

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

Школа **Инженерная школа новых производственных технологий**
Отделение школы (НОЦ) **Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера**
Направление подготовки **18.03.01 Химическая технология**
Профиль **Машины и аппараты химических производств**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование резервуара для хранения нефти

УДК 622.692.23

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6Б	Абидов Элбек Ойбекович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ан Владимир Вилорьевич	д.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Беляев Василий Михайлович	к.т.н.		

Томск – 2020 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P1	Применять базовые математические и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и специальные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОПК-1,2,3; ПК-8,10,11,12; ОК-1,2,3,4), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач	Требования ФГОС (ОПК-1,2; ПК-1,3,,9; ОК-7), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС (ОПК-2; ПК-2,4,5,16; ОК-5,7), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды	Требования ФГОС (ОПК – 1; ПК-2,4,5,8,17,18; ОК-3,4), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий	Требования ФГОС (ОПК -2,3; ПК-13,14,15; ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, выводить на рынок новые материалы, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС (ОПК – 3; ПК-1,4,6,7,9,10,11; ОК-9), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,6), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (2.6)
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-5), Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве, ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС (ОК-4,6,8) , Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

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

Школа **Инженерная школа новых производственных технологий**
Отделение школы (НОЦ) **Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера**
Направление подготовки (специальность) **18.03.01 Химическая технология**
Профиль **Машины и аппараты химических производств**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) **Беляев В.М.**
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4Г6Б	Абидову Элбеку Ойбекивичу

Тема работы:

Проектирование резервуара для хранения нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.02.2020г., № 58-47/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

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>	<i>Объектом исследования является цилиндрический вертикальный резервуар для хранения нефти:</i> <i>Номинальный объем: 5000 м³.</i> <i>Конструкция резервуара: вертикальный цилиндрический стальной.</i> <i>Воздействие: собственный вес конструкции, вес углеводородного сырья, снеговая и ветровая нагрузки.</i>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Технологический раздел. 3. Механический расчет. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность. 6. Заключение. 7. Список использованных источников
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж общего вида резервуара вертикального стального объемом 5000 м³. (А1) 2. Чертеж днища резервуара вертикального стального объемом 5000 м³. (А1) 3. Чертеж стенки резервуара вертикального стального объемом 5000 м³. (А1)
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Конструктивно-механический раздел</p>	<p>Беляев Василий Михайлович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Кашук Ирина Вадимовна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина Мария Сергеевна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Ан Владимир Вилорьевич	д.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6Б	Абидов Элбек Ойбекович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит в себе: 105 страниц, 21 рисунок, 29 таблиц, 35 литературных источников, 3 чертежа.

Ключевые слова: резервуар, конструкция, расчет на прочность, расчет на жесткость, проверка на устойчивость, стенка, днище, крыша, нормативный документ, государственный стандарт, свод правил, антикоррозионная защита, теплоизоляция, листовой прокат.

Объектом исследования является вертикальный цилиндрический стальной резервуар объемом 5000 м³.

Цель работы – спроектировать конструкцию и рассчитать механические параметры резервуара для хранения нефти с использованием современных САПР.

Задачи:

- обзор различных конструкций резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов;
- анализ методик расчета на прочность и жесткость резервуаров;
- проведение механических расчетов резервуара.

В процессе выполнения ВКР:

- были проведены расчеты на прочность и жесткость стенки резервуара;
- проанализированы существующие методики расчетов конструкции резервуара;
- рассчитаны минимальные толщины резервуара, для которых выполняются критерии прочности в условиях эксплуатации и гидравлических испытаний.

В результате исследования разработана конструкция резервуара для хранения нефти. Надёжность эксплуатации разработки доказана механическим расчётом.

Область применения: нефтяная, нефтегазовая, горнодобывающая промышленность.

ABSTRACT

The final qualification work contains: 105 pages, 21 figures, 29 tables, 35 references, 3 drawings.

Keywords: reservoir, design, strength analysis, stiffness analysis, stability test, wall, bottom, roof, regulatory document, state standard, code of rules, corrosion protection, insulation, sheet metal, stress-strain state, finite element model, stress, numerical experiment.

The object of study is a vertical cylindrical steel tank with a volume of 5000 m³.

The purpose of the work is to design the construction and calculate the mechanical parameters of the oil storage tank using modern CAD systems..

Tasks:

- an overview of the various designs of tanks designed to store oil and oil products;
- analysis of methods for calculating the strength and stiffness of tanks;
- carrying out mechanical calculations of the tank.

In the process of performing FQW:

- calculations were made for the strength and stiffness of the tank wall;
- existing methods for calculating the design of the tank are analyzed;
- minimum tank thicknesses are calculated for which strength criteria are met under operating conditions and hydraulic tests.

As a result of the study, the design of an oil storage tank was developed. The reliability of operation of the development is proved by mechanical calculation.

Application areas: oil, oil and gas, mining.

Определения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе были применены следующие определения, сокращения и нормативные ссылки:

Резервуар – сооружение, предназначенное для приема, хранения и сдачи нефти и нефтепродуктов;

Кольцевые напряжения – напряжения, действующие в окружном направлении;

Меридиональные напряжения – напряжения, действующие в направлении образующей стенки резервуара (оси балки);

Дефект – каждое отдельное несоответствие параметров (характеристик_ резервуара или его элемента требованиям нормативно-технической документации;

Окрайки днища резервуара – это утолщенные, по сравнению с центральной частью, листы, располагаемые по периметру резервуара в зоне опирания стенки;

Прочность – свойство конструкции выполнять назначение, не разрушаясь в течение заданного времени под действием напряжений, возникающих под воздействием внешних сил;

Устойчивость – способность сооружений противодействовать усилиям, стремящихся вывести их из исходного состояния статического или динамического равновесия;

Жесткость – способность конструктивных элементов сопротивляться деформации при внешнем воздействии;

РВС-5000 – резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м³;

РВС – резервуар вертикальный стальной;

ГОСТ – государственный стандарт;

СТО – стандарт организации;

РД – руководящий документ;

НДС – напряженно-деформированное состояние;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;

ГО – газовая обвязка;

УЛФ – улавливания легких фракций;

РВ – резервуарный парк;

ТЗ – техническое задание;

КМД – конструкции металлические деталировочные;

КМ – конструкции металлические;

ВСН – ведомственная норма;

КЖ – конструкции железобетонные;

ППР – проект производства работ;

ППРк – проект производства работ кранами;

АКЗ – антикоррозионная защита;

ТН – теплонагреватель;

ТИ – теплоизоляция. ГОСТ 12.1.003-14 ССБТ Шум. Общие требования;

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ Средства и методы защиты от шума. Общие требования;

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность. Общие требования;

ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ Оборудование производственное. Ограждения защитные;

ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие технические требования к охране поверхностных вод от загрязнений;

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие технические требования;

ГОСТ 17.1.3.06-83 Охрана природы. Гидросфера. Общие технические требования к охране подземных вод.

