздействия. При наличии аппаратной возможности по дистанционному управлению сканером, сканирование крыши выполняется дистанционно. Определение стрелы подъема крыши необходимо проводить на объединенной трехмерной модели стенки и крыши в программном комплексе. Стрела подъема должна быть рассчитана как разница высотных отметок верха настила крыши и узла крепления крыши к стенке. За высотную отметку верха настила крыши принимать значение максимальной высоты настила. За высотную отметку узла крепления крыши к стенке принимать высотную отметку верха образующей, с наименьшей высотой уторного шва. [13]

					<i>Современные методы оценки качества строительных работ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

4. РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задачи расчетно-технологической части:

Расчет на прочность и устойчивость стального вертикального резервуара 20000 м³, расчет теплоизоляции.

Площадка под резервуар находится в умеренно-холодном климате на границе холодного и умеренного климатических поясов. Согласно [23] таблица 4.1.

Таблица 4.1.

Система природно-климатического районирования земельного фонда РФ и расположения ОСТ

№ п/п	Индекс	Пояс, подпояс	Зона	Наименование ОСТ
1	2	3	4	5
1	А	Холодный тундровый пояс	Полярнотундровая	ООО «Транснефть-Восток» ООО «Транснефть-Дальний Восток» ОАО «Сибнефтепровод» АО «Транснефть – Север»
			Лесотундровая, северотаежная	ООО «Транснефть-Восток» ООО «Транснефть-Дальний Восток» ОАО «Сибнефтепровод» АО «Транснефть – Север»
2	Б	Умеренный пояс	Среднетаежная	ООО «Транснефть-Восток» ООО «Транснефть-Дальний Восток» ОАО «Сибнефтепровод» ОАО «Северо-Западные МН» АО «Транснефть – Север»

					Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Харитонов А.Д.			Расчетно-технологическая часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В.К.					81	121
Консульт.						ТПУ гр. 2Б4Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Средняя температура января $-21,7^{\circ}\text{C}$. Средняя годовая температура $-2,5^{\circ}\text{C}$. Исходные данные представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2.

Исходные данные

Исходная величина	Значение
Номинальный объём РВС	20000 м ³
Продукт хранения	нефть
Плотность	872 кг/м ³
Температура нефти	45 ^o C
Марка стали	C345-3
Способ сборки	листовой
Геометрия листа	1800 × 6000 мм
Тип крыши	Каркасная купольная
Период эксплуатации	25 лет

Материал стальной конструкции:

Материалом для изготовления элементов и узлов резервуара является сталь C345-3. Химический состав стали C345-3 представлен в таблице 4.3, согласно [7].

Таблица 4.3.

Химический состав стали

Сталь	Массовая доля элементов, %								
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al
C345	0,15	1,5	0,8	0,025	0,03	0,3	0,3	0,3	0,035

4.1. Свариваемость стали C345-3

Проверим данную сталь на свариваемость, для этого рассчитаем углеродный эквивалент стали по формуле:

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{P}}{2}; \quad (4.1.1)$$

Подставляем данные из таблицы в формулу:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,15 + \frac{1,5}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{40} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,03}{2} = 0,54;$$

Так как углеродный эквивалент $C_{\text{ЭКВ}} > 0,45$, то при сваривании заготовок из данной стали потребуется предварительный прогрев кромок металла.

4.2. Расчет оптимальных габаритов резервуара

Основными габаритами резервуара являются высота H и радиус R . Для заданного резервуара расход на днище, покрытие и стенку зависит в основном от соотношения габаритов. Существуют оптимальная высота, при которой расход металла будет минимальным. [28]

Оптимальная высота определяется по формуле:

$$H_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{\gamma_c \cdot R_{wy} \cdot \Delta}{\gamma_j \cdot \rho_j \cdot g}}; \quad (4.2.1)$$

где γ_c – коэффициент условия работы конструкции ($\gamma_c = 0,8$);

ρ_j – плотность жидкости;

R_{wy} – расчетное сопротивление стыкового шва на растяжение;

$$R_{wy} = 0,85 \cdot R_y = 0,85 \cdot \frac{\sigma_T}{\gamma_m} = 0,85 \cdot \frac{345 \cdot 10^6}{1,025} = 286,1 \cdot 10^6 \text{ Па}; \quad (5.2.2)$$

γ_m – коэффициент надежности по материалу (для стали С345 $\gamma_m = 1,025$);

Δ – сумма приведенных толщин днища и покрытия $\Delta = 1,8$ см;

γ_j – коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_j = 1,1$;

$$H_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot 286,1 \cdot 10^6 \cdot 0,018}{1,1 \cdot 850 \cdot 9,81}} = 21,19 \text{ м};$$

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количество поясов определим по формуле:

$$n_{\text{п}} = \frac{H}{h_{\text{л}}} = \frac{21,19}{1,79} = 11,83; \quad (4.2.3)$$

Где $h_{\text{л}}$ – высота листа, с учетом обработки кромок; строжка кромок листового проката вдоль листа $\Delta a = 5$ мм, $a = 1500$ мм из начальных условий.

$$h_{\text{л}} = a - 2 \cdot \Delta a = 1800 - 2 \cdot 5 = 1790 \text{ мм};$$

Тогда количество поясов примем, округлив расчетное значение до целого, $n_{\text{п}} = 12$.

Следовательно, фактическая высота резервуара будет равна:

$$H_{\text{факт}} = h_{\text{л}} \cdot n_{\text{п}} = 1,79 \cdot 12 = 21,48 \text{ м};$$

Определяем длину развертки стенки:

$$L = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H_1}}; \quad (4.2.4)$$

$$L = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{20000}{3,14 \cdot 21,48}} = 108,17 \text{ м};$$

Количество листов в поясе:

$$n = \frac{L}{l_{\text{л}}} = \frac{108,17}{5,98} = 18,09; \quad (4.2.5)$$

Где $l_{\text{л}}$ – длина листа, с учетом обработки кромок; строжка кромок листового проката в поперечном направлении $\Delta b = 10$ мм, $b = 6000$ мм из начальных условий.

$$l_{\text{л}} = b - 2 \cdot \Delta b = 6000 - 2 \cdot 10 = 5980 \text{ мм};$$

Тогда количество листов в поясе примем, округлив расчетное значение до целого, $n_{\text{п}} = 18$.

