

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Эксплуатация и техническое обслуживание резервуаров вертикальных стальных типа РВС 10000 м ³

УДК: 622.692.23-025.71-034.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Е5А	Лукашенко Никита Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Манабаев К.К.	к.ф. - м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трубченко Т.Г	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Брусник Олег Владимирович	К.П.Н		

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
P1	Приобретение <i>профессиональной эрудиции и широкого кругозора</i> в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7) (ЕАС-4.2a) (АВЕТ-3А)
P2	Уметь анализировать <i>экологические последствия</i> профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение <i>безопасных условий труда</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.
P3	Уметь <i>самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3i), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23
P4	Грамотно решать <i>профессиональные инженерные задачи</i> с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3e)
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P5	Управлять <i>технологическими процессами</i> , эксплуатировать и обслуживать <i>оборудование нефтегазовых объектов</i>	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)
P6	внедрять в практическую деятельность <i>инновационные подходы</i> для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P7	Эффективно работать <i>индивидуально и в коллективе</i> по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)
P8	Осуществлять <i>маркетинговые исследования</i> и участвовать в создании проектов, повышающих <i>эффективность использования ресурсов</i>	Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые <i>данные</i> для экспериментально-исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием	Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,) (АВЕТ-3b)

	<i>современных методов моделирования и компьютерных технологий</i>	
<i>в области проектной деятельности</i>		
P11	Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования 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 (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30) (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Уровень образования: Бакалавриат

Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Период выполнения: Весенний семестр 2020 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)
	Основная часть	
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Манабаев К.К.	к.ф.- м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е5А	Лукашенко Никита Алексеевич

Тема работы:

Эксплуатация и техническое обслуживание резервуаров вертикальных стальных типа РВС 10000 м ³	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования: Резервуар вертикальный стальной 10000м ³ Изучение особенностей технического обслуживания и эксплуатации вертикальных стальных резервуаров и последующий проверочный аналитический расчет основных узлов РВС в зависимости от места расположения. Режим работы: круглосуточный.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е5А	Лукашенко Никита Алексеевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Должностной оклад научного руководителя составляет 34000 руб. 2. Должностной оклад инженера 22000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: 30 % премии к заработной плате 20 % надбавки за профессиональное мастерство, 1,3 - районный коэффициент для расчета заработной платы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Общая система налогообложения с учетом льгот для образовательных учреждений, в том числе отчисления во внебюджетные фонды - 27,1%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1.1. Описание потенциальных потребителей; 1.2. Анализ конкурентных технических решений; 1.3. SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2.1. Планирование работ; 2.2. Разработка графика Ганта. 2.3. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
3. Ресурсоэффективность	1. Определение интегрального показателя эффективности научного исследования. 2. Расчет показателей ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График проведения и бюджет НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Е5А	Лукашенко Никита Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е5А	Лукашенко Никита Алексеевич

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Тема ВКР:

Эксплуатация и техническое обслуживание резервуаров вертикальных стальных типа РВС 10000 м ³	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования является Резервуар вертикальный стальной 10000м³.</p> <p>Рабочей зоной является резервуарный парк.</p> <p>Расчет резервуара вертикального стального наземного 10000 м³.</p> <p>Область применения нефтегазовая отрасль.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>Трудовой кодекс РФ: ст. 92 ТК РФ, ст. 117 ТК РФ, ст. 147 ТК РФ.</p> <p>Правила безопасности в газовом хозяйстве; ПБ 12-529-83 предприятий".</p>
2. Производственная безопасность 2.1. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>2.1. К вредным факторам относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенный уровень вибрации; – повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны; <p>2.2. К опасным факторам относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пожаровзрывобезопасность на рабочем месте; – Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования – Поражение электрическим током
3. Экологическая безопасность:	<p>Влияние на атмосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Загрязнение газового пространства <p>Влияние на гидросферу:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – Загрязнение грунтовых вод и рек при разливах РВС. <p>Влияние на литосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Повреждением почвенно-растительного покрова при монтаже РВС. – Загрязнение почвы нефтепродуктами при разливе. — объектов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> — Сезонные наводнения, — Сильные морозы, — Разлив, — Взрывы паровоздушных смесей <p>Наиболее типичная ЧС: Отравление парами нефтепродуктов.</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Е5А	Лукашенко Никита Алексеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 88 с., 10 рис., 22 табл., источников, формулы.

Ключевые слова: Эксплуатация РВС, монтаж РВС, резервуар, аналитический расчет РВС.

Объектом исследования является: Резервуар вертикальный стальной в Раменском районе Московской области, административный центр сельского поселения Константиновское на территории нефтебазы

Цель работы – изучение особенностей технического обслуживания и эксплуатации вертикальных стальных резервуаров и последующий аналитический расчет основных узлов РВС в зависимости от места расположения.

При проведении исследования был произведен аналитический расчет основных конструкций резервуара таких, как основание (днище), стенка и крыша.

Область применения: нефтегазовая отрасль.

Определения, обозначения и сокращения

Резервуар – это вертикальная ёмкость, наземное объёмное строительное сооружение, предназначенное для приёма, хранения, подготовки, учёта (количественного и качественного) и выдачи жидких продуктов.

Резервуарный парк – это группа резервуаров разных типов или однотипных резервуаров. Резервуарный парк применяется для оперативного учета нефти по приему, хранению, откачке.

Нефтебаза — комплекс сооружений и устройств для приёма, хранения, перегрузки с одного вида транспорта на другой и отпуска нефти и нефтепродуктов.

РВС – резервуар вертикальный стальной

РВСП – резервуар вертикальный стальной с понтоном

РВСПК – резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей

ГОСТ – государственный стандарт

СТО – стандарт организации

РД – руководящий документ

КМ – конструкции металлические

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость

РП – резервуарный парк

ТЗ – техническое задание

КМД – конструкции металлические детализированные

ВСН – ведомственная норма

ППР – проект производства работ

АКЗ – антикоррозионная защита

НДС – напряженно – деформированное состояние

НЛС – наземное лазерное сканирование

Оглавление

Введение	13
Обзор литературы	14
1 Виды, производство, монтаж РВС.	15
1.1 Виды РВС	15
1.2 Производство РВС	20
1.3 Монтаж РВС	22
1.4 Эксплуатация РВС	30
2. Анализ аварий РВС	33
3. Характеристика территории объекта исследования	37
4. Характеристика резервуара - 10000 м³	40
5. Аналитический расчёт РВС	41
5.1. Резервуар вертикальный стальной	41
5.2. Выбор материалов	41
5.3 Размеры резервуара	42
5.4. Расчет стенки резервуара	43
5.5 Расчет днища	45
5.6 Расчет крыши	46
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	50
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	50
6.2.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	51
6.1.3 SWOT – анализ	52
6.2 Планирование научно-исследовательских работ	55
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	55
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	57
6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	58
6.3 Бюджет научно-технического исследования	61
6.3.1 Материальные затраты	61
6.3.2 Амортизационные отчисления	63
6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	64
6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	68
6.3.5 Накладные расходы	69
6.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	70
6.4 Определение ресурсоэффективности проекта	70

7. Социальная ответственность.....	75
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	75
7.2 Производственная безопасность	77
7.2.1 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	80
7.3 Экологическая безопасность.....	82
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	83
Заключение.....	85
Список литературы	86

Введение

В системе нефти и нефтепродуктообеспечения России и стран СНГ в настоящее время эксплуатируется более 40 тысяч резервуаров различного типа и вместимости. При этом характерен износ значительной части основных фондов, который увеличивается с каждым годом. Большая часть ныне действующих емкостей для углеводородного сырья и нефтепродуктов была построена в 1970-е–80-е годы, и уже к началу XXI века не менее 1000 резервуаров вертикальных стальных (РВС) эксплуатировалось 40-50 лет, свыше 3000 РВС имели возраст более 50 лет, значительная часть эксплуатируется за пределами установленного ресурса. Рост числа аварий на завершающих свой жизненный цикл резервуарах закономерен, как и тенденция к увеличению интенсивности их отказов.

С учётом ежегодного прироста добычи нефти, исследование, посвященное вопросам обеспечения надежности РВС в процессе эксплуатации тема актуальная и интересующая потребности нефтегазовой отрасли.

Обзор литературы

Основной литературой при написании выпускной квалификационной работы были нормативные документы отраслевые регламенты, ГОСТы и СНиПы, которые четко регламентируют работу при строительстве, монтаже и эксплуатации резервуаров вертикальных стальных их конструктивных особенностей, в зависимости от геологических условий.

Общие вопросы по классификации, техническим характеристикам, конструктивным особенностям, проектированию, сроку службы и многим другим основным ключевым вопросам в области резервуаростроения обозначены ГОСТ [1;2].

Наиболее углубленно были изучены, отраслевые регламенты, где подробно расписаны правила проектирования, изготовления и монтажа резервуаров вертикальных стальных для нефти и нефтепродуктов[4].

Изучены нормативные документ о грунтах [5], их особенностях и несущих способностях, что является одним из наиболее важных вопросов на стадии проектирования резервуаров вертикальных стальных типа РВС, по причине сложной конструкции, больших объемов, и оказанию давления на грунт.

Изучены различные нормативные документы в области охраны окружающей среды, техники безопасности при строительстве, монтаже и других работах во время нахождения на строительной площадке при сооружении резервуара.

Для решения вопросов повышения эксплуатационной надежности и долговечности РВС, во всем мире подключаются значительные научные силы, но несмотря на это, на практике, до нашего времени, практически во всем мире присутствует серьезный рост аварийных ситуаций в резервуарных парках. Причем подробный анализ имеющейся статистики говорит об прямой зависимости количества аварий, от сроков эксплуатации резервуаров, что

сопровождается большими материальными, финансовыми и экологическими потерями.

1 Виды, производство, монтаж РВС.

1.1 Виды РВС

Цилиндрические вертикальные резервуары РВС можно разделить на несколько видов:

Сырьевые, используемые для хранения обводненной нефти;

Товарные, применяемые для обессоленной нефти;

Технологические, предназначенные для отстоя или предварительного сброса.

В зависимости от объема и места расположения резервуары вертикальные стальные РВС подразделяются на три класса:

Класс I – особо опасные резервуары: объемом 10000м³ и более, а также резервуары объемом 5000м³ и более, расположенные непосредственно по берегам рек, крупных водоемов и в черте городской застройки.

Класс II – резервуары повышенной опасности: объемом от 5000 до 10000м³.

Класс III – опасные резервуары: объемом от 100 до 5000м³.

Вертикальные стальные цилиндрические резервуары РВС делятся на виды также в зависимости от строения крыши.

- Стационарные без понтона РВС
- Стационарные с понтоном РВСП
- С плавающей крышей РВСПК

Резервуары стальные вертикальные цилиндрические (Рисунок 1) РВС предназначены для измерений объема при приеме, хранении и отпуске нефтепродуктов а так же воды и других жидкостей, при разных температурных условиях.



Рисунок 1 - Резервуары со стационарной крышей

Резервуары могут устанавливаться подземно или наземно. Подземными называют резервуары, заглубленные в грунт или обсыпанные грунтом, когда наивысший уровень хранимой в нем жидкости находится не менее чем на 0,2 м ниже минимальной планировочной отметки прилегающей площадки, а также резервуары, имеющие обсыпку не менее чем на 0,2 м выше допустимого уровня нефтепродукта в резервуаре и шириной не менее 3 м. Наземными называют резервуары, у которых днище находится на одном уровне или выше минимальной планировочной отметки прилегающей площадки в пределах 3 м от стенки резервуара. В районах Крайнего Севера с вечной мерзлотой практикуется установка резервуаров на свайных основаниях.

Резервуар вертикальный стальной с понтоном РВСП (Рисунок 2) – Представляет собой резервуар с стационарной крышей оснащенный металлическим или алюминиевым понтоном, который расположен между крышей и поверхностью хранимого продукта.