Оглавление

Введение	13
1. Обзор литературы	15
1.1. История производства резервуаров для хранения нефти	16
1.2 Производство	17
1.3 Классификация резервуаров	18
1.4 Конструкции резервуара.....	20
1.5. Конструкция крыш.....	21
1.6 Конструкция днища резервуара.....	24
1.7 Конструкция стенок резервуара	25
1.8 Монтаж.....	27
2. Технологический раздел.....	28
2.1 Общая характеристика резервуара с учетом материальных потоков.....	28
2.2 Назначение и конструкция РВС-5000	29
3. Методика расчетов конструкции резервуара	33
3.1 Постоянные и временные нагрузки, действующие на резервуар	34
3.2 Исходные данные для расчета на прочность и устойчивость стенки РВС.....	34
3.3 Предварительный выбор толщин поясов стенки.....	35
3.4 Проверка стенки на прочность	42
3.5 Проверка стенки на устойчивость.....	49
3.6 Расчет на жесткость	54
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	57
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	58
4.2 Анализ конкурентных технических решений	58
4.3 SWOT – анализ	60
4.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	64
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	64
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	65
4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	66
4.4.4. Бюджет научно-технического исследования	70
4.4.5 Расчет материальных затрат НТИ.....	70
4.4.6 Расчет амортизации специального оборудования.....	71

4.4.7 Определение ресурсоэффективности проекта	78
5. Социальная ответственность	84
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	84
5.2. Специальные правовые нормы трудового законодательства	84
5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	85
5.4. Производственная безопасность	87
5.4.1 Опасные и вредные производственные факторы	87
5.4.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	88
5.4.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	93
5.5. Экологическая безопасность	97
5.5.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	99
Заключение	102
Список использованной литературы	103

Введение

Нефтегазовая промышленность – базовая отрасль Российской экономики. По мере развития нефтяной промышленности возросла потребность в хранении больших объемов нефти и продуктов её переработки. Резервуары служат для хранения, приема и отпуска нефтепродуктов, щелочей, химических веществ, дизельного топлива, воды и других жидкостей в различных климатических условиях. От их правильной работы и надежности при эксплуатации зависит экологическая обстановка местности, где располагается нефтебаза, центральные и промежуточные резервуарные парки. На этапах проектирования и сооружения обеспечивается нужная степень надежности цилиндрического РВС, которая осуществляется на этапе эксплуатации.

Аварии резервуаров с последующей разливкой нефти и нефтепродуктов наносят прилегающей территории огромные экологические загрязнения. Экономический ущерб предприятия включает не только потери продукта, но и большие затраты на восстановление окружающей среды и восполнение запаса потерянных продуктов.

Как известно с практической точки зрения, сохранить углеводородное сырье является сложной задачей, точно также, как и создать идеальные условия для хранения нефтепродуктов различного вида. Это связано с тем, что эти продукции имеют характерные качества, усложняющие процесс добычи, транспортировки и хранения.

В настоящее время по всему миру наиболее распространены вертикальные стальные виды нефтяных резервуаров. Проектирование РВС на территории Российской Федерации регламентируется межгосударственным стандартом ГОСТ 31385-2016 [1] и стандартом СТО-СА-03-002-2009 [2].

В процессе эксплуатации на резервуары действуют различные статические, малоцикловые, снеговые и ветровые нагрузки, воздействие температуры и агрессивной рабочей среды, образующие несовершенства геометрической формы. В

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № докл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
											13

последствии существенно уменьшается несущая способность конструкции, снижается эксплуатационная надежность и сокращается долговечность резервуарной конструкции. В отличие от стандартного метода расчета на прочность и жесткость, метод численного моделирования позволяет разработать геометрическую модель и создать соответствующую конечно-элементную аппроксимацию на этапе проектирования.

Цель данной работы – спроектировать конструкцию и рассчитать механические параметры резервуара для хранения нефти с использованием современных САПР.

Для достижения цели данной работы, необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор различных конструкций резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов;
- провести анализ методик расчета на прочность и жесткость резервуаров;
- провести механические расчеты резервуара для хранения нефти.

Инв. № подл	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ				Лист
									14

1. Обзор литературы

В процессе эксплуатации, стенки резервуара испытывают напряженно деформированное состояние, возникающее от растягивающих, сжимающих и сдвиговых напряжений. Стенки резервуара при заполнении его нефтепродуктом расширяются от давления столба жидкости и давления в газовом пространстве. А при сливе нефтепродукта резервуар сжимается и давление в нем становится меньше атмосферного давления. Тщательный расчет и своевременный осмотр дает гарантию на длительную эксплуатацию резервуаров. Основная часть анализа была взята из следующих основных документаций: ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов [1]. Общие технические условия, СТО-СА-03-002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов [2], СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*» [3] и СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [4]. Дают общее представление конструирования и, не маловажно, знакомят нас с конструкцией и оборудованьями резервуаров учебные пособия [4] и [5].

Подобная работа была описана в статье [6], где проведено сравнение стандартных методов расчета на прочность с методом конечных элементов. Стандартный метод расчета связан с безмоментной теорией оболочек [7], а метод численного моделирования с методом конечных элементов [8].

Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.			
						ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ		
						Лит	Лист	Листов
						Д	19	113
						Обзор литературы		
						ТПУ ИШНПТ		
						Группа 4Г6Б		

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Абидов Э.О			
Пров.	Ан В.В			
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.	Беляев.В.М			

1.1. История производства резервуаров для хранения нефти

Первые резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов в Российской империи начали появляться в 18 веке и представляли собой вырытые углубления в земле глубиной 4-6 м с деревянной крышей, каменные резервуары под землей, а также чаны из дерева, стянутые железными обручами. В 1878 году в Российской империи был сооружен первый в мире вертикальный цилиндрический стальной клепаный резервуар по проекту В. Г. Шухова и А. В. Бари. С 1912-го года в Российской империи стали применять резервуары, сделанные из железобетона, в США – резервуары сборно-разборного типа с объемом от 15 до 1600 м³. В 1921 в США был сооружен первый сварной металлический резервуар с объемом 500 м³, а в 1935 в СССР вместимостью 1000 м³.

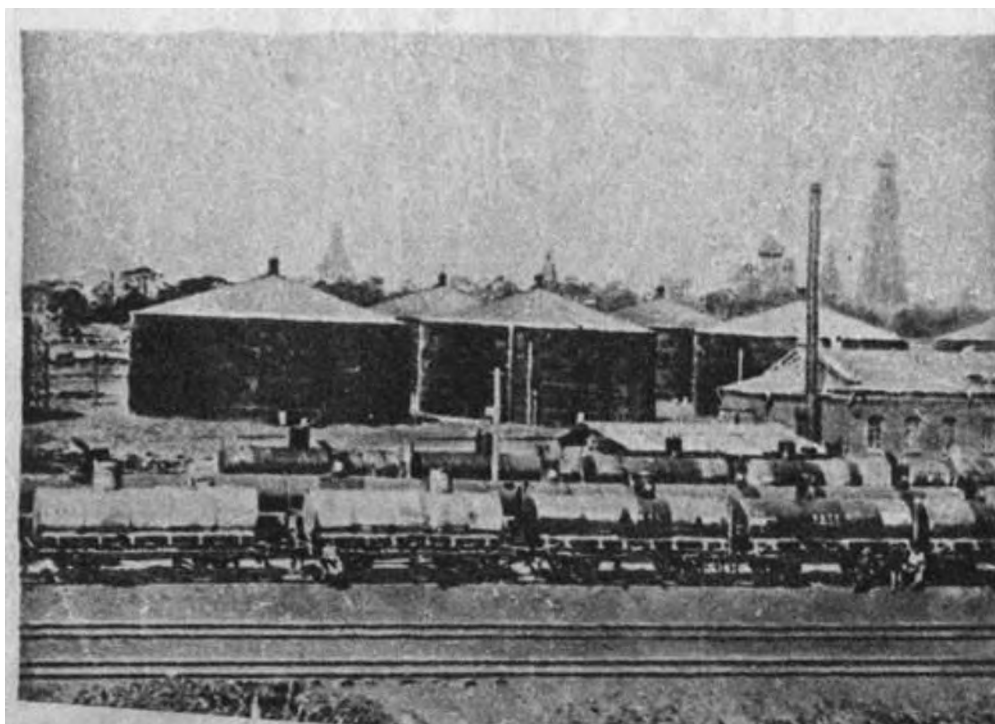


Рисунок 1.1 – Нефтяные резервуары

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Ине. № дубл.
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

1.2 Производство

Несмотря на то, что конструкция вертикальных резервуаров кажется простой, их изготовление представляет собой сложный многостадийный процесс.



Рисунок 1.2 – Изготовление металлоконструкции

Прежде чем приступить к заводскому изготовлению резервуаров, требуется выполнить детализовочные рабочие чертежи КМД, разработанные согласно проекту КМ, и утвержденный в установленном порядке технологический процесс, которая обеспечивает выполнение требований ПБ 03-605-03 и ГОСТ 31385-2016. Гарантией качества конструкции является производство с соблюдением государственных стандартов. Применяются для изготовления материалы подверженные входному контролю на соответствие требованиям нормативной и проектной документации. Металлопрокат подвергается специальной обработке перед подачей в производство.

Конструктивные элементы резервуаров делятся на основные и вспомогательные. К основным относятся: стенка, днище и кольцевые окрайки, крыша (каркас и настил), кольца жесткости, анкерные крепления, обечайки люков и патрубков. К вспомогательным: площадки, лестницы, ограждения.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
										17
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						

Основные конструкции резервуаров могут выполняться методом рулонирования или методом полистовой сборки. Рулонизируемые полотнища собирают, сваривают, проводят контроль и сворачивают в рулоны. При полистовой сборке детали стенок вальцуют на проектный радиус и укладывают в ложементы для транспортировки.

После сборки резервуары проходят тщательную проверку на соответствие государственных стандартов и стандартов предприятия-заказчика. Помимо этого, резервуары проверяются на наличие признаков нарушения герметичности, выдержку механических нагрузок и предельных давлений.

1.3 Классификация резервуаров

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов классифицируются:

По расположению на:

- наземные;
- подземные;
- подводные.

По форме оболочки на:

- горизонтальные цилиндрические;
- вертикальные цилиндрические;
- шаровые резервуары;
- каплевидные резервуары;
- прямоугольные резервуары.

По материалам изготовления на:

- деревянные;
- земляные(амбары);
- каменные;
- железобетонные;
- металлические;

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
						18
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

- стеклопластиковые;
- пластмассовые;
- резинотканевые.

По способу установки на:

- стационарные;
- передвижные.

По состоянию хранимого продукта на:

- резервуары для маловязкой нефти и нефтепродуктов;
- резервуары для высоковязкой и застывающей нефти и нефтепродуктов, требующие подогрева;
- для сжиженных газов.

По величине избыточного давления на:

- с низким давлением (меньше 0,002 МПа);
- с повышенным давлением (от 0,002 до 0,067 МПа);
- с высоким давлением (больше 0,067 МПа).

Наземные нефтяные резервуары изготавливаются в основном из стали и железобетона. Железобетонные резервуары конструируются из рулонных заготовок стенки и днища резервуара, которые свариваются на специальных заводах и доставляются к месту установки в свернутом виде, или из сборочных элементов.