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим фактическую длину развертки:

$$L_{\text{факт}} = n_{\text{п}} \cdot l_{\text{л}} = 18 \cdot 5,98 = 107,64 \text{ м}; \quad (4.2.6)$$

Определим радиус резервуара:

$$r = \frac{L_{\text{факт}}}{2 \cdot \pi} = \frac{107,64}{2 \cdot 3,14} = 17,13 \text{ м}; \quad (4.2.7)$$

Проведем проверку наших расчетов:

Определяем фактический объём резервуара:

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot r^2 \cdot H_{\text{факт}} = 3,14 \cdot 17,13^2 \cdot 21,48 = 19801,5 \text{ м}^3; \quad (4.2.8)$$

Рассчитаем погрешность оптимальных габаритов:

$$\delta = \left| \frac{V_{\text{факт}} - V}{V} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{19801,5 - 20000}{20000} \right| \cdot 100\% = 0,99\% \quad (4.2.9)$$

Так как погрешность не превышает 5%, следовательно принимаем $V = 19801,5 \text{ м}^3$, $R = 17,13 \text{ м}$.

4.3. Расчет номинальной толщины стенки резервуара на прочность

Номинальные толщины поясов стенки резервуара должны назначаться по результат определения толщины поясов из условия прочности стенки при действии статических нагрузок в условиях эксплуатации и гидравлических испытаний. Расчет проводим согласно [1].

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

$$t_i = \max(t_{Ud}, t_{Ug}), \quad (4.3.1)$$

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

$$t_{Ud} = [1,05 \cdot \rho \cdot g \cdot (H - x_L) + 1,2 \cdot p] \cdot \frac{r}{R}; \quad (4.3.2)$$

t_{Ug} – номинальная толщина стенки для режима гидроиспытаний, определяемая по формуле:

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{Ug} = [1,05 \cdot \rho_g \cdot g \cdot (H_g - x_L) + 1,25 \cdot p] \cdot \frac{r}{R}; \quad (4.3.3)$$

где H – высота налива продукта при эксплуатации, м;

H_g – высота налива воды при гидроиспытаниях, м;

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

p – нормативное избыточное давление в резервуаре, МПа;

R – расчетное предельно допустимое напряжение, МПа;

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

$$R = \frac{R_{yn} \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n} = \frac{345 \cdot 0,8}{1,025 \cdot 1,1} = 244,789 \text{ МПа} \quad (4.3.4)$$

Где R_{yn} – нормативное сопротивление, принимаемое равным гарантированному значению предела текучести по действующим стандартам и техническим условиям на сталь, МПа;

γ_c – безразмерный коэффициент условий работы поясов стенки (первый пояс $\gamma_c = 0,7$, остальные пояса $\gamma_c = 0,8$), (гидроиспытания $\gamma_c = 0,9$)

γ_n – безразмерный коэффициент надежности по ответственности ($\gamma_n = 1,1$);

Минимально допустимая толщина стенки t_{min} определяется в соответствии с ПБ

$t_{min} = 8$ мм, так диаметр резервуара 34,26 м [1], с учетом минусового допуска на прокат (согласно таблице) $\delta = 0,8$ мм, а также с учетом припуска на коррозию (период эксплуатации 25 лет) $c = 0,12 \cdot 25 = 3$ мм, получим:

$$t_k = t_{min} + \delta + c = 8 + 0,8 + 3 = 11,8 \text{ мм}; \quad (4.3.5)$$

Принимаем $t_k = 12$ мм. Рассчитаем номинальную толщину стенки с учетом типа эксплуатации для каждого пояса используя MS EXCEL, результаты представлены в таблице 4.3.

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.3.

Расчетная толщина стенки резервуара

Номер пояса	t_{Ud} , мм	t_{Ug} , мм	t_i	t_k	t_{ir}
1	14,99	13,92	14,99	8	19
2	13,78	12,77	13,78		18
3	12,52	11,62	12,52		17
4	11,26	10,48	11,26		16
5	10,00	9,33	10,00		14
6	8,76	8,18	8,76		13
7	7,50	7,04	7,50		12
8	6,24	5,89	6,24		12
9	4,99	4,74	4,99		12
10	3,74	3,60	3,74		12
11	2,45	2,45	2,45		12
12	1,25	1,30	1,30		12

В колонке t_{ir} учтено, что толщина стенки резервуара не может быть меньше 12мм).

4.4. Расчет стенки резервуара на прочность

Проверочный расчет на прочность согласно [5] для каждого пояса стенки резервуара выполняется по следующему условию:

$$\sqrt{\sigma_{i1}^2 - \sigma_{i1} \cdot \sigma_2 + \sigma_2^2} \leq R; \quad (4.4.1)$$

Где σ_{i1} – осевое напряжение в i -м поясе стенки, МПа;

σ_2 – кольцевое напряжение стенки, МПа;

$$\sigma_{i1} = \frac{n_3 \cdot (G_{кр} + G_{cmi}) + \psi \cdot (n_{сн} \cdot G_{сн} + n_2 \cdot G_{вак})}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot t_i}; \quad (4.4.2)$$

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Где $G_{кр}$ – вес покрытия резервуара, Н;

G_{cmi} – вес вышележащих поясов стенки, Н;

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

$G_{вак}$ – нормативная нагрузка от вакуума на покрытие, Н;

c_B – коэффициент учитывающий снос снега с крыши под действием ветра (при $D < 60$ м, $c_B = 0,85$;

p_s – расчетная снеговая нагрузка на поверхности земли, МПа, принимается в зависимости от снегового района по СП 20.13330.2011;

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

t_i – расчетная толщина i -го пояса стенки;

n_3 – коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса ($n_3 = 1,05$);

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

ψ – коэффициент сочетаний для длительных и кратковременных нагрузка, назначаемые в соответствии с требованиями СП 20.13330.2016 ($\psi = 0,9$);

$$\sigma_2 = \frac{p_B \cdot n_B + p_v \cdot n_2}{t_{ср}} \cdot r; \quad (4.4.3)$$

p_B – нормативное значение ветровой нагрузки на резервуар, Па;

n_B – коэффициент надежности по ветровой нагрузке ($n_B = 1,4$);

$t_{ср}$ – средняя арифметическая толщина стенки резервуара, м;

Проведем вспомогательные расчеты, определим вес крыши G_K , для этого рассчитаем высоту купола крыши f_r ;

$$\frac{f_r}{D} \leq 0,05 \quad (4.4.4)$$

откуда $f_r \leq 0,05 \cdot 34,26$ и, следовательно $f_r \leq 1,713$ м

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Примем высоту крыши $f_r = 1,5$ м;

Рассчитаем площадь и объём поверхности сферической крыши

$$S_{кр} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot f_r = 2 \cdot 3,14 \cdot 17,13 \cdot 1,5 = 161,45 \text{ м}^2; \quad (4.4.5)$$

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot f_r}{6} \cdot (3 \cdot r^2 + f_r^2) = \frac{3,14 \cdot 1,5}{6} \cdot (3 \cdot 17,13^2 + 1,5^2) \\ = 693,2 \text{ м}^3; \quad (4.4.6)$$

Минимальная толщина покрытия крыши, без припуска на коррозию должна быть не менее 5 мм,