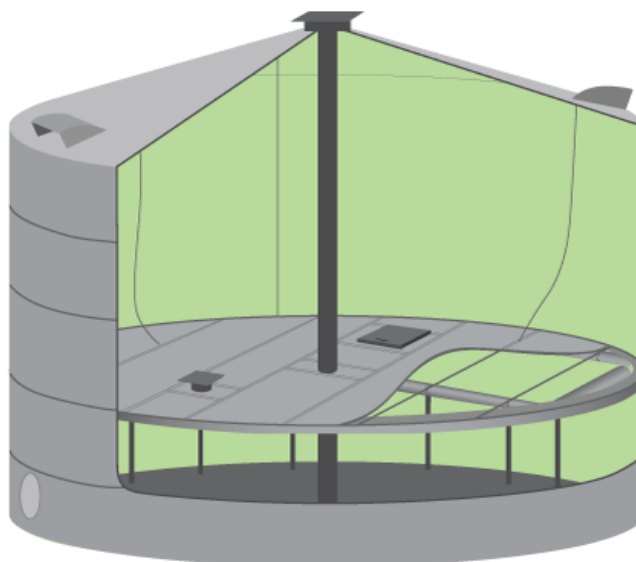


Рисунок 2 - Резервуар вертикальный стальной с понтоном РВСП

Понтоны для вертикальных резервуаров устанавливаются для снижения испарения с зеркала нефтепродукта, из-за чего ухудшается его качества при переработке или транспортировке. При хранении легковоспламеняющихся жидкостей происходит испарение и попадание вредных горючих газов в атмосферу, что приводит к возможному воспламенению и экономическим потерям оператора нефтехранилища. Уровень потерь зависит от условий эксплуатации (температуры, свойств продукта, давления) и параметров эксплуатации (количество оборачиваемости, наличие улавливающих устройств, соотношение объема резервуара и его заполненности). Все это ведет к экономическим потерям оператора нефтехранилища.

Преимущества применения РВСП:

- сокращают потери от испарения
- обеспечивают взрыво и пожаробезопасность
- уменьшается негативное экологическое воздействие от попадания вредных газов в воздух
- сохранение качества нефтепродуктов

Типовая конструкция понтона имеет тонкостенный плавучий центральный диск и периферийное кольцо, которое опирается на стойки с цилиндрическими поплавками. Количество поплавков должно обеспечивать

100% непотопляемость. Поплавки находятся погруженными в хранимый продукт менее, чем на 40%. Диаметр рассчитывается под диаметр стенки - не менее 90% или на 400 мм меньше. Между поверхностью жидкости и настилом образуется свободное пространство, которое заполняется парами. Чтобы они не попадали в окружающую атмосферу, между стенкой и периферийным кольцом устанавливается гидрозатвор или уплотняющие затворы для сохранения герметичности. По мере наполнения или опорожнения понтона поднимается/опускается. При полном опорожнении его стойки опираются на днище, образуя пространство для установки вентиляционных патрубков, сифонов, люк-лазов.

Для производства используются только легкие металлы, которые смогут обеспечить поплавокый эффект и непотопляемость, - алюминий и нержавеющую сталь. Алюминий является легким и стойким металлом к жидким углеводородам, что позволяет использовать алюминиевые понтоны в 80% случаев.

Понтоны из нержавеющей стали являются коррозионностойкими и эксплуатируются с высокоагрессивными жидкостями. Если она негативно влияет на алюминий, детали, контактирующие с рабочей средой, выполняются из нержавеющей стали. Последний вариант является наиболее экономически выгодным по сравнению с полностью изготовленными из нержавеющей стали.

Монтаж понтонов производится в уже эксплуатируемый или вновь строящийся резервуар достаточно просто и осуществляется через люк-лаз в первом поясе стенки, так как конструкция понтона представляет модульную сборно-разборную конструкцию, и производится в среднем в течении 4-5 дней.

Резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей (рисунок 3) - РВСПК отличаются от РВС тем, что они не имеют стационарной кровли. Роль крыши у них выполняет диск, изготовленный из стальных листов, плавающий на поверхности жидкости.

Для сбора ливневых вод плавающие крыши имеют уклон к центру. Во

избежание разрядов статического электричества их заземляют.

С целью предотвращения заклинивания плавающих крыш диаметр их металлического диска на 100...400мм меньше диаметра резервуара.

Оставшееся кольцевое пространство герметизируется с помощью уплотняющих затворов различных конструкций.

В крайнем нижнем положении плавающая крыша опирается на стойки, расположенные равномерно по окружности крыши.

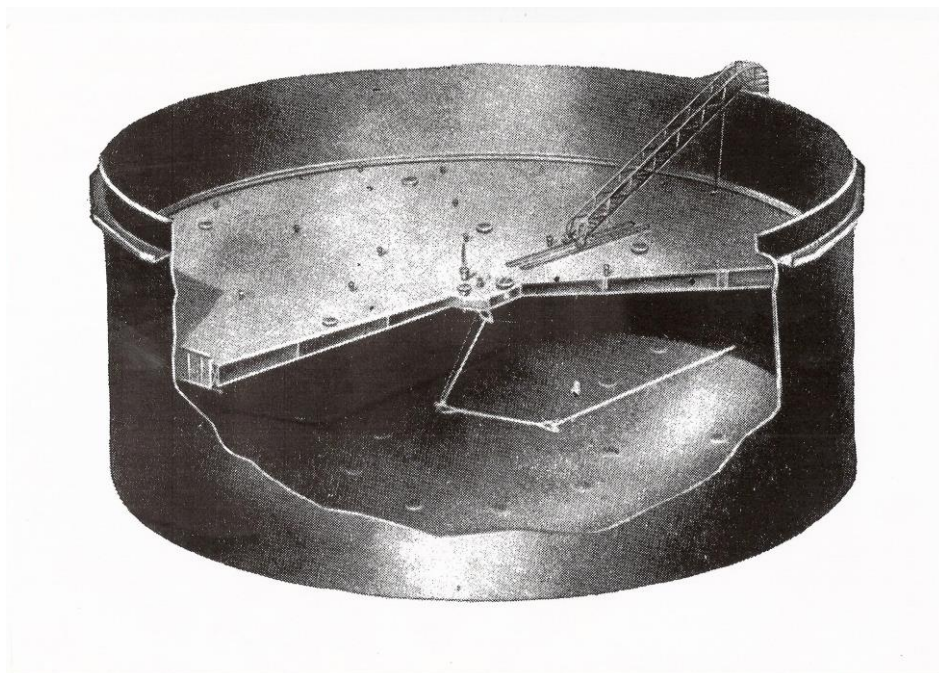


Рисунок 3 – Резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей

Недостатком резервуаров с плавающей крышей является возможность её заклинивания вследствие неравномерности снежного покрова.

Главным преимуществом плавающей крыши по сравнению со стационарной крышей является сокращение не менее чем на 90% потерь хранимого продукта при испарениях. Кроме того, в резервуаре с плавающей крышей значительно меньше корродируют верхние пояса стенки и сама плавающая крыша. Плавающая крыша более безопасна в отношении взрыво-пожаробезопасности, за счет отсутствия газового пространства. Плавучесть крыши обеспечивается наличием изолированных отсеков, пустотелых герметичных коробов, собранных из отдельных элементов.

Плавающая крыша смонтирована из коробов заводского изготовления соединенных монтажными марками, образующими монтажные короба. Все короба оборудованы смотровыми люками, позволяющих контролировать герметичность коробов во время эксплуатации. Для ограничения опускания плавающей крыши и фиксации её в крайнем нижнем положении смонтированы стационарные опорные стойки. Стойки расположены под плавающей крышей равномерно по концентрическим окружностям. Стойки закреплены на плавающей крыше и движутся вместе с ней. Высота стоек от днища резервуара до низа плавающей крыши не одинакова, переменная высота обеспечивает горизонтальность плавающей крыши в нижнем крайнем положении. Так же крыша оборудуется основным водостоком, который представляет собой эластичный рукав, расположенный внутри резервуара по которому происходит отведение осадков, через сливное отверстие в центре крыши.

1.2 Производство РВС

Для хранения нефти и нефтепродуктов в мировой практике применяются резервуары металлические, железобетонные и из синтетических материалов. Наиболее распространены, как у нас в стране, так и за рубежом, стальные резервуары.

Стенки вертикальных стальных резервуаров состоят из металлических листов, как правило, размером 1,5×3 м или 1,5×6 м. Причем толщина нижнего пояса резервуара колеблется в пределах от 6 мм (РВС-1000) до 25 мм (РВС-120000) в зависимости от вместимости резервуара. Толщина верхнего пояса составляет от 4 до 10 мм. Верхний сварной шов с крышей резервуара выполняется ослабленным с целью предотвращения разрушения резервуара при взрыве паровоздушной смеси внутри замкнутого объема резервуара.

Стали, используемые в конструкциях резервуаров, должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 52910-2008, ПБ 03-605-03 и технических условий, рекомендованных настоящим Стандартом.

Все конструктивные элементы по требованиям к материалам разделяются на группы:

А и Б - основные конструкции;

В - вспомогательные конструкции.

Группа А: стенка, привариваемые к стенке листы днища или кольцевые окрайки, обечайки, фланцы и крышки (заглушки) люков и патрубков в стенке, привариваемые к стенке усиливающие или распределительные накладки, кольца жесткости, опорные кольца стационарных крыш.

Группа Б (подгруппы Б1 и Б2):

Б1 - каркас стационарных крыш (включая фасонки), бескаркасные крыши;

Б2 - центральная часть днища, анкерные крепления, настил стационарных крыш, плавающие крыши и понтоны, обечайки, фланцы и крышки (заглушки) люков и патрубков в крыше.

Группа В: лестницы, площадки, ограждения, переходы (за исключением распределительных накладок, привариваемых к стенке).

Для конструкций резервуаров должна применяться сталь, выплавленная электропечным, кислородно-конвертерным или мартеновским способами. В зависимости от требуемых показателей качества и толщины проката сталь должна поставляться в состоянии после горячей прокатки, термической обработки (нормализации или закалки с отпуском) или после контролируемой прокатки.

Для конструкций группы А должна применяться только спокойная (полностью раскисленная) сталь.

Для конструкций группы Б должна применяться спокойная или полуспокойная сталь.

Для конструкций группы В, наряду с вышперечисленными сталями, с учетом температурных условий эксплуатации, возможно применение кипящей стали.

При выявлении брака на любом из этапов изготовления бракованные детали подлежат замене или ремонту за счет завода изготовителя. Доставка и перевозка должна производиться в заводской упаковке.

1.3 Монтаж РВС

Монтаж РВС - производственный процесс, связанный со сборкой и установкой оборудования, отдельных конструкций или всего сооружения, заранее изготовленного целиком или по частям. От правильной организации монтажных работ зависят сроки монтажа резервуаров вертикальных стальных РВС и его качество.

Технологическая карта монтажа резервуаров подробно описывает все этапы работ, начиная от способов доставки емкости от места производства до места монтажа и заканчивая процедурой проверки оборудования. Организации работ предшествует разработка проекта производства работ (ППР) на монтаж резервуаров.

Существуют две общепринятые технологии монтажа резервуаров цилиндрических – листовая и рулонная. При этом именно рулонная считается индустриальной и повсеместно используется на объектах, к которым возможна доставка рулонов.

Рулонная технология изготовления и монтажа резервуаров подразумевает, что стенки, днища, крыши на объект заказчика доставляются в виде рулонированных полотнищ, а покрытия, кольца жесткости, оборудование – укрупненными элементами.

Монтаж цилиндрических резервуаров вертикальных и горизонтальных начинается с подготовки основания для емкости, которая выполняется из песчаной подушки, подсыпки из грунта и гидроизолирующего слоя.

Предшествует устройству основания выравнивание поверхности и отвод грунтовых вод. Также необходимым подготовительным этапом является организация площадок для кранов и других механизмов, вертикального специальными знаками и подготовка пандусов для накатывания рулонов.

Инструкция по монтажу резервуаров стальных вертикальных РВС предусматривает пять обязательных этапов работ:

- 1) Подготовка строительной площадки(рисунок 4);
- 2) Монтаж днища емкости;
- 3) Монтаж корпуса резервуара;
- 4) Монтаж несущих конструкций покрытия;
- 5) Монтаж настила кровли емкости;
- 6) Монтаж резервуарного оборудования;

Перед началом монтажа самой емкости подготавливается площадка строительства, возводятся необходимые сооружения, подводятся транспортные пути, подсоединяются инженерные сети.