Подземные нефтяные резервуары делят на:

- шахтные, возводимые в намеренно созданных горных выработках или в отслуженных выработках рудников и шахт;
- бесшахтные, разрабатываемые выщелачиванием в пластах каменной, а также путем уплотнения пород взрывом;
- траншейные, возводимые с помощью открытого горного способа.

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					19

В местах, где встречается полускальный, крупнообломочный, песчаный и глинистый грунт, траншейные нефтяные резервуары конструируются из металла с щитовой крышей, опирающееся на несущую конструкцию. К недостаткам подземных нефтяных резервуаров относятся трудности эксплуатации, ремонта и определения утечек. А к недостаткам шахтных резервуаров, помимо этого, надобность в заглублении насосной станции и др.

Для хранения нефти и нефтепродуктов под водой эластичную емкость или оболочку из металла погружают на дно с помощью дополнительно подвесив груз-якорь. Помимо этого, нефтяные резервуары располагают в бетонных фундаментах морских буровых платформ. При конструировании резервуара должна обеспечиваться герметичность, коррозионная и химическая стойкость по отношению к хранимым продуктам, эксплуатационная безопасность, долговечность и др. Конструирование нефтяного резервуара должна производиться на основе технико-экономического анализа с учетом всех потребностей на сокращение потерь хранящихся продуктов, их физических и химических свойств и требований, представленных к технологии хранения. Резервуары для хранения нефти или группа резервуаров для хранения нефти входят в состав нефтехранилищ.

1.4 Конструкции резервуара

Основные конструктивные элементы резервуара для хранения нефти делят на несущие и ограждающие.

Несущими являются: стенка, в том числе врезки патрубков и люков, бескаркасная крыша, анкерное крепление стенок, окрайка днища, каркас и опорное кольцо жесткости.

Ограждающие: настил стационарной крыши, центральная часть днища, понтон, плавающая крыша.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					20

1.5. Конструкция крыш

Коническая каркасная оболочка крыши

Конические каркасные крыши используются для резервуаров с объемами от 1 тыс. м³ до 5 тыс. м³. В ее состав входят изготовленные на заводе секторные каркасы, центральный щит, кольцевые элементы каркаса и рулонированное полотнище настила. Так же, как и монтаж традиционных щитовых крыш, монтаж каркаса производится по мере развертывания рулона стенки. После того, как соединили между собой каркасы кольцевыми элементами на них укладывают полотнища настила, заранее развернутые недалеко от днища резервуара. Полотнища свариваются друг с другом, а затем припаиваются по периметру к уголку стенки. Не допускается закрепление полотнищ к элементам каркаса.

Чтобы не допустить разрушения стенок резервуара, а также ее отрыва от днища при превышении внутреннего давления аварийного, каркасные крыши проектируют во взрывозащищенном исполнении так, чтобы произошел, отрыв сварного шва приварки настила к стенке. Также, взрывозащищенная крыша выполняет роль аварийного клапана, который в случае чего сбрасывает давление внутри резервуара, сохраняя конструкцию и находящийся внутри продукт.

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
										21
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						

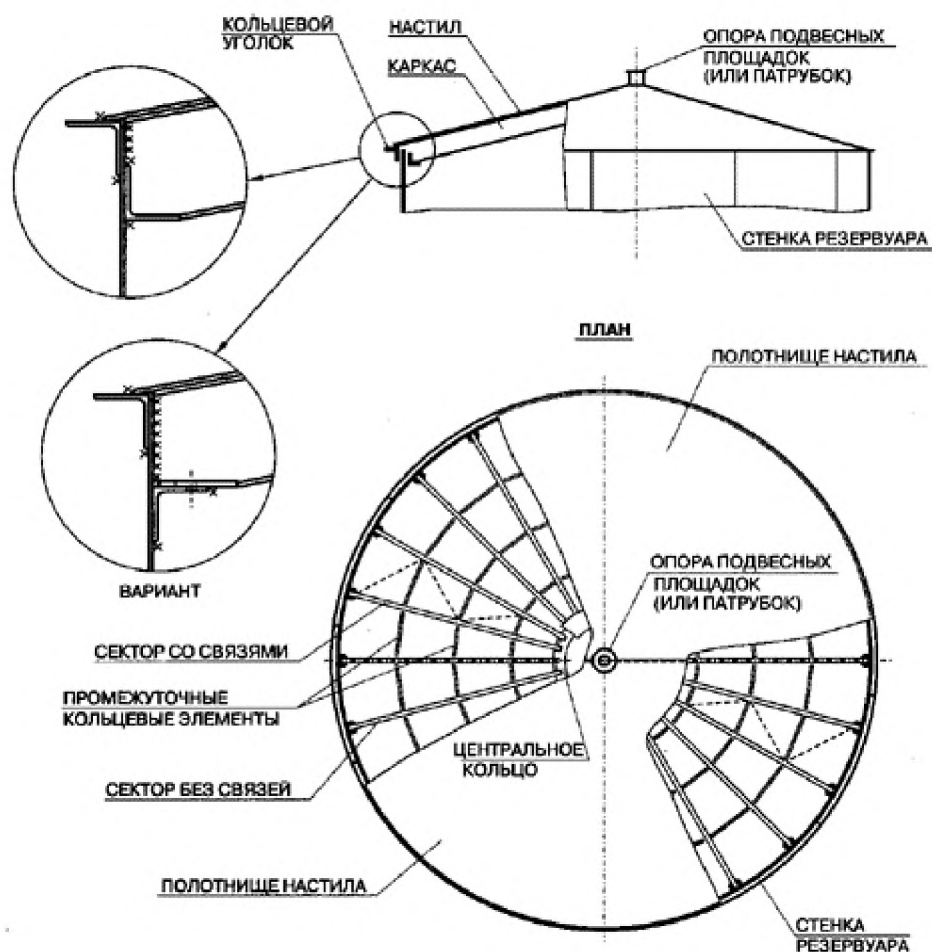


Рисунок 1.3 – Коническая каркасная крыша

Каркасная купольная (сферическая) крыша

Купольные каркасные крыши используются для вертикальных резервуаров с объемами не менее 5 тыс. м³, и диаметром не больше чем 50 м. Покрытие представляет собой крышу стационарной конструкции в сферической форме имеющая радиально-кольцевую каркасную систему. При проектировке радиус сферы выбирают так, чтобы она была в пределах от 0,8 до 1,5 диаметров резервуара. В ее состав входят: 1 – центральный щит; 2 – вальцованный радиальный балок; 3 – кольцевые элементы каркаса; 4 – кольца жесткости по периметру; 5 – листы настила.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Лист