Общая толщина покрытия крыши $t_{кр}$, с припуском на коррозию:

$$t_{кр} = t_{min} + c = 5 + 3 = 8 \text{ мм}; \quad (4.4.7)$$

Вес покрытия крыши:

$$G_{кр} = S_{кр} \cdot t_{кр} \cdot \rho_{ст} \cdot g = 161,45 \cdot 0,008 \cdot 7850 \cdot 9,81 = 99464,17 \text{ Н}; \quad (4.4.8)$$

Определение веса i -го пояса резервуара:

$$G_{cmi} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot a \cdot t_i \cdot \rho_{ст}; \quad (4.4.9)$$

Определение нормативной снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию резервуара:

$$p_{сн} = c_b \cdot p_s = 0,85 \cdot 2380 = 2023 \text{ Па}; \quad (4.4.10)$$

$$G_{сн} = p_{сн} \cdot \pi \cdot r^2 = 2023 \cdot 3,14 \cdot 17,13^2 = 1865145 \text{ Н}; \quad (4.4.11)$$

Определение нагрузки от вакуума:

$$G_{вак} = \pi \cdot r^2 \cdot p_v = 3,14 \cdot 17,13^2 \cdot 250 = 230464 \text{ Н}; \quad (4.4.12)$$

Нормативное значение ветровой нагрузки:

$$p_B = W_0 \cdot k \cdot u; \quad (4.4.13)$$

W_0 – нормативное значение ветрового давления в зависимости от района строительства, согласно СП 20.13330.2016 $W_0 = 0,6$ кПа для 5 района.

k – коэффициент учитывающий изменение ветрового давления на высоте, согласно СП 20.13330.2016 $k = 1,25$;

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

u – аэродинамический коэффициент выбирается согласно СП 20.13330.2016

$u = 0,87$;

$$p_b = 0,6 \cdot 1,25 \cdot 0,87 = 0,6525 \text{ кПа};$$

Средняя арифметическая величина толщины стенок t_{cp} :

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^{12} \frac{t_{i1}}{12} = \frac{120}{12} = 10 \text{ мм}; \quad (4.4.14)$$

Расчеты напряжений произведем в MS EXCEL, результаты расчетов представлены в таблице 4.4:

Таблица 4.4.

Расчет стенки резервуара на прочность

Номер р пояса	Толщина на стенки	σ_{i1}	σ_2	$\sqrt{\sigma_{i1}^2 - \sigma_{i1} \cdot \sigma_2 + \sigma_2^2}$	R	Выполнение условия
1	15	0,164	2,079	2,002	214,19	+
2	14	0,165	2,079	2,001	244,78	+
3	13	0,167	2,079	2,001	244,78	+
4	12	0,168	2,079	2,000	244,78	+
5	10	0,173	2,079	1,998	244,78	+
6	8	0,179	2,079	1,995	244,78	+
7	8	0,179	2,079	1,995	244,78	+
8	8	0,179	2,079	1,995	244,78	+
9	8	0,179	2,079	1,995	244,78	+
10	8	0,179	2,079	1,995	244,78	+
11	8	0,179	2,079	1,995	244,78	+
12	8	0,179	2,079	1,995	244,78	+

Как видно из расчетов, стенка резервуара проверку на прочность прошла.

4.5. Расчет стенки резервуара на устойчивость

Устойчивость стенки резервуара согласно [5] считается обеспеченной при выполнении следующего неравенства:

$$\frac{\sigma_{i1}}{\sigma_{0i1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{02}} \leq 1; \quad (4.5.1)$$

σ_{0i1} – критическое осевое напряжение в i -м поясе стенки, МПа;

σ_{02} – критическое кольцевое напряжение стенки, МПа;

$$\sigma_{0i1} = C \cdot E \cdot \frac{t_i}{r}; \quad (4.5.2)$$

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

C – коэффициент зависящий от величины δ ;

$$\sigma_{02} = 0,55 \cdot E \cdot \frac{r}{H_r} \cdot \left(\frac{t_{cp}}{r}\right)^{\frac{3}{2}}; \quad (4.5.3)$$

H_r – редуцированная высота резервуара, м;

Рассчитаем коэффициент C , для этого сначала определим параметр δ :

$$\delta = \frac{r}{t_{imin}} = \frac{17,13}{0,008} = 2141; \quad (4.5.4)$$

Так как $1220 \leq \delta \leq 2500$, то

$$C = 0,085 - 2141 \cdot 10^{-5} = 0,064; \quad (4.5.5)$$

Редуцированная высота резервуара H_r

$$H_r = \sum_i h_i \cdot \left(\frac{t_{imin}}{t_{cp}}\right)^{\frac{5}{2}}; \quad (4.5.6)$$

Расчеты напряжений произведем в MS EXCEL, результаты расчетов представлены в таблице 4.5:

Таблица 4.5.

Расчет стенки резервуара на устойчивость

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Номер пояса	Толщина стенки	σ_{0i1}	σ_{02}	$\frac{\sigma_{i1}}{\sigma_{0i1}} \cdot 10^{-5}$	$\frac{\sigma_2}{\sigma_{02}}$	$\frac{\sigma_{i1}}{\sigma_{0i1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{02}}$	Контроль
1	15	11768,83	2,27	0,14	0,92	0,92	+
2	14	10984,24	2,27	0,15	0,92	0,92	+
3	13	10199,65	2,27	0,16	0,92	0,92	+
4	12	9415,06	2,27	0,18	0,92	0,92	+
5	10	7845,88	2,27	0,22	0,92	0,92	+
6	8	6276,71	2,27	0,29	0,92	0,92	+
7	8	6276,71	2,27	0,29	0,92	0,92	+
9	8	6276,71	2,27	0,29	0,92	0,92	+
9	8	6276,71	2,27	0,29	0,92	0,92	+
10	8	6276,71	2,27	0,29	0,92	0,92	+
11	8	6276,71	2,27	0,29	0,92	0,92	+
12	8	6276,71	2,27	0,29	0,92	0,92	+

Как видно из результатов расчета, устойчивость стенки можем считать обеспеченной.

4.6 Расчет теплоизоляции

Для резервуаров, расположенных в холодном климатическом поясе, согласно [23] предусмотрена теплоизоляция. Произведем расчеты количества необходимой теплоизоляции (согласно [8]) и сравним два материала: пеностекло и пенополиуретан. Исходные данные 2 для расчета представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6.