Рисунок 4 - Подготовка строительной площадки

Проектирование основания и фундаментов под резервуар должно выполняться специализированной проектной организацией с учетом положений ГОСТ Р 52910-2008, СНиП 2.02.01-83*, СНиП 2.02.03-85; СНиП

2.02.04-88; СНиП П-7-87 и дополнительных требований настоящего Стандарта.

Устройство фундаментов под резервуары рекомендуется выполнять с применением следующих конструктивных решений:

- 1) грунтовая подушка;
- 2) кольцевой железобетонный фундамент;
- 3) сплошная железобетонная плита;

Для устройства грунтовой подушки используются чистые и прочные сыпучие материалы - песок и щебень.

Формирование подушки осуществляется слоями толщиной около 150 мм с укаткой слоев катками массой от 5 до 10 тонн. Высота подушки должна составлять не менее 0,5 м.

По верху подушки устраивается гидрофобный слой из битумно-песчаной смеси толщиной не менее 50 мм, состоящей из формованной в горячем состоянии смеси следующих компонентов: 9 % битума, растворенного в чистом керосине, 10 % портландцемента и 81 % чистого песка. Дренаж грунтовой подушки и контроль протечек через возможные повреждения днища обеспечивается путем установки по периметру фундамента на расстоянии не более 5 м друг от друга радиальных дренажных трубок диаметром 75 мм, закрытых с торцов пластиковой сеткой 10 × 10 мм.

Кольцевой железобетонный фундамент 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. 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.

Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты рекомендуется для резервуаров диаметром не более 15 м на немерзлых 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

Монтаж днища, состоящего из центральной рулонированной части и окраек, производят в следующей последовательности:

- 1) укладывают в проектное положение крайки, контролируя правильность их укладки с помощью разметочного приспособления, закрепленного в центре основания. При монтаже резервуаров объемом более 20000 м³ крайки следует укладывать по радиусу, превышающему проектный на величину усадки кольца окраек после сварки (10 - 15 мм), что должно быть предусмотрено ППР.

По окончании сборки кольца окраек необходимо проверить:

— отсутствие изломов в стыках окраек

— отсутствие прогибов и выпуклостей

— горизонтальность кольца окраек

— соответствие зазоров в стыках проектным

- 2) прихватывают собранное кольцо окраек и сваривают радиальные стыки, соблюдая требования ППР и раздела 5 настоящих ВСН;

- 3) накатывают рулоны днища на основание по специально устроенному пандусу .

Днища, сооружаемые из отдельных листов и окраек, также как из рулонных заготовок, монтируют в два этапа. Сначала монтируют крайки, затем центральную часть днища. Порядок сборки и сварки окраек такой же, как и при монтаже днищ резервуаров из рулонных заготовок

До начала разворачивания рулона стенки к днищу резервуара по кольцевой риске приваривают ограничительные уголки с интервалом 250 - 300 мм (рисунок 5). В зоне вертикального монтажного стыка на расстоянии 3 м в обе стороны от стыка ограничительные уголки приваривают по окончании формообразования концов полотнищ. а - для резервуаров объемом до 20000 м³; б - усиленная для резервуаров объемом свыше 20000 м³

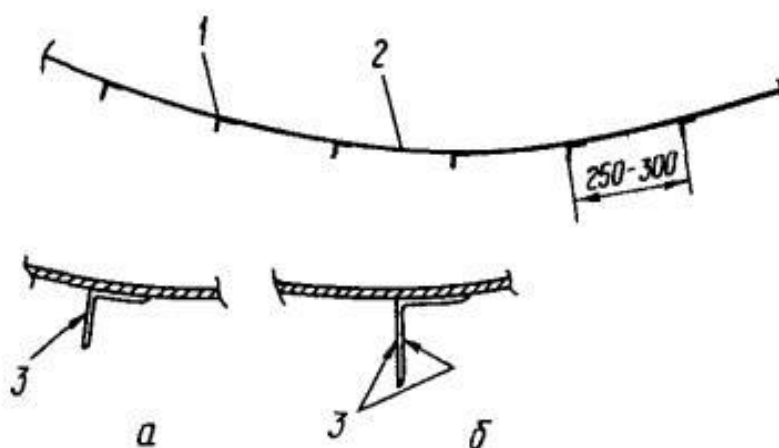


Рисунок 5 - Приварка ограничительных уголков

1 - ограничительный уголок; 2 - стенка резервуара; 3 – приварка

Рулонный способ монтажа РВС (рисунок 6) заключается в том, что основная часть работ по сборке стенки емкости выполняется на производственной площадке. Подготовленную стенку в виде большого полотна с помощью стенда рулонирования наворачивают на шаблон диаметром 10-12 м и отправляют на монтажную площадку.



Рисунок 6 - Рулонный способ монтажа РВС

На объекте на подготовленном фундаменте устанавливается днище — в первую очередь окрайки, затем центральная часть. Посередине днища устанавливается центральная стойка для монтажа стационарной крыши. Свернутый рулон устанавливается вертикально, после чего выполняется поэтапное разворачивание полотна по периметру днища. Параллельно выполняется сварка — соединение нижней части стенки с окрайками днища, а также установка щитов крыши.

Вертикальность и равномерность разворачивания полотна обеспечивают фиксаторы-упоры. После полного разворачивания рулона выполняется сварка кромок полотна по вертикали. По верхней кромке монтируются ребра жесткости, устанавливается плавающая крыша или понтон.

Способ полистовой сборки (рисунок 7) заключается в последовательной сборке отдельных элементов конструкции. Фундамент под данный резервуар подготавливается такой же как и для монтажа рулонным методом. Сборка и сварка резервуара выполняется снизу вверх с предварительным укрупнением деталей — листы соединяются на стенде, после привариваются

к уже смонтированной стенке. Нарращивание поясов может выполняться с помощью болтов или заклепок. В этом случае к качеству стыков предъявляются повышенные требования. После окончания монтажных работ выполняется проверка качества сварных швов, определение непроницаемости стенок корпуса.



Рисунок 7 – Полистовая сборка РВС

Данный метод очень выгоден для монтажа в труднодоступных или труднопроходимых районах, куда сложно или невозможно организовать проезд крупной строительной техники.

После окончания монтажа производят подготовку поверхностей, а затем их антикоррозионную обработку грунтом (рисунок 8) (СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии)

При выполнении работ по антикоррозионной обработке должны быть учтены требования по охране окружающей среды и требований правил техники безопасности в строительстве: СНиП 2.03.11, СНиП 1.03-05, ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.3.016, ГОСТ 12.4.011, СН-245.



Рисунок 8 - Анतिकоррозионная обработка

После сборки и сварки резервуаров производят проверку их геометрических размеров и формы.

Перед гидравлическим испытанием и монтажом затвора резервуара с плавающей крышей (понтон) при положении крыши (понтон) на опорных стопках или кронштейнах производится дополнительно измерение фактического периметра поверхности наружного кольцевого листа плавающей крыши (понтон), которое производят на уровне верхней кромки листа с целью разметки мест крепления элементов уплотняющих затворов.

Гидравлическое испытание рекомендуется проводить при температуре окружающего воздуха $+ 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше. Испытание резервуаров при низких температурах (в зимних условиях) можно производить водой или нефтепродуктом по специальному согласованию с заказчиком. При этом должны быть приняты меры по предотвращению замерзания воды в трубах и задвижках, а также обмерзания стенок резервуара. Налив производят ступенями по поясам с выдержками на каждой ступени продолжительностью, достаточной для осмотра.

При обнаружении течи из-под края днища или появления мокрых пятен на поверхности отстойки необходимо прекратить испытание, слить воду, установить и устранить причину течи.

Если в процессе испытания будут обнаружены свищи, течи или трещины в стенке (независимо от величины дефекта), испытание должно быть прекращено и вода слита до уровня:

- полностью - при обнаружении дефекта в I поясе;
- на один пояс ниже расположения дефекта - при обнаружении дефекта во II - VI поясах;
- до V пояса - при обнаружении дефекта в VII поясе и выше.

Резервуары, залитые водой до проектной отметки, выдерживают под этой нагрузкой (без избыточного давления) объемом до 20000 м³ не менее 24 ч; объемом свыше 20000 м³ - не менее 72 ч. В случае необходимости выдержки резервуара под нагрузкой водой более длительное время срок выдержки определяется проектом.

1.4 Эксплуатация РВС

Эксплуатация резервуаров должна осуществляться в соответствии с разработанной и утвержденной техническим руководителем предприятия Инструкцией по обслуживанию и надзору за резервуарами, устройство которых соответствует требованиям настоящего Стандарта.

Для каждой категории эксплуатационных и ремонтных работников администрацией предприятия должны быть разработаны должностные инструкции, определяющие круг их служебных обязанностей, порядок проведения основных технологических операций, ремонтных и аварийных работ и необходимые при этом мероприятия по технике безопасности и пожарной безопасности.

Каждый резервуар должен постоянно иметь полный комплект оборудования и устройств, предусмотренных проектом «Оборудование резервуара». Эксплуатация резервуара при неисправном оборудовании не допускается.

Надежная работа резервуаров должна быть обеспечена проведением регулярных осмотров с оценкой технического состояния резервуаров, техническим обслуживанием и ремонтом их в соответствии с графиком, утвержденным руководителем предприятия.

Оценка технического состояния резервуаров по совокупности диагностируемых параметров с целью выработки рекомендаций об условиях их дальнейшей безопасной эксплуатации, сроках и уровнях последующих обследований, либо о необходимости проведения ремонта или исключения резервуаров из эксплуатации включает два уровня проведения работ:

- частичное техническое диагностирование с наружной стороны (без выведения резервуара из эксплуатации);
- полное техническое диагностирование с выведением резервуара из эксплуатации, с его опорожнением, зачисткой и дегазацией.

Частичное техническое диагностирование должно проводиться в течение всего нормативного срока службы резервуара с периодичностью, зависящей от коррозионной активности хранимого продукта и режима эксплуатации резервуара (цикличности налива-слива), но не реже одного раза в 5 лет.

Очистка резервуара для нефтепродуктов – это обязательство его пользователя, продиктованное ГОСТ 1510-84. В стандарте описывается и порядок обязательных действий по зачистке контейнеров от осадков и отложений, а также принципы чистки.

Чистка проводится как в рамках профилактики износа, так и перед ремонтом или регулярным обслуживанием резервуарного парка. В зависимости от условий эксплуатации конструкции она может выполняться с разной частотой.

Периодичность очистки резервуара зависит от характеристик хранимого топлива, его типа и особенностей его использования. Например, оборудование, в котором хранятся несколько видов продуктов (обычно одна

тара используется для одного вещества, но иногда предприятия отклоняются от этого правила), должно проходить обработку чаще.

В целом регламент предписывает очистку резервуаров для нефтепродуктов:

- не реже 1 раза в полгода, если в системе хранится нефть или мазут;
- не реже 1 раза в год, если оборудование применяется для топлива разных типов и авиационных масел.

В процессе эксплуатации резервуаров происходит осадка естественного основания, что связано с деформацией грунтов под действием испытательной и эксплуатационной нагрузок.

Равномерная осадка по площади основания резервуара характеризуется одинаковым смещением всех точек площади днища и стенки в вертикальной плоскости на некоторую величину. Это характерно для крупногабаритных резервуаров, возведенных на грунтовом основании с железобетонным фундаментным кольцом. Исправить равномерную по площади осадку не представляется возможным, т.к. деформируется большой массив грунта, превышающий диаметр резервуара.

Неравномерная осадка представляет собой осадку, при которой весь резервуар по площади и наружному контуру получает уклон в одном направлении «крен». Величина крена характеризуется либо углом поворота плоскости днища резервуара относительно горизонта, либо разностью высотных отметок диаметрально противоположных точек окрайки днища.

2. Анализ аварий РВС

Несмотря на определенный прогресс, достигнутый в последние годы в резервуаростроении, резервуары для нефти и нефтепродуктов остаются одними из наиболее опасных объектов.