22

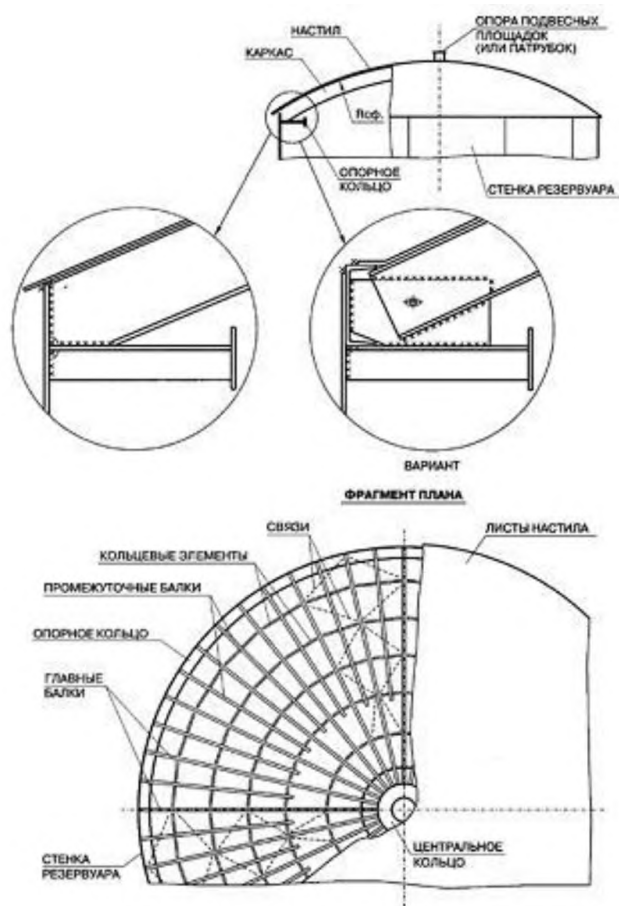


Рисунок 1.4 – Каркасная купольная крыша

Самонесущие купольные, или же сферические крыши должны соответствовать следующим требованиям (D – диаметр стенки резервуара):

- наименьший радиус сферической поверхности равен $0,8D$;
- наибольший радиус – $1,5D$;
- наименьшая толщина настила – 5 мм .

Данные элементы изготавливаются заводом-изготовителем и доставляются на место монтажа в виде готовых щитков и отдельных элементов настила и каркаса. Чтобы не допустить разрушения стенок резервуара при превышении внутреннего давления аварийного, сферические крыши изготавливают во взрывозащищенном исполнении. Для этого настил, представляющую собой подготовленные для листовой сборки металлические листы или же крупногабаритные карты, крепится только на окаймляющий элемент вдоль окружности крыши. Таким образом сохраняется стенка резервуара и его целостное крепление к днищу.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Лист

23

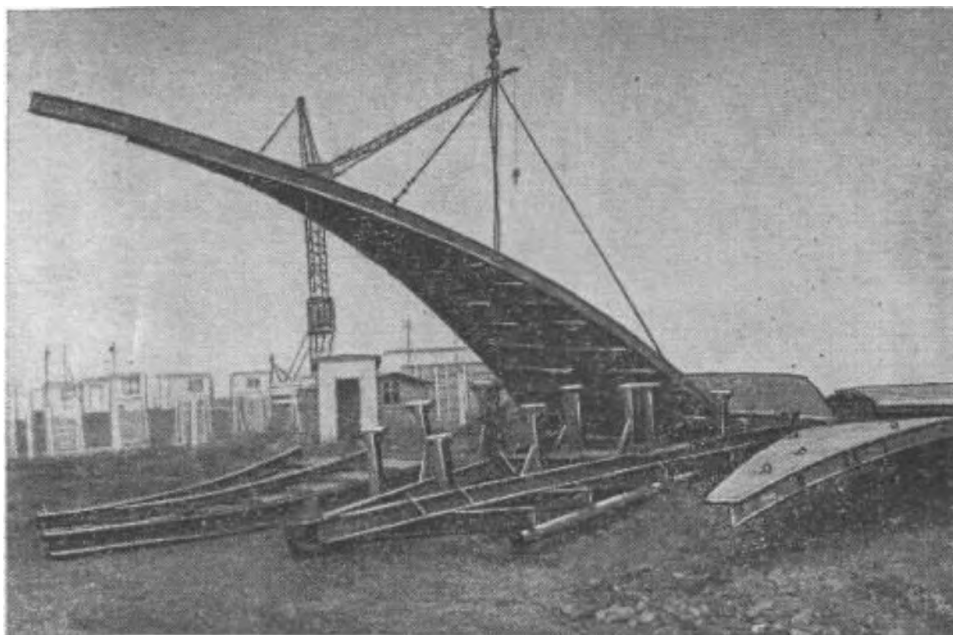


Рисунок 1.5 – Щит сферического покрытия резервуара

В центре покрытия устанавливается центральный щит диаметром 3 м. Щиты между собой соединяются внахлест. Все щиты, не считая начального и замыкающего, соединены с одной стороны со стропильной ногой, а с другой окантованы уголком. Стропильная нога и уголок имеют горизонтальные связи, выполненные из уголков. Начальный щит имеет с двух сторон стропильные ноги, а замыкающий – окантовки. Для удобства транспортировки все щиты разделены на два составляющих – треугольная и трапециевидальная. После доставки на место монтажа соединяют с помощью специального кондуктора.