Исходные данные 2

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Физ. величина	Значение
Теплоемкость нефти	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
Средняя температура января	$-17,3 \text{ }^\circ\text{C}$
Плотность	872 кг/м^3
Температура нефти	45°C
Коэффициент теплопроводности пеностекла	$0,05 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{}^\circ\text{C}}$
Коэффициент теплопроводности пенополиуретана	$0,022 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{}^\circ\text{C}}$
Коэффициент тепловосприятости стенкой	$15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C}}$
Коэффициент теплоотдачи от стенки в окружающую среду	$29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C}}$

Наша теплоизоляция должна удовлетворять условию: падение температуры теплоносителя не более 1°C в сутки.

1) Расчет потерь тепла при охлаждении теплоносителя

$$Q = \Delta T \cdot U \cdot \rho \cdot V_{\text{н}}; \quad (4.6.1)$$

Где ΔT – охлаждение теплоносителя на $1,16 \cdot 10^{-5} \text{ К/с}$;

U – теплоемкость нефти 2100 Дж/кг К ,

ρ – плотность нефти кг/м^3 ;

$V_{\text{н}}$ – количество нефти м^3 ;

Q – потери тепла на охлаждение, Вт

Считаем что резервуар заполнен на 87%, тогда объём нефти:

$$V_{\text{н}} = 0,87 \cdot V_{\text{факт}} = 0,87 \cdot 19801,5 = 17227,3 \text{ м}^3; \quad (4.6.2)$$

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q = 1,16 \cdot 10^{-5} \cdot 2100 \cdot 872 \cdot 17227,3 = 365940,9 \text{ Дж/с} \quad (4.6.3)$$

2) Определение допустимых потерь тепла

$$S = S_{\text{пов}} + S_{\text{кр}} = 2311,91 + 161,42 = 2473,3 \text{ м}^2 \quad (4.6.4)$$

$$N = \frac{Q}{S} = \frac{365940,9}{2473,3} = 147,96 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}; \quad (4.6.5)$$

3) Проверим наш резервуар на необходимость в теплоизоляции, для этого рассчитаем его теплопотери, линейная плотность теплового потока через однослойную цилиндрическую стенку:

$$q = \frac{t - t_{\text{н}}}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}} \quad (4.6.6)$$

Где q – тепловые потери, Вт/м²;

t – температура нефти °С;

$t_{\text{н}}$ – температура окружающего воздуха, °С;

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент тепловосприятости стенкой, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}$;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи от стенки в окружающий в воздух, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}$

$\lambda_{\text{из}}$ – коэффициент теплопроводности изоляции, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$

$\delta_{\text{из}}$ – толщина изоляции, м;

$$q = \frac{45 + 24,1}{\frac{1}{15} + \frac{1}{29}} = 683,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Так как $q > N$, то резервуар нуждается в теплоизоляции.

4) Рассчитаем необходимую толщину теплоизоляционного слоя для двух материалов, исходя из допустимых потерь тепла.

$$\frac{t - t_{\text{н}}}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}} \leq N \quad (4.6.7)$$

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для пеностекла минимальная толщина слоя $\delta_{из1}$

$$\delta_{из} \geq \lambda_{из} \cdot \left(\frac{t - t_H}{N} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \quad (4.6.8)$$

$$\delta_{из1} \geq 0,05 \cdot \left(\frac{69,1}{147,96} - \frac{1}{15} - \frac{1}{14} \right) = 0,0164 \text{ м}$$

Для пенополиуретана минимальная толщина слоя $\delta_{из2}$

$$\delta_{из2} \geq 0,022 \cdot \left(\frac{69,1}{147,96} - \frac{1}{15} - \frac{1}{7} \right) = 0,0057 \text{ м}$$

По результатам расчетов видно, что пенополиуретан эффективнее защищает резервуар от потерь теплоты. Для теплоизоляции при прочих равных условий, требуется большее количества пеностекла.

					<i>Расчетно-технологическая часть</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

При строительстве резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата, составляется календарный план работ, где указано количество персонала и оборудования, а также необходимые инструменты. Затем проводится расчет затрат на строительство. Рассмотрим ресурсоэффективность на примере строительства резервуара вертикального стального 20000 м³.

6.1. Календарный план

На первом этапе определим нормы времени для строительства резервуара вертикального стального РВС 20000 м³. Время на проведение мероприятия включает в себя подготовку строительной площадки, монтирование металлической конструкции и обвалования, а также теплоизоляцию резервуар. Согласно справочнику ЕНиР Сборник Е5 «Монтаж металлических конструкций. Резервуары и газгольдеры» время на выполнение мероприятия представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1.

Время проведения работ

Наименование работ	Время, ч.
Подготовка строительной площадки	210
Установка фундамента	69
Защита свай коррозии	80
Монтаж днища	203
Монтаж стенки	480
Монтаж крыши	597
Монтаж оборудования	53

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Харитонов А.Д.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Никульчиков В.К.					96	121
<i>Консульт.</i>		Макашева Ю.С.				ТПУ гр. 2Б4Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

Монтаж обвалования	56
Дефектоскопия сварных швов	2014
Гидроиспытания	31
Теплоизоляция	123
Итого	2014

Из таблицы 6.1. следует, что общее время проведения работ:

$$T = 2014 \text{ (ч).}$$

6.2 Расчет количества необходимой специальной техники и оборудования

В процессе строительства резервуара вертикального стального РВС 20000 м³ потребуется специальная техника и оборудование, представленные в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Необходимая техника и оборудование

Наименование специальной техники и оборудования	Вид работ	Количество единиц
Автомобили бортовые, г/п до 5.	Подготовка строительной площадки	4
Автопогрузчики 5т.	Вспомогательные	4
Бульдозер ДЗ-42	Подготовка строительной площадки, обвалование	3
Экскаваторы одноковшовые, 0,65 м ³	Подъем и перемещение различных грузов	2
Автосамосвал Камаз-5511	Перевозка навалочных и сыпучих грузов	3
Корчеватели-сборатели с трактором 79 кВт	Подготовка строительной площадки	2

Полуприцеп и тягач Камаз-5410+ОААЗ-9370	Транспортировка различных грузов к месту производства работ	4
Аппарат сварочного тока РС-250.33	Сварочные работы	4
Трансформатор сварочный ТДМ-503У2	Понижение напряжения сети при выполнении сварочных работ	1
Агрегаты окрасочные	Окраска поверхностей	4
Бетономешалка	Строительство фундамента	1
Итого		32

Из таблицы 2 следует, что для строительства резервуара вертикального стального требуется 32 едини специальной техники и оборудования.

6.3. Затраты на амортизационные отчисления

Затраты на амортизационные отчисления определяются, исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части.

В таблице 6.3. представлен расчет амортизационных отчислений при строительстве резервуара вертикального стального РВС 20000 м³. [15]

Таблица 6.3.

Расчет амортизационных отчислений

Объект	Стоимость руб.	Норма амортизации и %	Сумма амортизации в год, руб.	Сумма амортизации в час, руб.	Кол-во	Время работ, час.	Сумма амортизации, руб.