Это связано с целым рядом причин, наиболее характерными из них являются:

- высокая пожаровзрывоопасность хранимых продуктов,
- крупные размеры конструкций и связанная с этим протяженность сварных швов, которые трудно проконтролировать по всей длине,
- несовершенства геометрической формы, неравномерные просадки оснований,
- большие перемещения стенки, особенно в зонах геометрических искажений проектной формы, - высокая скорость коррозионных повреждений,
- малоцикловая усталость отдельных зон стенки конструкции,
- сложный характер нагружения конструкции в зоне уторного шва в сочетании с практическим отсутствием контроля сплошности этих сварных соединений.

Опасность возникновения аварийных ситуаций оценивается тяжестью причиняемого ущерба, который зависит от того, как проявляется авария: в виде взрывов и пожаров от разлившегося н/продукта, в виде хрупких разрушений или локальных отказов резервуаров.

Как показывает практика, аварии РВС в большинстве случаев сопровождаются значительными потерями н/продуктов, отравлением местности и гибелью людей. В экстремальных случаях по статистическим данным общий материальный ущерб превышает в 500 и более раз первичные затраты на сооружение резервуаров.

Анализ статистических данных за последние 30 лет показал, что наиболее распространенными авариями резервуаров являются хрупкое

разрушение (63,1 %), затем – взрывы и пожары (12,4 %). Поэтому для исследования практический интерес представляет вопрос изучения причин возникновения, последствий и мероприятий по предотвращению данного рода аварий.

Изучая статистику разрушений резервуаров, можно отметить, что на практике большинство хрупких разрушений РВС возникает от сварочных дефектов или трещин малоциклового усталости, возникающих вблизи мест концентрации напряжений. Характерными местами разрушений являются технологические отверстия, уторные и монтажные соединения.

Кроме того, на развитие процесса хрупкого разрушения РВС оказывают влияние дефекты коррозионного происхождения. Следует отметить, что для резервуаров характерны повреждения вследствие местной коррозии внутренней поверхности нижней части стенки, окрайки днища и углового шва таврового соединения с днищем.

Помимо хрупких разрушений для резервуаров характерны аварии, сопровождающиеся взрывами и пожарами.

Статистика данных по пожарам показывает, что наиболее опасным фактором возникновения пожара является гидродинамическое истечение н/продукта, хранимого в резервуаре. Из общего числа случаев разрушений резервуаров третья часть происшедших аварий сопровождалась разливом н/продуктов за пределы территории парка и приводила к катастрофическим последствиям с большим материальным ущербом и гибелью людей. Особенностью гидродинамического растекания является перенос вместе с горячей жидкостью открытого огня, теплового излучения пламени и других опасных факторов пожара.

Типичными пожарами РВС также являются пожары при очистке и ремонте резервуаров, они составляют 40 % от общего числа пожаров

Пожары при очистке резервуаров чаще всего происходят из-за вспышки паров н/продукта от выхлопной трубы при зачистке резервуаров от тяжелых донных отложений. Также к пожару или взрыву могут привести нарушения

герметичности фланцевых соединений, запорной и регулировочной арматуры, неисправности предохранительных клапанов и нарушения правил эксплуатации оборудования. При сливно-наливных операциях чаще всего причиной возникновения пожаров в резервуарах являются разряды статического электричества в виде искр, что является недопустимым во взрыво- и пожароопасных условиях.

При опорожнении н/продуктов неисправность дыхательной арматуры резервуаров или превышение допускаемой скорости слива приводят к образованию вакуума. В таких условиях в верхних поясах корпуса образуются значительные напряжения и появляются вмятины. Появление данных дефектов сопровождается изменением формы резервуаров. При многократной деформации в местах расположения вмятин ухудшаются прочностные свойства металла. При этом возможен разрыв корпуса резервуара с последующим истечением продукта, и как следствие увеличивается риск возникновения взрыва и пожара.

К аварийным ситуациям при хранении н/продуктов нередко приводит осадка основания РВС. Осадка основания в основном происходит неравномерно, наибольшего значения она достигает около стенок и наименьшего – в центре.

Большие неравномерные осадки по площади днища и по его периметру вызывают дополнительные деформации в конструктивных элементах резервуаров, особенно в нижнем узле сопряжения стенки с окрайкой днища и связанные с ними дополнительные напряжения. Сочетание значительных эксплуатационных напряжений с дополнительными от неравномерной осадки может привести к разрушению узла сопряжения или к разрыву полотнища днища.

Необходимо отметить, что обычно аварии обусловлены комплексом причин, одной из которых является неравномерная осадка отдельных участков основания. В заключение нужно отметить, что предпосылкой развития аварийных ситуаций РВС является совместное действие следующих

факторов: наличие дефектов, воздействие условий окружающей среды, нарушение требований проекта и режимов эксплуатации резервуаров, несоблюдение ПТБ и др.

3. Характеристика территории объекта исследования

Исследуемый вертикальный стальной резервуар находится в Раменском районе Московской области, административный центр сельского поселения Константиновское на территории нефтебазы. Расстояние от Москвы до территории нефтебазы составляет 40 км.

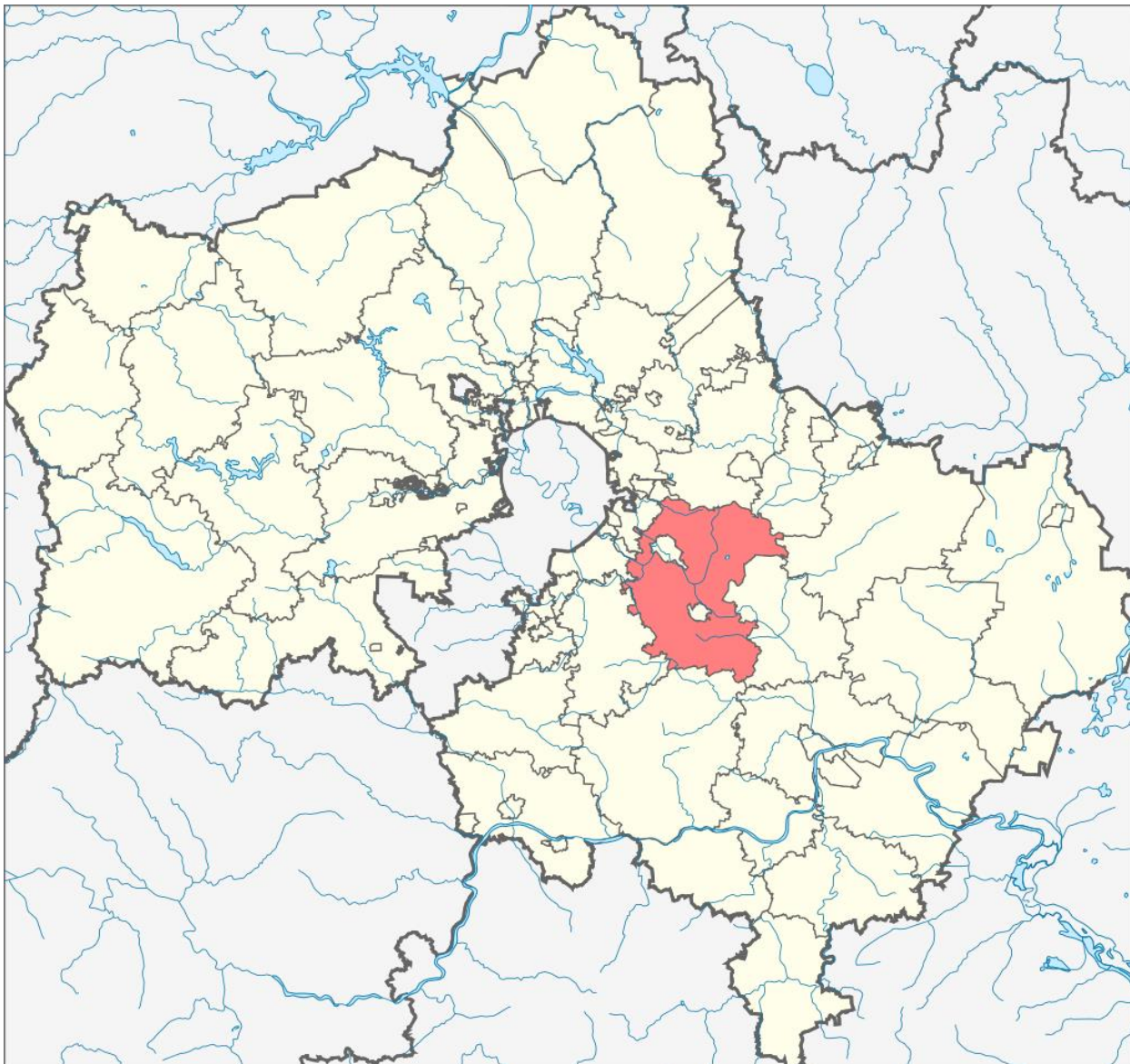


Рисунок 9 – Раменский район

Площадь района составляет 1397,46 км². Район граничит на северо-западе с городским округом Люберцы и Ленинским районом.

Находится в Центральном федеральном округе Российской Федерации, в центральной части Восточно-Европейской (Русской) равнины, в бассейне рек Волги, Оки, Клязьмы, Москвы.

Московская область находится в Центральном федеральном округе Российской Федерации, в центральной части Восточно-Европейской (Русской) равнины, в бассейне рек Волги, Оки, Клязьмы, Москвы. Область протянулась с севера на юг на 310 км, с запада на восток — на 340 км

Рельеф Московской области преимущественно равнинный; западную часть занимают холмистые возвышенности (высоты больше 160 м), восточную — обширные низменности

Территория, занимаемая Московской областью, находится в центральной части Восточно-Европейской платформы; последняя, как и все платформы, складывается из кристаллического фундамента, в пределах Московской области не выходящего на поверхность, и осадочного чехла. В составе кристаллического фундамента

Климат Московской области — умеренно континентальный (по Алисову), умеренно континентальный влажный с теплым летом, Dfb (по Кеппену), сезонность чётко выражена; лето тёплое, зима умеренно холодная.

В восточных и юго-восточных районах континентальность климата выше, что выражается, в частности, в более низкой температуре зимой и более высокой температуре летом. Так, посёлок Черусти на крайнем востоке региона неофициально считается подмосковным «полусом холода», средняя температура января там составляет $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самая низкая температура за всю историю метеонаблюдений была зарегистрирована в Наро-Фоминске: $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$, а самая высокая температура $+39,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ — была отмечена летом 2010 года в Коломне.

Период со среднесуточной температурой ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ длится 120—135 дней, начинаясь в середине ноября и заканчиваясь в середине-конце марта. Среднегодовая температура на территории области колеблется от 3,5 до 5,8 $^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц — январь (средняя температура на западе области $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$, на востоке $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$). С приходом арктического воздуха наступают сильные морозы (ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$), которые длятся до 30 дней в течение зимы (но обычно морозные периоды намного менее

продолжительны); в отдельные годы морозы достигали $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (самый низкий абсолютный минимум температур был отмечен в Наро-Фоминске $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$

Снежный покров обычно появляется в ноябре (хотя бывали годы, когда он появлялся в конце сентября и в декабре), исчезает в середине апреля (иногда и ранее, в конце марта) . Постоянный снежный покров устанавливается обычно в конце ноября; высота снежного покрова — 25—50 см.

Водные объекты на территории обследуемого участка представляют собой пару реки Пахра которая находится в непосредственной близости от территории нефтебазы всего в 2 км которая впадает в Москва реку через 6 км ниже по течению.

4. Характеристика резервуара - 10000 м³

Резервуар состоит из 12 поясов разной толщины общей высотой 17,88 м. Диаметр резервуара составляет 28500 мм. Толщина верхнего пояса 8 мм, нижнего 13 мм. Вид хранимого продукта – товарная нефть с удельным весом 900 кг/м³. Данные о металле корпуса и днища: сталь 09Г2С ГОСТ 5058-65 с дополнительной гарантией ударной вязкости при температуре -30 °С. Металл настила кровли - Ст3

Условлено, что резервуар жестко закреплен по нижнему ребру стенки. На сооружения действуют следующие нагрузки: гидростатическая от столба жидкости плотностью 900 кг/м³; ветровая (приложена к стенке равномерно) – 250 Па; вакуумметрическое давление – 200 Па; снеговая нагрузка – 1580 кН, нагрузка от веса кровли оборудования и кровли – 546 кН, которые приложены равномерно к верхнему ребру стенки РВС-10000.