1.6 Конструкция днища резервуара

Так как большую часть нагрузки днище испытывает от давления жидкости, толщину подбирают так, чтобы сварочные работы не доставляли трудностей и были выполнены надежно, а также учитывается и припуск на коррозию. Днище резервуара имеют коническую форму с маленьким уклоном в сторону центра либо от нее.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Лист

24



Рисунок 1.6 – Днище резервуара

Рекомендуемая толщина днища не менее 4 мм без учета припуска на коррозию для резервуаров объемом не более 1000 м³. Днище резервуара объемом не менее 2000 м³ должна иметь центральную часть толщиной не менее 4 мм без учета припуска на коррозию и утолщенный кольцевой край толщиной не менее 6 мм.

1.7 Конструкция стенок резервуара

Стенка резервуара представляет собой тонкостенную цилиндрическую оболочку, сваренную из металлических листов. Стенка состоит из ряда поясов, высотой равной ширине листа. Наименьшую толщину листов стенки принимают равной 4 мм. Наиболее часто используются металлические листы размерами 1500х6000, 1800х8000, 2000х8000 мм, и поэтому, в зависимости от назначенного типоразмера листа, высоту резервуара выбирают такой чтобы она была кратной 1490, 1790, 1990 мм, и длиной окружности кратной 5990 или 7990 мм. С учетом материала при необходимости корректировки листов.

Ине. № подл.	Подп. и дата													
	Взам. инв. №													
	Ине. № дубл.													
	Подп. и дата													
<table border="1"> <tr> <td>Ли</td> <td>Изм.</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дат</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат										
<div style="text-align: center;"> ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ </div>														
<div style="float: right;"> <div>Лист</div> <div>25</div> </div>														

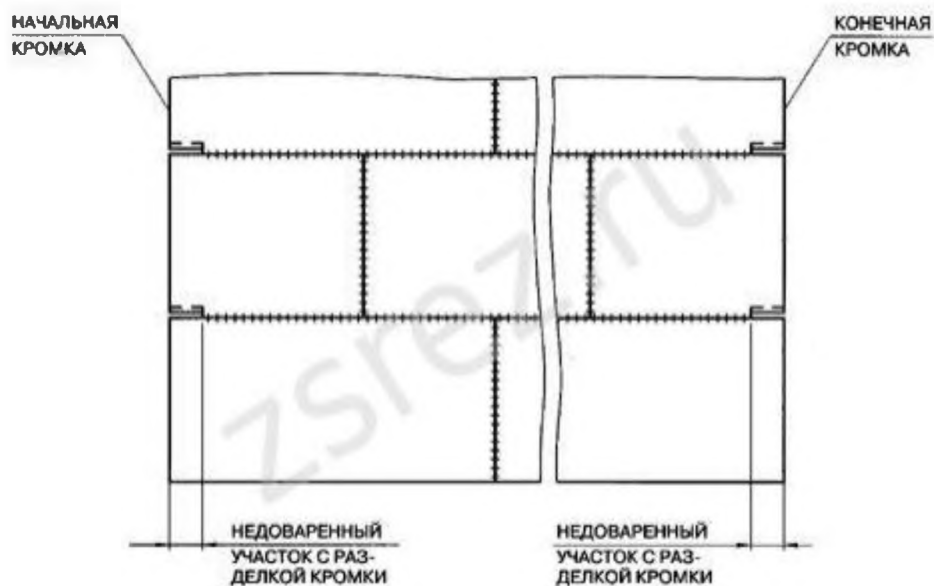


Рисунок 1.7 – Полотнище стенок резервуара

Стенка изготавливается методом рулонирования. В результате обрезки технологического припуска полотнища по длине (150-300 мм), образуется зубчатый монтажный стык стенки.

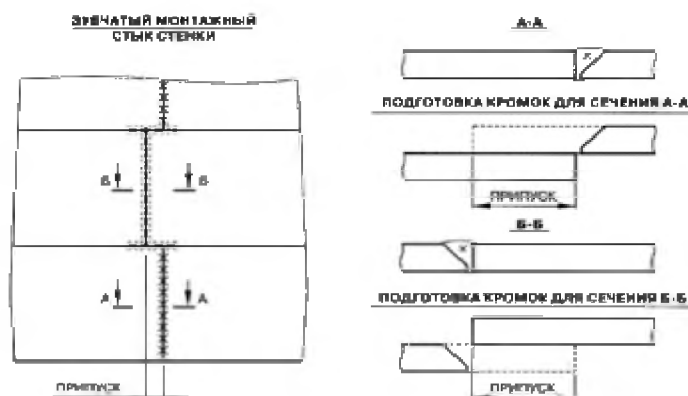


Рисунок 1.8 – Зубчатый монтажный стык стенки резервуара

Монтаж со ступенчатыми стыками для улучшения качества стенки используют в зоне монтажного стыка стойки из труб с опорными столиками, на которые закрепляют шаблоны по каждому поясу.

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.		
Ли	Изм.	№ докум.
Подп.	Дат	

1.8 Монтаж

Монтажом называется производственный процесс, при помощи которых осуществляется сборка и установка оборудования, отдельно взятых конструкций или сооружения в целом, изготовленных на заводе целиком или по частям.

После транспортировки к месту эксплуатации проводится монтаж резервуара в соответствии со всеми требованиями.

Подготовка к монтажу начинается с открытия котлована, установки свай, которые забиваются под всем днищем в виде сплошного свайного поля. Верхняя часть фундамента выполняется в виде сплошного железобетонного покрытия. Сверху на фундамент накладывается и уплотняется гидрофобный слой. Также в обязательном порядке к месту монтажа должны быть подведены электроснабжение для работы со сварочными аппаратами и монтажными кранами. Устраивают пути под краны. Рядом с монтажной площадкой сооружаются бытовые помещения, склады для хранения инструментов и рабочие комнаты.

Следующим этапом является монтаж непосредственно металлоконструкций. Монтаж проводится в зависимости от метода производства основных частей резервуара.

Все работы производятся в соответствии с рабочей документацией. Основными исполнительными документами являются журналы и акты выполненных работ, испытаний и освидетельствований.

Выбор способа монтажа резервуара проводится из действующей нормативной базой РФ:

- ВСН 311-89 [8];
- ГОСТ 31385-2016 [9];
- СТО-СА-03-002-2009 [10];
- ГОСТ 17032-2010 [11].