Одноковшовый экскаватор ЭО- 2621	10060000	11,1	1116660	127,47	2	832	212111
Бульдозер ДЗ- 42	9980000	16,7	1666660	190,25	3	610	348158
Кран автомобильный КС-6471	3800000	10	380000	43,37	3	1824	237321
Автосамосвал Камаз-5511	3500000	12,5	437500	49,94	3	2014	301738
Корчеватель- собиратель	2524000	12,5	132750	36,01	2	300	21610
Полуприцеп и тягач Камаз- 5410+ОААЗ- 9370	1100000	12,5	137500	15,7	4	1824	114547
Аппарат сварочного тока РС-250.33	110000	20	22000	2,51	4	1280	12851
Трансформатор сварочный ТДМ-503У2	50000	16,7	8350	0,95	1	1280	1216
Агрегатор окрасочный	50544	14,3	7227,79	0,83	4	192	637
Бетономешалка	3303700	14,3	472429,1	53,93	1	157	8467
Итого, руб.							1258656

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

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение

Лист

99

Из таблицы 6.3. следует, что общая сумма амортизационных отчислений составляет 1258656 рублей.

6.4 Расчет затрат на материалы

Стоимость материалов на проведение строительства резервуара вертикального стального приведена в таблице 6.4. [17]

Таблица 6.4.

Стоимость материалов для строительства

Наименование материалов	Ед. измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Спецодежда и СИЗ	шт.	55	10000	55000
Топливо (дизельное)	л.	22000	38,40	8448000
Сталь 09Г2С	т	430	100000	43000000
Пеностекло	0,018 м ³	6870	500	3435139
Фундамент	м ³	13618	2500	34000000
Итого, руб.				88938139

Из таблицы 4 следует, что затраты на материалы составляет 93938139 рублей.

6.5 Расчет затрат на оплату труда

К расходам на оплату труда относятся:

- суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда;
- надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и других.

Таблица 6.5.

Расчет заработной платы

Профессия	Разряд	Кол-во	Тарифная ставка, руб./час	Время на проведение, ч.	Тарифный фонд, ЗП, руб.	Северный и районный коэф., 30 %	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Начальник участка	6	1	280	18	749000	224700	973700
Мастер	5	1	160	2675	428000	128400	556400
Инженер	5	2	158	2675	845300	253590	1098890
Машинист крана	6	3	140	2675	1123500	337050	1460550
Машинист бульдозера	4	2	112	2675	599200	179760	778960
Машинист экскаватора	6	2	144	2675	770400	231120	1001520
Машинист корчевателя	6	2	144	2675	770400	231120	1001520
Помощник машиниста	5	2	120	2675	642000	192600	834600
Землекоп	6	2	80	2675	428000	128400	556400
Плотник	6	2	95	2675	508250	152475	660725
Арматурщик	5	2	105	2675	561750	168525	730275
Сварщик	5	2	210	2675	1123500	337050	1460550
Монтажник конструкций	6	2	135	2675	722250	216675	938925

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

Изолировщик	5	2	145	2675	775750	232725	1008475
Итого							12948650

Исходя из полученных значений заработной платы с учетом надбавок, можно сделать вывод, что оплата труда всех задействованных в мероприятии работников составляет 12948650 рублей.

6.6. Расчет затрат на страховые взносы

Затраты на страховые взносы в Пенсионный фонд, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования и обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве при строительстве резервуара вертикального стального РВС 20000 м³ представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6.

Расчет страховых взносов при капитальном строительстве резервуара
вертикального стального

Показатель Профессия	Кол-во работни ков	ЗП, руб.	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	ПФР (22%)	Страхова ние от несчаст. случаев	Всего, руб.
Начальник участка	1	973700	28237,3	49658,7	214214	8763,3	300873,3
Мастер	1	556400	16135,6	28376,4	122408	5007,6	171927,6
Инженер	2	1098890	31867,8	56043,3	241756	9890,1	339557
Машинист крана	3	1460550	42355,9	74488,0	321321	13144,9	451310
Машинист бульдозера	2	778960	22589,8	39726,9	171371	7010,6	240698,6
Машинист экскаватора	2	1001520	29044,1	51077,5	220334	9013,7	309469,7
Машинист кустореа	2	731520	29044,1	51077,5	160334	9013,7	239469,7
Водитель техники	6	434600	24203,4	42564,6	183612	3721,4	375891,4

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение

Лист

102

Землекоп	2	556400	16135,6	28376,4	122408	5007,6	171927,6
Плотник	2	660725	19161,1	33696,9	145359	5946,5	204164
Арматурщик	2	730275	21177,9	37244,1	160660	6572,5	225655
Сварщик	3	1460550	42355,9	74488,1	321321	13144,9	688310
Монтажник	2	938925	27228,8	47885,1	206563	8450,3	290127,8
Изолировщи к	2	1008475	29245,7	51432,2	221864	9076,3	311618,8
Общая сумма, руб.	4321001						

Исходя из полученных значений общая сумма страховых взносов при строительстве резервуара вертикального стального РВС 20000 м³ составляет 4321001 рублей.

6.7. Расчет затрат на проведение мероприятия

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяем общую сумму затрат на проведение организационно-технического мероприятия (Таблица 6.7).

Таблица 6.7.

Затраты на проведение мероприятия

Затраты	Сумма затрат, руб.
Амортизационные отчисления	1258656
Затраты на материалы	88938139
Оплата труда	12948650
Страховые взносы	4321001
Накладные расходы (20 %)	22369899
Всего затрат:	136219391

Исходя из таблицы 6.7. затраты на строительство резервуара вертикального стального РВС 20000 м³ составят 136219391 руб.

Таким образом, в результате проведения экономического расчета стоимости строительства резервуара вертикального стального РВС 20000 м³ было определено, что полная стоимость проведения данных работ составляет 136219391 рубль.

					<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Лист</i>
						104
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Строительство резервуаров вертикальных стальных сопровождается вредными и опасными факторами производства. Для защиты работников предприятия разрабатывается социальная ответственность, обеспечивающая безопасную жизнедеятельность человека, которая в основном зависит от правильной оценки производственных факторов. Производственные факторы могут вызвать изменения в организме человека. Факторами служат производственная среда, умственная и физическая нагрузка, нервное напряжение, эмоциональное напряжение, климат и сочетание причин.

Социальная ответственность предприятия – это не только реализация своих экономических целей и интересов, но и учет социальных последствий воздействия деловой активности на собственный персонал, потребителей и организации, совместно с которыми осуществляется та или иная деятельность.

7.1. Производственная безопасность

Производственная (трудовая) безопасность – это комплексная система мер защиты человека на производстве от различных вредных и опасных факторов, которые могут повлиять на здоровья и жизнь человека. Комплексную систему составляют правовые, организационные, экономические, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические меры защиты.