Рисунок 10 – РВС 10000

5. Аналитический расчёт РВС

5.1. Резервуар вертикальный стальной

Резервуар вертикальный стальной (РВС) — вертикальная ёмкость, наземное объёмное строительное сооружение, предназначенное для приёма, хранения, подготовки, учёта (количественного и качественного) и выдачи жидких продуктов. Основными частями РВС являются :

- Днище
- Стенка
- Крыша

Модель резервуара строится в соответствии со значениями, принятыми для РВС-10000. Внутренний диаметр стенки 28500 мм, высота стенки 17880мм. Толщина стенки для первого пояса – 13 мм, для 2-12 поясов – 10мм.

Листы стенки выравниваются по внутреннему краю. Для задания гидростатической нагрузки выбраны следующие параметры: высота разлива нефтепродукта – 17.1 м, плотность хранимой нефти $\rho=900$ кг/м³ . Материал металлоконструкций – сталь конструкционная низколегированная 09Г2С с пределом текучести $\sigma_{0,2}=300$ МПа.

5.2. Выбор материалов

Для производства вертикальных цилиндрических резервуаров с плоским днищем часто применяют стали марок Ст2, Ст3, а также низколегированные стали 09Г2С-12 и 09Г2У.

Резервуар находится в Раменском районе Московской области , где годовой интервал температур составляет от -30 до +39 °С.

Согласно ТКП 45-5.04-172-2010 данным 35 климатическим условиям соответствует сталь 09Г2С-12, так как температурная область её применения может охватывать диапазон температур от – 40 до + 200°С. Согласно ГОСТ 19281-89 и ТКП 45-5.04-172-2010, данная сталь обладает следующими химическими и механическими свойствами (Таблица 1)

Таблица 1- Пределы содержания химических элементов в стали

Пределы содержания химических элементов в стали 09Г2С-12					
С	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
До 0,12	05-08	1,3-1,7	до 0,30	до 0,30	до 0,30
Механические свойства стали 09Г2С при толщине листа от 4 до 32 мм					
Предел текучести, МПа (Н/мм ²), не менее	Временное сопротивление, МПа (Н/мм ²), не менее	Относительное удлинение, %, не менее	Изгиб до параллельности и сторон	Ударная вязкость КСV, (Дж/см ²), при температуре -40°С)	
345	490	21	d=2a	не менее 35	

09Г2С-12 хорошо сваривается, при этом сварные швы обладают необходимой стойкостью против образования кристаллизационных трещин вследствие пониженного содержания углерода.

09Г2С-12 сравнительно не дорогая и поэтому целесообразно ее применение.

5.3 Размеры резервуара

С учетом обработки кромок листа при дальнейших расчетах принимаются следующие его размеры: 1490 × 7600 мм. Соответственно количество поясов в резервуаре будет равно 12. Точная высота резервуара $H = 1490 \cdot 12 = 17880$ мм. Радиус резервуара определяется из формулы 1 для объема цилиндра:

$$V = \pi \cdot r_2 \cdot H, \quad (1)$$

где r – радиус резервуара, м;

H – высота стенки резервуара, мм.

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{10000}{3,14 \cdot 17,88}} = 13,35(\text{м})$$

Периметр резервуара L_{Π} и число листов в поясе N_{Π} рассчитываются по формулам 2 и 3 соответственно.

$$L_{\Pi} = 2 \cdot \pi \cdot r, \quad (2)$$

$$N_{\Pi} = \frac{L_{\Pi}}{L}, \quad (3)$$

Где L - длина листа в поясе резервуара, мм.

$$L_{\Pi} = 2 \cdot 3,14 \cdot 13,35 = 83,84(\text{м})$$

$$N_{\Pi} = \frac{83,84}{7,6} = 11,03 \text{ (шт)}$$

5.4. Расчет стенки резервуара

Согласно ТКП 45-5.04-172-2010 номинальная толщина каждого пояса стенки резервуара t_u рассчитывается по формуле:

$$T_u = [0,001 \cdot p \cdot g \cdot (H_1 - X_L) + 1,2 \cdot p] \cdot \frac{r}{R} + \Delta t_{cU} + \Delta t_{mU}, \quad (4)$$

$$\text{Где } X_L = \sqrt{r \cdot (t_L - \Delta t_{cL} - \Delta t_{mL})}, \quad (5)$$

Расчетное сопротивление материала стенки резервуаров по пределу текучести определяется по формуле:

$$R = \frac{R_{yn} \cdot Y_c \cdot Y_t}{Y_m \cdot Y_n}, \quad (6)$$

где tL – назначенная номинальная толщина пояса стенки, примыкающего снизу к 1-му стыку, м;

tcL – припуск на коррозию пояса стенки, примыкающего к i -му стыку снизу, м;

tmL – минусовой допуск на прокат пояса стенки, примыкающего к i -му стыку снизу, м;

R – расчетное сопротивление материала пояса стенки по пределу текучести, МПа; ρ – плотность нефти, $900 \text{ кг/м}^3 = 0,9 \text{ т/м}^3$;

p – нормативное избыточное давление в газовом пространстве, 0 МПа;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

H_i – расстояние от зеркала продукта до i -го стыка поясов при эксплуатации, м.

R_{yn} – нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла стенки, равное минимальному значению предела текучести, принимаемому по государственным стандартам на листовую прокат;

γ_c – коэффициент условий работы;

$\gamma_c = 0,7$ -для нижнего пояса; $\gamma_c = 0,8$ -для остальных поясов;

γ_t – температурный коэффициент, $\gamma_t = 1$;

γ_m – коэффициент надежности по материалу, $\gamma_m = 1,025$

γ_n – коэффициент надежности по ответственности, для I класса опасности $\gamma_n = 1,2$; для II класса $\gamma_n = 1,1$; для III класса $\gamma_n = 1,05$; для IV класса $\gamma_n = 1$.

Результаты расчета толщины t_u каждого пояса стенки следует округлить до целого числа в большую сторону, в соответствии со значениями толщины проката по ГОСТ 19903, сравнить с минимальной толщиной стенки и свести все данные в таблицу.

Рассчитаем для нижнего пояса сопротивление материала стенки резервуаров по пределу текучести:

$$R = \frac{345 \cdot 0,7 \cdot 1}{1,025 \cdot 1,2} = 196,34 \text{ (МПа)}$$

Рассчитаем для остальных поясов сопротивление материала стенки резервуаров по пределу текучести:

$$R = \frac{345 \cdot 0,8 \cdot 1}{1,025 \cdot 1,2} = 224,39 \text{ (МПа)}$$

Номинальная толщина каждого пояса стенки резервуара t_u : Для нижнего пояса:

$$X_L = 0$$

$$\begin{aligned} t_u &= \left[0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,8 \cdot (17,1 - 0) + 1,2 \right] \cdot \frac{13,35}{196,34} + 0,001 + 0,0008 \\ &= 0,01247 \text{ (м)} = 12,86 \text{ (мм)} \end{aligned}$$

Для второго пояса:

$$X_L = \sqrt{13,35 \cdot (0,01247 - 0,001 - 0,008)} = 0,308(\text{м})$$

$$t_u = \left[0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,8 \cdot (17,1 - 0,308) + 1,2 \cdot 0 \right] \cdot \frac{13,35}{224,39} + 0,001 + 0,0008$$

$$= 0,01161(\text{м}) = 11,61(\text{мм})$$

Сведём результаты подсчётов в таблицу:

Таблица 2 - Результаты подсчётов

Номер пояса	Номинальная толщина пояса t_u , мм	Δt_{cU} , мм	t_{mU} , мм	Минимальная толщина стенки t_{min} , мм	Принятая толщина пояса t , мм
1	12,86	1	0,8	8	13
2	11,61	1	0,8		12
3	10,55	1	0,8		12
4	9,48	1	0,8		12
5	8,41	1	0,8		12
6	8,34	1	0,8		12
7	8,25	1	0,8		12
8	8,10	1	0,8		12
9	7,95	1	0,8		12
10	7,71	1	0,8		12
11	7,63	1	0,8		12
12	7,49	1	0,8		12

5.5 Расчет днища

Расчёт ширины окраечного кольца днища проводится по формуле:

$$L_0 = k_2 \cdot \sqrt{r \cdot t^1}, \quad (7)$$

где t^1 – номинальная толщина нижнего пояса стенки;

$k_2 = 0,92$ – безразмерный коэффициент;

r – радиус резервуара.

$$L_0 = 0,92 \cdot \sqrt{13,35 \cdot 0,01} = 0,336(\text{м}) = 336(\text{мм})$$

Толщина кольцевых краек днища вычисляется по формуле:

$$t_b = \left(k_1 - 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{r}{t_1 - \Delta t_{cs}}} \right) \cdot (t_1 - \Delta t_{cs}) + \Delta t_{cb} + \Delta t_{mb}, \quad (8)$$

где $k_1 = 0,77$ – безразмерный коэффициент; $\Delta t_{cs}, \Delta t_{cb}$ – припуск на коррозию нижнего пояса стенки и днища соответственно; Δt_{mb} – минусовой допуск на прокат крайки днища.

$$\begin{aligned} t_b &= \left(0,77 - 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{13,35}{0,01 - 0,001}} \right) \cdot (0,01 - 0,001) + 0,001 + 0,0008 \\ &= 0,0077(\text{м}) = 7,7(\text{мм}) \end{aligned}$$

Согласно ТКП 45-5.04-172-2010 номинальная толщина крайки днища равна 7 мм, исключая припуск на коррозию, согласно расчётам принимаем толщину крайки равную 8 мм и ширину крайки равную 700мм.

5.6 Расчет крыши

Самонесущие купольные (сферические) крыши должны отвечать следующим требованиям:

- Минимальный радиус сферической поверхности равен $0,8D$,
- Максимальный радиус – $1,5D$, где D – диаметр резервуара,
- Минимальная толщина настила – 5 мм.

Минимальная расчетная толщина полотна крыши по условию устойчивости без припуска на коррозию определяется по формуле:

$$t_k = 4,48 \cdot \sqrt{\frac{P}{E}} \cdot \frac{r}{\sin\theta}$$

Где θ – угол крыши относительно основания крыши, $\sin\theta = 20^\circ$

E – модуль упругости стали

P – расчетная нагрузка, Па.

Из уравнения (11) определяем расчетную нагрузку:

$$P = 1,05 \cdot g_m + 0,95 \cdot 1,2g_y + 0,9 \cdot 1,6 \cdot S + 0,95 \cdot 1,2P_{\text{вак}}, \quad (10)$$

Где g_m – масса 1 м² листа крыши, кг,

g_y – масса 1 м² утеплителя, кг, $g_y=0$

S – полное нормативное значение снеговой нагрузке, (III район по снеговому покрову), Па,

$P_{\text{вак}}$ – величина относительного разрежения в резервуаре под крышей, Па.

40

Из уравнения (10) найдем величину g_m :

$$g_m = V \cdot \rho_{\text{ме}}, \quad (11)$$

Где $\rho_{\text{ме}}$ – плотность металла, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$$g_m = 1 \cdot 1 \cdot 0,005 \cdot 7850 = 39,25 \text{ кг}$$

Тогда уравнение расчетной нагрузки P будет иметь вид:

$$P = 1,05 \cdot 39,25 + 0,95 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,6 \cdot 1580 + 0,95 \cdot 1,2 \cdot 300 = 2976 \text{ Па}$$

Минимальная расчетная толщина полотна крыши имеет вид:

$$t_k = 4,48 \sqrt{\frac{2976}{2,06 \cdot 10^{11}}} \cdot \frac{13,35}{\sin 20} = 4,7(\text{мм}) \approx 5 \text{ (мм)}$$

Принимаем толщину покрытия 5 мм.