Выбор способа монтажа зависит от конструкции самого резервуара и его месторасположения.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № инв.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
												27

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Вертикальный цилиндрический стальной резервуар РВС-5000 предназначен для приема, отпуска и хранения углеводородного сырья объемом 5 тыс. м³ и плотностью не более 0,9 т/м³. Масса конструкции составляет 120 тонн. Относится к III классу опасности. Поставляются следующие модификации РВС-5000:

- со стационарной крышей;
- с понтоном;
- с плавающей крышей;
- двустенный (или с защитной стенкой).

В зависимости от условий эксплуатации используют различные марки сталей для производства металлоконструкций:

- из малоуглеродистой стали;
- из низколегированной стали;
- из нержавеющей стали.

Резервуар изготавливается по проекту на заводе-изготовителе. При изготовлении широко применяются отечественные промышленные методы рулонирования отличившиеся качеством и быстротой проведения монтажных работ за счет перенесения значительной части сварочно-монтажных работ и укрупненных блоков на заводские условия.

Данный резервуар эксплуатируется в различных географических регионах, отличающихся климатом, грунтом и сейсмическими условиями.



Рисунок 2.1 – Резервуар РВС-5000

2.2 Назначение и конструкция РВС-5000

В зависимости от климатических условий резервуары эксплуатируются при разных температурах окружающей среды, так в зимнее время поддерживается рабочее состояние нефтехранилища до минус 60 °С и до плюс 50 °С в летний период. Стоит отметить что температура продукта в резервуаре также различна. Поэтому выбор той или иной конструкции резервуара для хранения углеводородного сырья должна рассматриваться с точки зрения технико-экономических расчетов с учетом условий климата, эксплуатации и характеристики хранимого сырья, а также должны быть учтены максимальные снижения потерь.

Основными конструктивными элементами данного резервуара являются:

- днище;
- цилиндрическая стенка;
- крыша (стационарная, понтон либо плавающая);

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист	
	Взам. инв. №					
	Инв. № дубл.					
	Подп. и дата					
Инв. № подл	Подп. и дата				Лист	
	Взам. инв. №					
	Инв. № дубл.					
	Подп. и дата					
	Взам. инв. №					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	29

<p>В зависимости от климатических условий резервуары эксплуатируются при разных температурах окружающей среды, так в зимнее время поддерживается рабочее состояние нефтехранилища до минус 60 °С и до плюс 50 °С в летний период. Стоит отметить что температура продукта в резервуаре также различна. Поэтому выбор той или иной конструкции резервуара для хранения углеводородного сырья должна рассматриваться с точки зрения технико-экономических расчетов с учетом условий климата, эксплуатации и характеристики хранимого сырья, а также должны быть учтены максимальные снижения потерь.</p> <p>Основными конструктивными элементами данного резервуара являются:</p> <ul style="list-style-type: none">- днище;- цилиндрическая стенка;- крыша (стационарная, понтон либо плавающая);
--

- лестница и площадка с ограждением.

По желанию заказчика и требованиям к эксплуатации обрабатывается антикоррозионной защитой (АКЗ) и оснащается теплоизоляцией (ТИ).

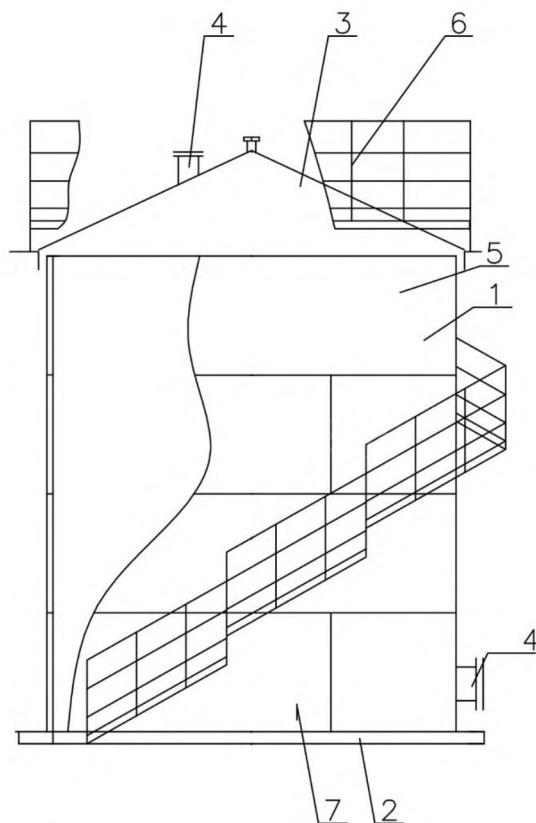


Рисунок 2.2 – Схема вертикального резервуара PVC-5000 м³

1 – стенка; 2 – днище; 3 – крыша; 4 – люки и патрубки; 5 – винтовая лестница; 6 – площадки и ограждения; 7 – крепление заземления.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № дубл.			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.
Дат			

Таблица 2.1 – Техническая характеристика РВС-5000

Номинальный объем, м ³	5000
Внутренний диаметр стенки, мм	22800
Высота стенки, мм	12000
Плотность продукта, т/м ³	0,9
Расчетная высота налива, мм	12000
Количество поясов, шт	8
Припуск на коррозию, мм	—
Толщина верхнего пояса, мм	7
Толщина нижнего пояса, мм	10
Количество окраек, шт	10
Припуск на коррозию, мм	—
Толщина центральной части, мм	5
Толщина окраек, мм	8
Количество балок, шт.	32
Припуск на коррозию, мм	—
Несущий элемент	120Б1
Толщина настила, мм	5
Стенка	54100
Днище	18975
Крыша	33947
Лестница	1190
Площадки на крыше	3324
Люки и патрубки	2297
Комплекующие конструкции	1795
Каркасы и упаковка	7800
Всего	123428

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Лист

31

В резервуаре имеются следующие материальные потоки (таблица 2.2)

Налив нефти – 5000 м³ при принятой плотности нефти 0,9

Слив нефти – 5000 м³ при принятой плотности нефти 0,9, с учетом средней потери нефти 2 кг/тонну.