В моей работе рассматриваются современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в умеренно-холодном и холодном климатах. В геоморфологическом плане районы этих климатических зон представляет собой в основном равнины с большим количеством рек. Грунты в умеренно – холодном климате преимущественно песчаники, глины, суглинки, а в холодном - вечномёрзлые грунты. [18]

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Харитонов А.Д.</i>			Социальная ответственность	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никульчиков В.К.</i>					105	121
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр. 2Б4Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Строительство (монтаж) оснований РВС является работой повышенной опасности вследствие потенциальной возможности влияния опасных и вредных факторов (табл.7.1).

Вредные и опасные производственные факторы подразделяются:

1) физические факторы к ним относят: влияние температуры, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение, производственный шум; вибрация; аэрозоли; освещение — естественное, искусственное (недостаточная освещенность, пульсация освещенности, избыточная яркость, высокая неравномерность распределения яркости, прямая и отраженная слепящая блескость); электрически заряженные частицы воздуха – аэроионы;

2) химические вещества, смеси, в т.ч. некоторые вещества биологической природы, получаемые химическим синтезом и/или для контроля, которых используют методы химического анализа;

3) биологические.

Таблица 7.1.

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при строительстве РВС 20000 м³

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
	Физические		
Строительство резервуара РВС 20000 м ³		Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)	ГОСТ 12.1.003-74 ССБТ БСН 274-88
		Электробезопасность	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ ГОСТ 12.1.038-82
		Пожаробезопасность	ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ ФЗ – от 22.07.2013г. №123

			СО 03-06-АКТНП-006-2004
	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны		СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 2.04.05.86 РД 102-76-87
	Повышение уровней шума		ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ СНиП 23-03-2003 СН 2.2.4/2.1.8.562-96
	Повышение уровней вибрации		ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ
	Недостаточная освещённость рабочей зоны		СП 52.13330.2011 ГОСТ 12.1.046-85 ССБТ
	Химические		
	Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны		ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ
	Биологические		
	Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися		ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ

7.2. Анализ выявленных вредных факторов и мероприятий, направленных на их устранение

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать в будущем на организм человека во время строительства оснований РВС 20000 м³, а также способы предупреждения и защиты от этих факторов.

					Социальная ответственность	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны

Строительство РВС происходит на открытом воздухе в условиях холодного климата. Перепады температур колеблется в зимний период от -15°C до -35°C, а в летний период от +8°C до +35°C.

В условиях холодного климата используется понятие жесткость погоды (эквивалентная температура, измеряемая в градусах Цельсия, равная сумме отрицательных температур и силе ветра в м/с). Жесткость погоды по характеру воздействия на организм человека подразделяется на 3 степени:

I – при эквиваленте температуры до -25°C;

II – при эквиваленте температуры от -25,1°C до -30°C;

III – при эквиваленте температуры от -30,1°C до -45°C

Для периодического обогрева и отдыха работников предусматриваются помещения, где поддерживается температура около от +24°C до +26°C, и относительная влажность должна находиться в пределах 40-60%. Для поддержания микроклимата предусматриваются приточная и вытяжная вентиляции, и нагревательные элементы.

В обеденный перерыв люди должны быть обеспечены ежедневным трехразовым горячим питанием. Начинать работы на холоде нужно не ранее чем через 10 минут после приема пищи. Работников необходимо доставлять на строительную площадку в утепленном транспорте. Время на доставку работников в холодное время не должно превышать одного часа. Перевоз людей в транспорте без автономного обогрева запрещается.

Во избежание перегрева в жаркое время года необходимо организовать рациональный режим трудового дня путем сокращения рабочего времени для введения перерыва на отдых. Кроме того, необходимо использовать средства индивидуальной защиты.

– Повышение уровней шума

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и

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

сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Основными источниками шума при строительстве РВС 20000 м³ являются автомобильный транспорт, тяжелая техника и различные агрегаты.

Коллективные средства и методы защиты:

- 1) использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи);
- 2) средств звукопоглощения.

Необходимо использовать индивидуальные средства защиты такие, как заглушки-вкладыши (однократного применения – «беруши», либо многократного использования), с более высоким уровнем звукового давления необходимо использовать наушники.

При длительном нахождении в зоне звукового давления необходимы перерывы на отдых, в специальных помещениях оборудованных звуковой изоляцией.

– Повышения уровня вибрации

Вибрация, создаваемая машинами, механизированным инструментом и оборудованием, способна привести к нарушениям в работе и выходу из строя машин, кроме того может послужить причиной поломки либо деформации других технических и строительных объектов, что может повлечь за собой аварийную ситуацию, в которой работник может получить травму. При строительстве резервуаров вертикальных стальных возникает вибрации:

- 1) транспортные;
- 2) общие вибрации передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- 3) местные (локальные) передаются через руки человека.

Источниками вибраций являются тяжелые грузовые машины (краны, бульдозеры, самосвалы, тягачи и пр.), кроме того механизмы с возвратно

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

поступательными движениями (вибромолоты, перфораторы, шлифовальные машины).

Допустимый уровень вибраций с использованием логарифмического уравнениями виброскорости равен от 115 до 109 дБ.

Основой профилактики вибрационной болезни является работа с машинами параметры вибраций, которых должны находиться в пределах санитарных норм и правил. Продолжительность рабочего времени на машинах и агрегатах, которые создают вибрации, не должна превышать 2/3 рабочей смены. Во время перерывов на отдых необходимо проводить гимнастику.

– Недостаточная освещенность рабочей зоны

При подготовительных работах и монтаже оснований РВС 20000 м³ необходимо предусмотреть общее равномерное освещение. Для освещения необходимо использовать типовые стационарные и передвижные осветительные установки, при этом освещение не должно быть 2 лк. При разгрузочных работах строительных конструкций днища РВС 20000 м³ с помощью кранов, освещенность должна быть не менее 10лк. При работе внутри и снаружи резервуара по всей высоте освещенность должна быть равна не менее 30 лк, а в дневное время освещенность необходимо повысит до 100 лк. Освещение внутри резервуара обеспечивают светильниками напряжением 12 В (типа переносных) с питанием от разделительных трансформаторов.

– Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

При планировочных работах, работой с тяжелой техникой и автомобилями, человек подвергается воздействию пыли и вредных газообразных веществ на строительной площадке. Необходимо производить своевременный и полный контроль воздушной среды с помощью газоанализатора, или рудничной лампы.

Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать предельно допустимая концентрация (ПДК). ПДК – это максимальные концентрации, которые, воздействуя на людей при их ежедневной, кроме выходных дней, работе продолжительностью 8 ч (или другой

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

продолжительностью, но не более 40 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа не оказывает вредного влияния на человека и последующих поколений в свете современных знаний медицины.

– Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися

В весенне-летний период повсеместно обитают кровососущие насекомые, такие, как гнус и клещи, являющиеся переносчиками тяжелых заболеваний, в том числе клещевого энцефалита, болезни Лайма. Необходимо обеспечить сотрудников, работающих под открытым небом средствами индивидуальной защиты (противоэнцефалитный костюм, специальные химические средства индивидуальной защиты от кровососущих насекомых).

Все сотрудники должны пройти вакцинацию против клещевого энцефалита, и от других заболеваний (столбняк, сибирская язва и др.). В медпункте должен содержаться запас противовирусных препаратов.

Работники должны быть проинструктированы об оказании первой помощи при укусах змей, и клещей. [24]

7.3. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать в будущем на организм человека во время строительства оснований РВС 20000 м³, а также способы предупреждения и защиты от этих факторов, а также средства и способы, направленные на снижения или устранения этих факторов.

– Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, в том числе грузоподъемные, являются потенциальным источником производственных травм. Особо хочется отметить работу с кранами и

					Социальная ответственность	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

бульдозерами в процессе работы по разгрузки, либо монтажа стальных конструкций.

При разгрузке и погрузке рулонов днища РВС 20000 м³, либо других строительных конструкций люди должны находиться в зоне, обеспечивающей их безопасность при обрыве любого из канатов и скатывании рулонов. При перекачивании рулонов запрещено нахождения людей как перед рулоном, так и сзади на расстоянии не менее 10 м.

При разворачивании днища РВС 20000 м³, работающий персонал не должен находиться перед рулоном на расстоянии 15 м, кроме того запрещается нахождения людей ближе 15 м от каната, разворачивающего рулон.

Все сотрудники должны иметь соответствующие допуски к работе и должны быть проинструктированы с безопасными методами ведения работ, и ознакомлены с содержанием ППР.

– **Электробезопасность**

Согласно статистическим данным поражения током на производстве занимает одно из первых мест среди производственных травм. Поражения электрического тока происходит при контакте человека и источником напряжения, при соприкосновении с проводниками, находящимися под напряжением человек становится частью эклектической цепи.

– **Основные способы и средства электрозащиты:**

Изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль, одна из основных мер электробезопасности. Согласно ПУЭ (Правила устройства электроустановок) сопротивление изоляции токопроводящих частей электрических установок относительно земли должно быть не менее 0,5–10 МОм.

Установка оградительных устройств необходимы для защиты от возможного случайного проникновения и тем более прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

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

Зануление – способ защиты при, котором автоматически отключается поврежденный участок сети и одновременно снижается напряжение на корпусах оборудования.

Необходимо использовать средства индивидуальной электробезопасности такие как, диэлектрические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки.

Сварщиков необходимо обеспечить специальной одеждой и обувью, средствами защиты головы (касками), защитными щитками и масками, очками и прочим, обеспечивающую защиту от искр и расплавленного металла.

7.4. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность является одним из ключевых факторов в жизнедеятельности человека, сохранение его здоровья, комфортного состояния и минимальное влияния на окружающую среду.

Безусловно, что при строительных работах возникает пагубное влияние на окружающую среду: разрушается плодородный слой почвы, загрязняется атмосфера, и неизбежно происходит загрязнения водоемов и рек.

Для недопущения повышения уровня загрязнения окружающей среды, локализации и уменьшения активности опасных природных процессов, необходимо провести все охранные и природоохранные мероприятия, как в процессе строительства, так и в период дальнейшей эксплуатации объекта.

Загрязнение атмосферы от работы тяжелой техники и других агрегатов происходит только в период производства работ и является временным.

Контроль за выполнением природоохранных требований должен производиться контролирующими природоохранными организациями, с использованием инженерно-экологического мониторинга.

7.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одним из наиболее опасных объектов являются резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов. Причина этого заключается в высокой

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

взрывопожароопасности хранимых продуктов, больших размерах конструкции и связанной с этим большой длинной сварных соединений, а также возможные нарушения правил строительства и эксплуатации.

К аварийным ситуациям (отказам) относят:

- нарушение работоспособности резервуаров, связанное с нарушением герметизации (дефекты сварных соединений, коррозионные износ днища и первого пояса, неоднородная осадка основания, приводящая к образованию трещин и разрушению);
- нарушение правил промышленной безопасности при проведение подготовительных работ и дальнейшей эксплуатации резервуара;
- стихийные бедствия (молния, осадки, ветер, землетрясение и пр.);
- пожаровзрывоопасность

Все резервуарные парки, в состав которых входят резервуары, объемом 20000 м³ должны быть оборудованы системами автоматической пожарной защиты.

Резервуарные парки необходимо оборудовать системой обвалования резервуаров, для недопущения распространения огня. Резервуары необходимо обеспечить автоматическими установками пожаротушения.

- пожарно-насосных станций пенного пожаротушения с сетью трубопроводов, запорной арматурой и резервуарами, предназначенными для хранения воды и пенообразователя;
- электрооборудования и электроснабжения.

Все резервуары от 20000 м³ и более должны быть оборудованы системой автоматической пожарной сигнализацией, включающей в себя комплекс автоматических установок охлаждения горящего резервуара и тушения пожара нефтепродукта в нем.

Оборудуется пожарный пост, который должен работать в круглосуточном режиме с постоянным дежурством людей, и находящийся за пределами обвалования. Пожарный пост оборудуется приборами, в состав

					Социальная ответственность	Лист
						114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

которых, наряду с прочими, должны входить световая и звуковая сигнализация.

Для сохранения работоспособности стационарной установки тушения пожара нефтепродукта в резервуаре, либо ее элементов в условиях пожара, необходимо использовать огнезащитные покрытия, несгораемую теплоизоляцию и тепловые экраны, для обеспечения устойчивости к тепловому воздействию пожара в течение не менее 60 минут.

При работе с пенообразователями опасность воздействия на организм человека не должна превышать 3-й класс опасности. Сотрудники при работе связанной с пенообразователями (разгрузка, промывка аппаратуры и пр.) должны исключить возможность попадания его на кожу, глаза и в желудочно-кишечный тракт. Сотрудники обеспечиваются средствами индивидуальной защиты: непромокаемой спецодеждой, резиновыми сапогами, защитными очками, и прорезиненными рукавицами. Сотрудники, работающие с пенообразователями, должны проходить медицинский осмотр не реже 1 раза в год.

При выполнении аварийно-восстановительных работ персонал пользуется существующей мобильной радиотелефонной связью. Все отказы в работе резервуаров подлежат отдельному расследованию и учету действующей комиссией, состоящей из председателя (заместителя начальника цеха), ведущего технолога, механика цеха, мастера участка, специалистов по ОТ и ПБ, службы охраны окружающей среды и бухгалтерии.