Расчет узла на кольцевое растягивающее усилие:

$$N_k = r^2 \cdot \frac{P}{(2 \cdot \sin \theta)}, \quad (12)$$

Подставляем значения и получаем:

$$N_k = 13,35^2 \cdot \frac{2976}{2 \cdot \sin 20} = 1,8 \text{ МН}$$

В резервуарах, работающих с избыточным внутренним давлением, узел крепления крыши вверху стенки должен быть рассчитан на кольцевое сжимающее усилие:

$$N_{\text{кс}} = r^2 \cdot \frac{(P_i - g_{\text{min}})}{2 \cdot \sin \theta}, \quad (13)$$

где P_i – максимальное избыточное давление,

g_{min} – минимальная вертикальная расчетная нагрузка от веса крыши,

$$g_{\text{min}} = 0,9 \cdot (g_m + g_y)$$

$$N_{kc} = 13,35^2 \cdot \frac{(2100 - 0,9 \cdot 39,25)}{2 \cdot \sin 20} = 1,7 \text{ МН}$$

Расчетную площадь составляет участок крыши шириной l_k , вычисляется по формуле:

$$l_k = 0,6 \cdot \left(r \cdot \frac{t_k}{\sqrt{\sin \theta}} \right)^2, \quad (14)$$

$$l_k = 0,6 \cdot \left(13,35 \cdot \frac{0,005}{\sqrt{\sin 20}} \right)^2 = 0,25 \text{ (м)}$$

Участок стенки резервуара шириной l_c , вычисляется по формуле:

$$l_c = 0,6 \cdot \sqrt{(r \cdot t_k)}, \quad (15)$$

$$l_c = 0,6 \cdot \sqrt{13,35 \cdot 0,005} = 0,16 \text{ (м)}$$

После вычисления l_k и l_c находим общую площадь элемента, воспринимающего кольцевое усилие, и рассчитываем возникающее в нем напряжение после чего сравниваем его с допустимым:

$$\frac{N_k}{S_{np} + l_k \cdot t_k + l_c \cdot \delta_c} \leq R_y, \quad (16)$$

$$S_{np} = 141,96 \text{ см}^2$$

Где S_{np} – площадь сечения профиля опорного элемента.

Выбираем уголок №25 с площадью сечения профиля $S_{np} = 141,96 \text{ см}^2$ (ГОСТ 8509 – 93).

$$\frac{1,8 \cdot 10^6}{0,014196 + 0,25 \cdot 0,005 + 0,16 \cdot 0,01} \leq 105 \cdot 10^6$$

$$105 \cdot 10^6 \leq 293 \cdot 10^6$$

Вывод : результатом данного расчета были посчитаны следующие величины, такие как толщина стенок резервуара , расчет основания резервуара(днища) а так же крыши . Проведен расчет кольцевого усилия и возникающих в нем напряжений после чего сравнено с допустимым напряжением , в следствии чего был сделан вывод что найденное в следствии

расчета кольцевое усилие меньше допустимого следовательно прочностное условие соблюдено.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В системе нефте и нефтепродуктообеспечения России и стран СНГ в настоящее время эксплуатируется более 40 тысяч резервуаров различного типа и вместимости. При этом характерен износ значительной части основных фондов, который увеличивается с каждым годом. Большая часть ныне действующих емкостей для углеводородного сырья и нефтепродуктов была построена в 1970-е–80-е годы, и уже к началу XXI века не менее 1000 резервуаров вертикальных стальных (РВС) эксплуатировалось 40-50 лет, свыше 3000 РВС имели возраст более 50 лет, значительная часть эксплуатируется за пределами установленного ресурса. Рост числа аварий на завершающих свой жизненный цикл резервуарах закономерен, как и тенденция к увеличению интенсивности их отказов.

Экономически выгодная эксплуатация резервуара не может быть обеспечена без должного наблюдения за техническим состоянием и своевременным устранением неполадок. Практически каждый из резервуаров представляет собой объект повышенной опасности для персонала предприятия, населения, соседних сооружений и окружающей среды. Также можно отметить, что резервуары, как и любой технический объект, имеют свой ресурс и каждое предприятие стремится повысить экономическую эффективность производства товаров или услуги с наименьшими издержками, что означает отсутствие потерь в использовании ресурсов.

Продукт: Резервуар вертикальный стальной, 10000 м³

В различных исследованиях стальных резервуар необходимы всем компаниям, так как данный резервуар прост в сборке и обслуживании. Компаниям важна простота и долговечность. Для каждого резервуарного парка используют оборудование с разными техническими характеристиками.

6.2.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _б	К _ф	К _{к1}	К _б
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Срок службы	0,13	3	2	2	0,39	0,26	0,26
2. Ремонтпригодность	0,1	4	2	3	0,4	0,2	0,3
3. Надежность	0,12	3	3	3	0,36	0,36	0,36
4. Простота ремонта	0,1	3	2	1	0,3	0,2	0,1
5. Удобство в эксплуатации	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
6. Уровень шума	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	4	3	2	0,12	0,09	0,06
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	4	2	3	0,32	0,16	0,24
3. Цена	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
5. Послепродажное обслуживание	0,06	4	3	3	0,24	0,18	0,18
6. Наличие финансирования поставщиками оборудования	0,02	2	3	2	0,04	0,06	0,04
Итого	1	43	33	32	3,51	2,66	2,69

Б_ф – Резервуар вертикальный стальной ;

Б_{к1} – Резервуар вертикальный стальной с понтоном ;

Б₆ – Резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей.

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что наиболее эффективно использовать резервуар вертикальный стальной, так же он является наиболее конкурентоспособным к другому виду, так как обладает рядом преимуществ, например, удобство в эксплуатации, а также минимальное количество подвижных частей, что обеспечивает долговечность работы резервуара.

$$K1 = \frac{43}{33} = 1,3$$

6.1.3 SWOT – анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

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

Результаты первого этапа SWOT-анализа:

1. Сильные стороны проекта:

- Высокая экономичность технологии.
- Экономичность технологии.
- Повышение безопасности производства.
- Уменьшение затрат на ремонт оборудования.

2. Слабые стороны проекта:

- Трудность внедрения функции.
- Отсутствие на предприятии собственного специалиста, способного произвести внедрение функции.

3. Возможности:

- Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации.

- Сокращение расходов.

- Качественное обслуживание потребителей.

- Сокращение времени простоев.

4. Угрозы проекта:

- Отсутствие спроса на новые производства;

- Снижение бюджета на разработку;

После формулирования четырех этапов области SWOT перейдем к следующему этапу. Второй этап состоит из выявления соразмерности сильных и слабых сторон исследуемого проекта внешним условиям окружающей среды. Это несоответствие или соответствие помогут выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная проектная матрица представлена в таблице 3, таблице 4, таблице 5, таблице 6.

Таблица 4 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	-	0
	B2	-	-	+	-
	B3	-	0	-	0

При данном анализе интерактивной таблицы следующие выделим сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C1C2, B2C3.

Таблица 5 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1		+	-

	B2	-	0	-
	B3	-	-	0

При анализе интерактивной таблицы 5 можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: В1Сл1.

Таблица 6 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4
Угрозы проекта	У1	+	+	-	0
	У2	-	-	-	-
	У3	+	+	0	0

При анализе данной таблицы выделяем следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1У3С1С2.

Таблица 7 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	-	0
	У2	-	0	-
	У3	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1Сл1.

В ходе третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 8).

Таблица 8 – Матрица SWOT проекта

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Трудность внедрения функции. Сл2. Отсутствие на предприятии собственного
--	---	---

	<p>С1. Высокая экономичность технологии.</p> <p>С2. Экономичность технологии.</p> <p>С3. Повышение безопасности производства.</p> <p>С4. Уменьшение затрат на ремонт оборудования</p>	специалиста, способного произвести внедрение функции.
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации.</p> <p>В2. Сокращение расходов.</p> <p>В3. Качественное обслуживание потребителей.</p> <p>В4. Сокращение времени простоев.</p>	<p>– Достижение повышения производительности агрегатов.</p> <p>– Исключение поломок оборудования в результате сбоев в электроснабжении.</p> <p>– Своевременная поставка нефти и природного газа потребителям.</p>	<p>1. Поиск заинтересованных лиц</p> <p>2. Разработка научного исследования</p> <p>3. Принятие на работу квалифицированного специалиста.</p> <p>4. Переподготовка имеющихся специалистов</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1: Отсутствие спроса на новые технологии производства;</p> <p>У2: Снижение бюджета на разработку;</p> <p>У3: Высокая конкуренция в данной отрасли.</p>	<p>1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>2. Доработка проекта</p> <p>3. Сложность реализации проекта.</p>	<p>1. Приобретение необходимого оборудования опытного испытания</p> <p>2. Остановка проекта.</p> <p>3. Проведения других проектов</p>

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Проектирование комплекса планируемых работ проводится в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для проведения научного исследования формируется рабочая группа, в состав которой могут входить преподаватели и научные сотрудники, инженеры, лаборанты и техники, число специалистов групп может варьироваться. По каждой форме запланированной работы устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе составляется перечень работы и этапов в рамках проведения научного исследования, проводится распределение исполнителей по видам работ.

Примерный порядок формирования работ и этапов, порядок исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Исполнитель

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудозатраты в большинстве случаев формируют основную часть цены разработки, поэтому ключевым пунктом является определение энергоемкости работ каждого из членов научного исследования.

Трудоемкость проведения научной разработки оценивается экспертами с помощью человеко-дней и подразумевает вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, среднего значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{2t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (положительная оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (негативная оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудозатраты, работа определяется продолжительность каждого действия в рабочих днях T_p , учитывая параллельность производства работ наибольшем количеством исполнителей. Такой расчет необходим для действительного расчета заработной платы, так как зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемые трудозатраты выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Максимально удобным и наглядным является построение ленточного графика научной работы в виде диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта - это горизонтальная гистограмма, в которой работа над темой представлена отрезками времени, которые характеризуются датами начала и окончания этих работ. Для удобства построения графика продолжительность каждого из этапов работы от рабочих дней следует перенести в календарные дни. Для этого используйте следующую формулу:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{кал}$$

где T_{ki} – протяженность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – протяженность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$K_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i – й работы в календарных днях;

T_{pi} - продолжительность выполнения i – й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ - Коэффициент календарности

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Коэффициент календарности на 2020 год (5 – дневная рабочая неделя):

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48.$$

Коэффициент календарности на 2020 год (6 – дневная рабочая неделя):

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 66} = 1,22.$$

Длительность работы в календарных днях для руководителя:

$$T_{\text{к1}} = T_{\text{р1}} \cdot k_{\text{кал}} = 1,8 \cdot 1,22 = 2,2 \approx 3 \text{ дн.}$$

Длительность работы в календарных днях для инженера:

$$T_{\text{к2}} = T_{\text{р2}} \cdot k_{\text{кал}} = 7 \cdot 1,48 = 10,3 \approx 11 \text{ дн.}$$

Вычисленные значения по каждой работе T_{ki} в календарных днях, округляем до целого числа.

Все вычисленные значения сведены в таблице 10.

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{ri}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , Чел-дни	t_{max} , Чел-дни	$t_{\text{ож}}$, Чел-дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,2	Руководитель, Исполнитель	2	3
Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Исполнитель	12	16
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	8
Проведение теоретических	6	18	10	Исполнитель	10	13

расчетов и обоснование						
Проектирование 3D модели резервуара	3	12	6,6	Исполнитель	7	9
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель, Исполнитель	2	3
Составление пояснительной записки	7	16	11,4	Руководитель, Исполнитель	6	8

Из данных таблицы 10 строим план график, изображенный в таблице 11.

Таблица 11 - Календарный план график проведения НИР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал. дни	Продолжительность выполнения работ																
				Фев.		Март			Апрель			Май								
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
1	Составление и утверждение задания и тех.	Р	3																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	18																	
3	Согласование материалов по теме	Р	9																	
4	Календарное планирование работ по теме	Р, И	3																	

Оборудование	Количество, шт.	Цена за шт., руб.	Стоимость комплекта, руб.
Резервуар вертикальный стальной (исполнение 1)	1	23000000	23000000
Резервуар вертикальный стальной с понтоном (исполнение 2)	1	25000000	25000000
Резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей (исполнение 3)	1	33000000	33000000
Люк лаз ЛЛ-600 (или люк лаз овальный ЛЛ 600х900) в первом поясе стенки	1	49660	49660
Люк световой ЛС-500	1	26975	26975
Клапан дыхательный с огнепреградителем КДС-1500/250	2	63300	126600
Огнепреградитель ОП-500 ААН	1	38000	38000
Патрубки вентиляционные ПВ-500	1	43000	43000
Патрубок приемно-раздаточный ППР-400	1	31500	31500
Патрубок монтажный ПМ-500	1	22200	22200
Генератор пены ГПСС-2000	2	20050	40100
Кран сифонный КС-80	1	35200	35200
Пробоотборник секционный ПСР	1	24800	24800
Механизм управления хлопушкой МУ-2	1	12800	12800

Патрубок монтажный ПМ-300	3	11800	35400
Хлопушка ХП-400	1	46300	46300
Итого			При исполнении 1: 23532535
			При исполнении 2: 25532535
			При исполнении 3: 33532535

Для проведения НТИ используется персональный компьютер с лицензионным программным обеспечением, а так же включают в себя расходы на канцелярские принадлежности.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Офисная бумага, упак. 500 листов	310	1	310
Тетрадь общая, 48 л.	50	1	50
Шариковая ручка	30	3	90
Итого			450
Итого с учётом ТЗР (10%)			45

6.3.2 Амортизационные отчисления

Для проведения научно технического исследования нам необходим компьютер с установленными на нем специальными программами и необходимым программным обеспечением.

Затраты на покупку компьютера:

$$З = d_k + d_{no} = 22000 + 3000 = 25000 ,$$

где d_k – цена компьютера;

d_{no} – цена программного обеспечения.

Установка специальных программ для исследования и моделирования объекта осуществляется бесплатно.

6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Эта статья включает в себя базовый оклад ученых и инженеров, а также работников опытных предприятий, непосредственно вовлеченных в выполнение работ по данной теме. Размер затрат на оплату труда определяется исходя из сложности выполненных работ и действующей системы тарифных ставок и заработной платы. Базовый оклад включает в себя бонус, выплачиваемый ежемесячно из фонда оплаты труда в размере 20-30% от тарифа или оклада.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу, тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Исполнитель	2	3	2	1,16	2,32	3,48	2,32
2	Выбор темы исследований	Руководитель	7	9	8	0,93	6,51	8,37	7,44
3	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель	2	2	2	0,93	1,86	1,86	1,86
4	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	12	12	12	0,23	2,76	2,76	2,76
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель	8	9	9	0,23	1,84	2,07	2,07

6	Проектирование 3D модели резервуара	Исполнитель	6	9	8	0,23	1,38	2,07	1,84
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель	4	5	6	1,16	4,64	5,8	6,96
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Исполнитель	5	5	5	1,16	5,8	5,8	5,8
Итого:							27,11	32,21	31,05

Эта статья включает в себя базовый оклад сотрудников, непосредственно вовлеченных в выполнение научно-технических исследований (включая премии, надбавки) и дополнительный оклад

$$Z_n = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) с предприятия (при наличии руководителя с предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = T_p + Z_{дн},$$

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

T_p – время работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.

дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51362 \cdot 10,1}{185} = 2804 \text{ руб.},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени: - отпуск - невыходы по болезни	62	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	175

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{м} = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_{д}) \cdot k_{р} = 23241 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 51,362,$$

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

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

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

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Ставка заработной платы Z_{mc} рассчитывается по произведению тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. по тарифному коэффициенту k_m и учитывается в соответствии с единым тарифным планом для бюджетной организации. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тариф заработной платы (оклада) рассчитывается в соответствии с тарифным планом, принятым на этом предприятии.

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для доцента (степень – кандидат наук) – 23241 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14603 руб.

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы для исполнения 1

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	23241	0,3	0,4	1,3	51352	2804	20	53,48
Исполнитель	14603	0	0	1,3	18983	1036	37	41,66
Итого:								95,14

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	23241	0,3	0,4	1,3	51352	2804	24	64,18
Исполнитель	14603	0	0	1,3	18983	1036	43	48,41
Итого:								112,59

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	23241	0,3	0,4	1,3	51352	2804	28	74,87
Исполнитель	14603	0	0	1,3	18983	1036	49	55,17
Итого:								130,04

6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расходы на дополнительную заработную плату исполнителей темы учитывают размер доплат, предусмотренных Трудовым кодексом Российской Федерации за отклонения от нормальных условий труда, а также выплаты, связанные с предоставлением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, в предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т. д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 53480 = 6952 \text{ руб};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 41660 = 5416 \text{ руб};$$

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

Для исполнения 2 расчет дополнительной заработной платы составит:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 64180 = 8343 \text{ руб};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 48410 = 6293 \text{ руб};$$

Для исполнения 3 расчет дополнительной заработной платы составит:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 74870 = 9733 \text{ руб};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 55170 = 7172 \text{ руб};$$

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражены обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,302 \cdot (53480 + 6954) = 18251 \text{ руб.},$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб			Дополнительная заработная плата, тыс. руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	53,480	64,180	74,870	6,952	8,343	9,733
Исполнитель проекта	41,660	48,410	55,170	5,416	6,293	7,172
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302					
Итого:						
Исполнение 1	Исполнение 2		Исполнение 3			
32,467	38,422		44,377			

6.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают другие расходы организации, которые не включены в предыдущие статьи расходов: печатные и ксерокопирование материалов, письменные материалы, оплата услуг связи, расходы на электроэнергию, почтовые и телеграфные услуги, размножение материалы и т.д.

6.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчетная стоимость исследовательских работ (тем) является основой для формирования бюджета стоимости проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается научной организацией как нижний предел затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НИИ для создания прототипа

Наименование статьи	Сумма, руб. (исполнение 1)	Сумма, руб. (исполнение 2)	Сумма, руб. (исполнение 3)
1. Материальные затраты для создания прототипа	23532535	25532535	33532535
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей	95140	112590	130040
3. Затраты по дополнительной заработной плате	12368	14636	16905
4. Отчисления во внебюджетные фонды	32467	38422	44377
5. Затраты на покупку компьютера и прочие расходы	25450	25450	25450
7. Бюджет затрат НИИ	23697960	25723633	33749307

6.4 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности основано на расчете интегрального показателя эффективности научных исследований. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных значений: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научных

исследований получается в ходе оценки бюджета расходов по трем (или более) вариантам выполнения научных исследований.

Для этого за основу расчета (в качестве знаменателя) берется наибольший интегральный показатель выполнения технического задания, с которым связаны финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-ого варианта исполнения имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}1} = \frac{23697960}{33749307} = 0,702$$

Для 2-ого варианта имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}2} = \frac{25723633}{33749307} = 0,762$$

Для 3-ого варианта имеем

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}3} = \frac{33749307}{33749307} = 1$$

Полученное значение интегрированного показателя финансового развития отражает соответствующее численное увеличение бюджета развития в разы (значение больше единицы) или соответствующее численное уменьшение стоимости разработки в разы (значение меньше единицы, но больше чем ноль).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэф.	Резервуар вертикальный стальной (исп. 1)	Резервуар вертикальный стальной с понтоном (исп. 2)	Резервуар вертикальный стальной плавающей крышей (исп. 3)
1. Безопасность	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	3	4
3. Срок службы	0,15	5	3	3
4. Ремонтопригодность	0,20	5	3	5
5. Надёжность	0,25	4	4	4
6. Материалоёмкость	0,15	5	4	3
Итого:	1	4,6	3,05	3,9

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p - \text{исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,6 \quad (32)$$

$$I_p - \text{исп2} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,05$$

$$I_p - \text{исп3} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,9$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}; \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}}; \quad I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр}};$$

$$I_{исп1} = 5,24; \quad I_{исп2} = 3,05; \quad I_{исп3} = 3,93.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

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

$$\mathcal{E}_{срi} = \frac{I_{испi}}{I_{исп\min}}$$

$$\mathcal{E}_{ср1} = 1,72; \quad \mathcal{E}_{ср2} = 1; \quad \mathcal{E}_{ср3} = 1,29.$$

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,703	0,762	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,05	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,24	3,05	3,93
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,72	1	1,29

Вывод

При оценке экономического потенциала и научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения были сделаны выводы что данный резервуар прост в сборке и надежен следовательно является востребованным в независимости от размеров компании .

При анализе конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения была создана оценочная карта. По оценочной карте понятно, что наиболее эффективно использовать резервуар вертикальный стальной, так же он является наиболее конкурентоспособным к другому виду резервуаров.

Был проведён SWOT-анализ, который показывает слабые и сильные стороны проекта, а также угрозы для реализации проекта и по отношению к конкурирующим резервуарам.

При планировании научно-исследовательских работ было выполнено распределение обязанностей для исследовательской работы, и было рассчитано время, необходимое для выполнения работы. Общая протяженность работ составила 63 дня.

Также в ходе работы рассчитан бюджет НИИ для создания прототипа, основная часть которого приходится на материальные затраты, связанные с приобретением спецтехники, которые составляют 23532535 руб, для первого исполнения из них 3,3 % выделяются на заработную плату, 25532535 руб, для второго исполнения из них 3,5 % выделяются на заработную плату и 33532535 руб. для третьего исполнения из которых 4% выделяются на заработную плату.

Отчислений во внебюджетные фонды и составляет 32467 руб для первого исполнения; 38422 руб для второго исполнения и 44,377 руб для третьего исполнения. На материальные затраты приходит больший процент, равный порядка 90% для всех трех исполнений прототипа.

Сам же бюджет НИИ составляет 450 руб. Все вышеперечисленные показатели проекта позволяют сделать вывод, что данная конструкция выгодна не только экономически но и по показаниям эксплуатации.

7. Социальная ответственность

Тема моей выпускной работы посвящена вопросам обеспечения надежности РВС в процессе эксплуатации . с учётом ежегодного прироста добычи нефти тема актуальная и интересующая потребности нефтегазовой отрасли.

Исследуемый вертикальный стальной резервуар находится в Раменском районе Московской области, административный центр сельского поселения Константиновское на территории нефтебазы. средняя температура января там составляет $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самая низкая температура за всю историю метеонаблюдений была зарегистрирована в Наро-Фоминске: $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$, а самая высокая температура $+39,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ — была отмечена летом 2010 года в Коломне.

С приходом арктического воздуха наступают сильные морозы (ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$), которые длятся до 30 дней в течение зимы.

В данном разделе рассматривается влияние используемого оборудования, сырья, энергии, продукции и условий работы на человека и окружающую среду; Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности; техника безопасности при работе с оборудованием и действия при чрезвычайных ситуациях; проведен анализ выявления вредных факторов; работы производить в строгом соблюдении последовательности и технологии производства отдельных видов работ.

Необходимость социальной ответственности в настоящее время признана всеми организациями независимо от их размера, месторасположения и организационно-правовой формы. Любая организация должна вносить вклад в устойчивое развитие общества: экономический, социальный и экологический, которые взаимосвязаны и являются ожиданиями общества относительно функционирования организации.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В нефтегазовой отрасли получили распространение следующие режимы рабочего времени: сменные работы и работы вахтовым методом.

Сменная работа производится, как правило, в 2 - 4 смены, так как

производственный процесс превышает установленную продолжительность ежедневной работы (смены) (ст. 94 ТК РФ).

Продолжительность рабочего времени работников отрасли за учетный период определяется работодателем с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации в пределах норм, установленных Трудовым кодексом РФ, и отражается в графиках работы за год.

Согласно ст. 91 ТК РФ, нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Это принципиальное положение кодекса не может быть применено ко всем работникам нефтегазовой отрасли. Это объективно обусловлено отраслевой спецификой труда и производства (технологического процесса). Большинство работ отрасли являются вредными и/или опасными, и, как следствие, для работников устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени. Его сокращение составляет 4 часа и более. Положение о сокращении рабочего времени работникам нефтегазовой отрасли закреплено отраслевым Списком, утвержденным Мингазпромом России.