Комиссия устанавливает причины аварии, конкретных виновников, намечает необходимые мероприятия по предупреждению подобных аварий в дальнейшем. По окончании расследования необходимо составить, подписать и утвердить в двух экземплярах акт «Порядок проведения работ по установлению причин инцидентов на опасных производственных объектах».

Все отказы необходимо зарегистрировать в журналах учета отказов в течение 24 часов с момента их возникновения.

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

7.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовой основой обеспечения безопасности на рабочем месте является целый ряд законодательных актов: федеральные законы, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, приказы, директивы, инструкции, наставления и другие нормативные акты министерств и ведомств, правовые акты субъектов Российской Федерации и муниципальных образований (указы, постановления), приказы (распоряжения) руководителей организаций (учреждений, объектов). [20]

Для обеспечения эффективной работы системы управления охраной труда на предприятиях законодательные акты устанавливают:

- 1) права и обязанности по охране труда сторон, участвующих в трудовом процессе;
- 2) порядок подготовки работников по охране труда (обучение, квалификация и инструктаж);
- 3) порядок допуска людей к работе;
- 4) порядок запрещения работы предприятий;
- 5) порядок расследования и учет несчастных случаев;
- 6) гарантии реализации права работников на охрану труда;

Все вновь принятые работники, в том числе и командировочные, могут быть допущены к работе только после вводного (общего) инструктажа по технике безопасности, производственной санитарии и оказанию доврачебной помощи, а также инструктажа непосредственно на рабочем месте.

Повторный инструктаж проводят для всех рабочих не реже одного раза в три месяца для периодической проверки знаний правил техники безопасности рабочими. Строителям приходится выполнять процессы в постоянно изменяющейся обстановке: меняется положение рабочего места по мере возведения резервуара, перемещаются и сами рабочие вместе со своим инструментом и инвентарем; одни производственные процессы сменяются другими; появляются новые механизмы, материалы, строительные детали.

					Социальная ответственность	Лист
						116
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Внеплановый инструктаж проводят:

- при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению. Целевой инструктаж проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по профессии работника (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия и т.п.), при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф.

Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы с оформлением наряда-допуска на огневые, газоопасные и другие работы повышенной опасности, проводит ответственный за безопасное производство работ и с записью в наряде-допуске.

Проведение всех видов инструктажей и стажировки оформляется в Журнале регистрации инструктажей персонала на рабочем месте с указанием причины их проведения.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ современных методов строительства резервуаров вертикальных стальных в умеренно-холодном и холодном климате. Найдены способы улучшения конструкции резервуара, влияющие на его эксплуатационные характеристики. Применение нового теплоизоляционного материала позволяет быстрее проводить работы по теплоизоляции резервуара. Применение летучих ингибиторов коррозии совместно с катодной защитой металлоконструкции резервуара позволяет увеличить срок эксплуатации и качество защищенности резервуара, так как молекулы ЛИК проникают в труднодоступные места, которые могут быть пропущены катодной защитой.

Проведен расчет оптимальных габаритов резервуара типа РВС 20000 м³, из расчетов следует что высота резервуара 21,48 м, а радиус 17,13 м. Проведен расчет номинальной толщины стенки резервуара с учетом минусового допуска на прокат, припуска на коррозию и минимально допустимой толщины стенки для конструкции РВС 20000 м³. Номинальная толщина стенки равна 12 мм. Исходя из этих параметров, провели проверочный расчет стенки резервуара на прочность и устойчивость, по результатам расчетов можно сделать вывод, что условия для прочности и устойчивости выполняются. В условиях холодного климата проведён расчет количества теплоизоляционного материала, по результатам которого видно, что при прочих равных условиях, требуется меньшее количество пенополиуретана, чем пеностекла.

Проанализированы современные методы оценки качества строительных работ. Лазерное сканирование является более точным методом, чем электронный тахеометр для выявления дефектов и отклонений при проверке СМР, однако и более дорогим. В связи с этим используется и тот и другой.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата</i>			
Разраб.		Харитонов А.Д.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В.К.					118	121
Консульт.						ТПУ гр. 2Б4Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия.
2. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология.
4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия.
5. РД-23.020.00-КТН-170-13 Требования к монтажу металлических конструкций резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов на объектах нового строительства технического перевооружения и реконструкции.
6. РД-23.020.00-КТН-018-14 Нормы проектирования резервуаров вертикальных стальных для нефти и нефтепродуктов.
7. ГОСТ 27772-2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.
8. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
9. СТП-27.220.00-КТН-091-13 Тепловая изоляция резервуаров вертикальных стальных»
10. ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
11. Балшикеева К. С. Современное геодезическое обеспечение внедрения трехмерного лазерного сканирования в строительстве // Молодой ученый. — 2015. — №11. — С. 264-266. [Электронный ресурс]. URL <https://moluch.ru/archive/91/19110/> (дата обращения: 14.05.2018).
12. СП 52-105-2009 Железобетонные конструкции в холодном климате и на вечномёрзлых грунтах.

					<i>Современные методы строительства резервуаров вертикальных стальных в условиях умеренно-холодного и холодного климата</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Харитонов А.Д.			Список литературы	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Никульчиков В.К.					119	121
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр. 2Б4Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

13. РД-23.020.00-КТН-017-15 Лазерное сканирование резервуаров.
14. ОР-17.040.00-КТН-200-16 Методика измерения отклонения от вертикали образующих стенки резервуара электронным тахеометром при выполнении работ по монтажу, ремонту, техническому перевооружению и всех видов технического диагностирования.
15. СНиП 1.04.03-85 Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.
16. Антикоррозионная защита. Летучие ингибиторы коррозии CORTEC [Электронный ресурс]. URL:<https://cotrec.ru/> (Дата обращения 18.05.2018).
17. СНиП 92-01-95 Разработка и применение норм и нормативов расхода материальных ресурсов в строительстве.
18. ГОСТ 12.1.044 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
19. ЕНиР Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Выпуск 2. Резервуары и газгольдеры.
20. ФНиП «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности» от 12.03.2013 №101.
21. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
22. Бородавкин П.П. Механика грунтов. Учеб. Для ВУЗов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 349 с.
23. РД-13.020.40-КТН-208-14 Рекультивация Земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте.
24. ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда.
25. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
26. ГОСТ 20244-94 Материалы строительные. Метод испытания на горючесть.
27. ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.

					Список литературы	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

28. Нехаев Г.А. Проектирование и расчет цилиндрических стальных резервуаров и газгольдеров низкого давления–: Изд. АСВ, 2005 – 216с.
29. ГОСТ 51774–2001 Тахеометры электронные.

					<i>Список литературы</i>	<i>Лист</i>
						121
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		