В отличие от межотраслевого, отраслевой список предусматривает не только вредные, но и опасные, а также тяжелые работы. В соответствии с этим нормативным правовым актом работодатели отрасли составляют перечни работников, которым устанавливается сокращенное рабочее время.

На непрерывных работах запрещается оставлять работу до прихода сменщика.

Трудовая деятельность работников на открытом воздухе прекращается при температуре -40 град. Цельсия и ниже, при силе ветра до 6 м/с; при температуре -35 град. Цельсия и ниже, при силе ветра 6 - 12 м/с; при температуре -30 град. Цельсия и ниже, при силе ветра более 12 м/с. Прекращение работы на открытом воздухе оформляется приказом (распоряжением) работодателя.

Для сотрудников, осуществляющих деятельность вахтовым методом, продолжительность вахты не должна превышать одного месяца. В

исключительных случаях на отдельных объектах продолжительность вахты может быть увеличена работодателем до трех месяцев с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации в порядке, установленном статьей 372 настоящего Кодекса для принятия локальных нормативных актов.

Лицам, выполняющим работы вахтовым методом, за каждый календарный день пребывания в местах производства работ в период вахты, а также за фактические дни нахождения в пути от места нахождения работодателя (пункта сбора) до места выполнения работы и обратно выплачивается взамен суточных надбавка за вахтовый метод работы.

7.2 Производственная безопасность

Таблица 23 Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (Гост 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовлен ие	Эксплуатац ия	
1. Превышение уровня шума	+	+	+	СП 51.13330.2011 Защита от шума.[39]
2.Повышенный уровень вибрации на рабочем месте.		+	+	ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) [40]
3.Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны		+	+	ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ[41]

4.Пожаровзрыв обезопасность на рабочем месте	+	+	+	ГОСТ 12.1.044- 89 ССБТ[42]
5. Движущиеся машины и механизмы производствен ного оборудования	+	+	+	ГОСТ 12.0.003- 2015 [41]
6.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ[44]

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при обслуживании резервуарного парка.

А также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов
Превышение уровней шума[39]

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

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

– совершенствование технологии ремонта и своевременное обслуживание оборудования;

– использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи); средств звукопоглощения.

Также необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников.

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

Превышение уровней вибрации[40]

Для санитарного нормирования и контроля используются средние квадратические значения виброускорения или виброскорости, а также их логарифмические уровни в децибелах. Для первой категории общей вибрации, по санитарным нормам скорректированное по частоте значение виброускорения составляет 62 дБ, а для виброскорости – 116дБ. Наиболее опасной для человека является вибрация с частотой 6-9 Гц.

Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены:

- применением вибробезопасного оборудования и инструмента; применением средств виброзащиты, снижающих воздействие на работающих вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения;
- организационно-техническими мероприятиями (введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих; вывод работников из мест с превышением ДУ по вибрации).

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны[41]

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализатора или рудничной лампы. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно

допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³, для природного газа ПДК 300 мг/м³.

При работе с вредными веществами 1-, 2-, 3-го классов опасности (ртуть, сероводород, метанол, и т.д.) должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование СИЗ.

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РП-КМ и др.), защитных очках и комбинезонах. При загазованности траншеи или котлована в результате утечки газа необходимо прекратить работу и вывести людей, запретив курить, зажигать спички или пользоваться открытым огнем.

7.2.1 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Пожаровзрывобезопасность на рабочем месте.[42]

При обеспечении пожарной безопасности наряду с настоящими Правилами следует также руководствоваться стандартами, строительными нормами и правилами, нормами технологического проектирования, отраслевыми и региональными правилами пожарной безопасности и другими утвержденными в установленном порядке нормативными документами, регламентирующими требования пожарной безопасности.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.[41]

Опасности на предприятиях представляют собой движущиеся машины и механизмы (автотранспорт, насосное, вентиляционное оборудование), незащищённые подвижные элементы оборудования (механический уровнемер, запорно-регулирующая арматура), разрушающиеся конструкции (обветшалые лестничные марши), сосуды работающие под давлением, острые кромки, заусенцы на поверхности заготовок инструментов и оборудования, а также падение предметов с высоты (при выполнении ремонтных работ).

Механические опасности могут возникнуть у любого объекта, способного причинить человеку травму, увечье и даже летальный исход в результате неспровоцированного контакта объекта или его частей с человеком.

Средствами коллективной защиты являются: оградительные устройства, предохранительные устройства, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, устройства дистанционного управления, знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты: каска, защитная обувь, очки, перчатки, спецодежда.

Поражение электрическим током.[43]

Поражение электрическим током связано с обслуживанием персонала электротехнического оборудования. К такому оборудованию на данном участке относятся: устройство регулировки взлива, датчики уровня, преобразователь давления, преобразователь температуры, газосигнализатор, уровнемер, электропривод ЗКЛ.

Действие электрического тока на организм человека:

- возникают внешние местные поражения – ожоги;
- возникают внутренние механические поражения - разрыв тканей и некоторых внутренних органов;
- возникают механические повреждения, вследствие падения человека с высоты из-за испуга при незначительном воздействии силы тока;

Электрооборудование должно быть выполнено во взрывозащищенном исполнении, проходить техническое обслуживание и текущие ремонты согласно графика. Средства защиты от поражения электрическим током: диэлектрические перчатки и боты, резиновые диэлектрические ковры, изолирующие штанга и клещи, заземление оборудования.

7.3 Экологическая безопасность

При технической эксплуатации резервуара типа РВС 10000 м³ необходимо соблюдать требования по защите окружающей среды, условия землепользования, установленные законодательством по охране природы.

Влияние на атмосферу [44]:

К технологическим источникам, загрязняющим атмосферу при работе РВС, относятся:

- дыхание резервуарного оборудования

Для предотвращения загрязнения атмосферного воздуха необходимо оснащение технологического оборудования предохранительными устройствами со сбросом в специальные емкости с последующим возвращением жидких продуктов в технологический процесс, использование факельных установок для сжигания аварийных выбросов газа;

Влияние на литосферу:

- попадание нефтесодержащих веществ в почву при разливах РВС.
- повреждение почвенно-растительного покрова при монтаже РВС.

Для снижения воздействия на литосферу предусмотрены следующие мероприятия:

- минимально необходимые размеры котлована;
- установка противоразливного оборудования ;
- установка бетонных площадок и обвалований;

Загрязнение атмосферного воздуха в период эксплуатации за счет неорганизованных выбросов и является кратковременным. К загрязняющим веществам относятся продукты неполного сгорания топлива в двигателях строительных машин и механизмов, вещества, выделяющиеся при сварке труб, выполнении изоляционных работ.

Влияние на гидросферу:

- попадание нефтесодержащих веществ в подземные воды и близ лежащие реки при разливах РВС.

Для своевременного обнаружения и ликвидации утечек необходим контроль состояния сварных швов, аппаратов, трубопроводов и фланцевых соединений.

Для подобных процедур на каждой нефтебазе действует график осмотра РВС:

Ежедневно - обслуживающим персоналом

Еженедельно - лицом, ответственным за эксплуатацию

Ежемесячно - руководством станции

Ежеквартально, выборочно - комиссией производственного контроля

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС: сезонные наводнения, сильные морозы, разлив нефтепродуктов в следствии поломки РВС, взрыв паровоздушной смеси, отравление парами нефтепродуктов.

В случае возникновения на объекте аварийной ситуации, обслуживающий персонал должен быть готов, действовать согласно плану по локализации и ликвидации последствий аварий, без ущерба для своего здоровья.

Главная задача при борьбе с пожарами – это их ликвидация, которая достигается путем ограничения времени истечения и объема вытекающей жидкости. Для ликвидации небольших возгораний персонал до прибытия пожарной охраны должен использовать первичные средства пожаротушения.

В качестве первичных средств пожаротушения используются: ручные огнетушители, полотна асбестовые, песок, пожарный инвентарь (лопаты, ведра). На каждой площадке установки подготовки нефти устанавливаются пожарные щиты, оснащенные первичными средствами пожаротушения, согласно правилам пожарной безопасности в Российской Федерации.

Пожаротушение РВС происходит передвижной пожарной техникой, а также автоматической системой пожаротушения и системой азототушения.

В случае появления у работника признаков отравления пострадавшего срочно эвакуировать из зоны поражения для оказания первой помощи, а при

необходимости отправить его в лечебное учреждение. Дальнейшие работы могут возобновиться только после устранения причин, вызвавших отравление работника.

Вывод

В данном разделе рассмотрены опасные и вредные факторы, оказываемые на людей при строительстве и монтаже резервуара вертикального стального типа РВС, а также способы предупреждения и защита. Рассмотрено воздействие на экологию, и мероприятия по устранению данного антропогенного фактора.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использовать положения и выводы, содержащиеся в нём, для более глубокого осмысления проблем и перспектив социальной ответственности при внедрении принципов корпоративной социальной ответственности в российских компаниях

Заключение

В процессе проведенного исследования были рассмотрены методы монтажа, рассмотрены эксплуатация и обслуживание резервуаров. Проведен проверочный аналитический расчет который показал что фактически каждый завод изготовитель при проектировании резервуара закладывает в него дополнительный прочностной запас сверх нормы. Так как для изготовления РВС используется стандартизированный листовой прокат, и округление расчетов производится в большую сторону.

Как показывает практика выход из строя РВС чаще всего связан с хрупким разрушением, которое может быть вызванно не только начальными факторами такими как неправильная сварка и дефекты материала, но также неправильный расчет на стадии проектирования.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов;
2. ГОСТ 31385-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти нефтепродуктов;
3. НПЗ-ИЭ-10.020 Инструкция по эксплуатации резервуаров вертикальных стальных;
4. СТО-СА-03-002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов;
5. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация;
6. ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение;
7. СО 03-06-АКТНП-006-2004 «Нормы пожарной безопасности. Проектирование и эксплуатация систем пожаротушения нефтепродуктов в стальных вертикальных резервуарах системы ОАО "АК "Транснефтепродукт";
8. СП 155.13130.2014 Свод правил склады нефти и нефтепродуктов требования пожарной безопасности;
9. РД 09-364-00 Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах;
10. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные факторы;
11. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
12. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность;
13. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;
14. ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности;
15. СНиП 23-03-2003 Защита от шума;

16. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
17. РД 102-76-87 Организация и режим теплообогрева строителей Миннефтегазстроя при выполнении работ на открытой местности;
18. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность;
19. ГОСТ 12.2.016.1-91 - 12.2.016.5-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности;
20. ГОСТ 12.2.016.5-91 ССБТ Сооружения промышленных предприятий;
21. СНиП 3.03.01-87 Несущие ограждения и конструкции;
22. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования;
23. СП 52.13330.2011 Свод правил Естественное и искусственное освещение;
24. Постановление Совмина РСФСР ОТ 07.07.1972 № 408 Об утверждении Положения о режиме труда работников виброопасных профессий;
25. БСН 274-88 Правила техники безопасности при эксплуатации стреловых самоходных кранов;
26. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ Взрывобезопасность. Общие требования;
27. ФЗ от 22.07.2013г. №123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
28. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
29. СНиП 2.04.05.86 Отопление, вентиляция и кондиционирование;
30. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация;
31. ГОСТ 12.1.046-85 ССБТ Нормы освещения строительных площадок;
32. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
33. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
34. ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ Биологическая безопасность. Общие требования;

35. ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Общие требования и классификация;
36. СНиП 3.02.01-87 Зеленные сооружения, основания и фундаменты;
37. С. А. Горелов. Машины и оборудование для сооружения газонефтепроводов. Уч.пособие. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 122 с.;
38. ВСН 311-89 Монтаж стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов объемом от 100 до 50000 м³.
39. СП 51.13330.2011 Защита от шума.
40. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека.
41. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы.
42. ГОСТ 12.1.044-2018 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
43. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы.
44. ГОСТ 32693-2014 Учет промышленных выбросов в атмосферу.
45. ТК РФ Статья 92. Сокращенная продолжительность рабочего времени.
46. ТК РФ Статья 117. Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
47. ТК РФ Статья 147. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
48. ПБ 12-529-03 правила безопасности в газовом хозяйстве