Таблица 2.2 - Материальный баланс

Приход (налив)	Объем, м ³	Плотность, т/м ³	Масса, тонн	%	Расход (слив)	Объем, м ³	Плотность, т/м ³	Масса, тонн	%
Нефть	5000	0,9	4500	100	Нефть	4999,9	0,9	4499,86	99,7
					Потери	0,0001	0,9	0,014	0,3
Всего			4500	100	Всего			4500	100

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

3.1 Постоянные и временные нагрузки, действующие на резервуар

К постоянным нагрузкам относятся нагрузки от собственных весов конструктивных элементов резервуара.

К временным нагрузкам относят:

- Гидростатическое давление продукта и воды на стенку резервуара для условий эксплуатации и гидравлических испытаний соответственно;
- Избыточное давление в паровоздушной зоне;
- Вакуум при снижении температуры воздуха или при опорожнении емкости;
- Снеговые нагрузки;
- Ветровые нагрузки;
- Нагрузку от веса стационарного оборудования;
- Нагрузки от веса людей, инструментов, ремонтных материалов.

3.2 Исходные данные для расчета на прочность и устойчивость стенки РВС

Для расчета примем вертикальный цилиндрический стальной резервуар объемом 5000 м³. Исходные данные которого занесем в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Величина
Номинальный объем	V	м ³	5000
Высота стенки	$H_{ст}$	м	12
Внутренний диаметр стенки	D	м	22,8
Расчетный уровень налива при эксплуатации и гидравлических испытаниях	$H=H_g$	м	12
Количество поясов	n	м	8
Масса конструкций РВС-5000:			

Изн. № подл.	Подп. и дата
Изн. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Изн. № подл.	Изн. № дубл.
Изн. № подл.	Взам. инв. №
Изн. № подл.	Подп. и дата
Изн. № подл.	Подп. и дата

Крыша		МН	0,33
Лестница		МН	0,012
Площади на крыше		МН	0,033
Комплекующие конструкции		МН	0,017
Люки и патрубки		МН	0,022

Примем сталь, из которой изготовлен резервуар СтЗсп5 (аналог стали С245), для которого предел текучести равен 245 МПа, а плотность 7850 кг/м³. Листовой прокат размером 1,49×5,99 м с разделкой кромок. Плотность продукта примем равной 0,9 т/м³. Резервуар укомплектован каркасной сферической стационарной крышей сетчатого исполнения, площадками на крыше, люками и патрубками, шахтной лестницей и комплекующими конструкциями. Теплоизоляцией пренебрежем.

3.3 Предварительный выбор толщин поясов стенки

Расчет выполняем в соответствии с ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Номинальные толщины поясов стенки следует определять в соответствии с действующими нормативными документами. В условиях нормальной эксплуатации и гидравлических испытаний резервуара для основных сочетаний нагрузки следует выполнять расчет на прочность, так и расчет на устойчивость стенки резервуара.

Номинальные толщины листов металла поясов стенки резервуара следует выбирать из сортамента на листовой прокат так, чтобы выполнялись следующие неравенства:

$$t \geq \max(t_d + \Delta t_c; t_g; t_h) + \Delta t_m, \quad t \leq 40 \text{ мм}, \quad (3.1)$$

где t_d , t_g – расчетные толщины поясов стенки при действии статических нагрузок при эксплуатации и гидравлических испытаниях соответственно;

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
											35

t_h – минимально конструктивная толщина стенки, определяется по таблице 3.2;

Δt_c – припуск на коррозию металла стенки;

Δt_m – минусовой допуск на листовой прокат, указанный в сертификате на поставку металла (если $\Delta t_m \leq 0,3$ мм, то допускается в расчетах принимать $\Delta t_m = 0$).

Таблица 3.2 – Минимальная конструктивная толщина листов стенки резервуаров в зависимости от его диаметра

Диаметр резервуара, м	Минимальная толщина листа стенки резервуара t_h , мм
До 10 включительно	4
Свыше 10 до 16 включ.	5
Свыше 16 до 25 включ.	6
Свыше 25 до 40 включ.	8
Свыше 40 до 65 включ.	10
Свыше 65	12

В соответствии с таблицей 3 ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент», при толщине листового проката свыше 7,5 мм до 15,0 мм включительно предельные минусовые отклонения листового проката следует принять 0,80 мм.

Величина припуска на коррозию задается заказчиком и зависит только от агрессивности хранимого продукта и нормативного срока его эксплуатации. Примем

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	В соответствии с таблицей 3 ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент», при толщине листового проката свыше 7,5 мм до 15,0 мм включительно предельные минусовые отклонения листового проката следует принять 0,80 мм. Величина припуска на коррозию задается заказчиком и зависит только от агрессивности хранимого продукта и нормативного срока его эксплуатации. Примем	Лист 36
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

					ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
						38
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

где R_{yn} – нормативное сопротивление, принимаемое равным гарантированному значению предела текучести по действующим стандартам и ТУ на сталь, для стали Ст3сп5, $R_{yn} = 245$ МПа;

γ_c – безразмерный коэффициент условий работы поясов стенки, назначается в соответствии с таблицей 5 ГОСТ 31385-2016 [16], для условий эксплуатации для первого пояса $\gamma_c = 0,7$, для остальных поясов $\gamma_c = 0,8$, а для условий гидравлических испытаний $\gamma_c = 0,9$;

γ_n – безразмерный коэффициент надежности по ответственности, назначается в соответствии с таблицей 4 ГОСТ 31385-2016 [17], $\gamma_n = 1,05$;

Подставим значения и найдем значения расчетного параметра R, используя формулу (3.3):

В условиях эксплуатации:

Для 1-го пояса стенки:

$$R = \frac{R_{yn}\gamma_c\gamma_t}{\gamma_m\gamma_n} = \frac{265 \cdot 10^6 \cdot 0.7 \cdot 1}{1.025 \cdot 1.05} = 172(\text{МПа}).$$

Для остальных поясов стенки:

$$R = \frac{R_{yn}\gamma_c\gamma_t}{\gamma_m\gamma_n} = \frac{265 \cdot 10^6 \cdot 0.8 \cdot 1}{1.025 \cdot 1.05} = 197(\text{МПа}).$$

В условиях гидравлических испытаний:

$$R = \frac{R_{yn}\gamma_{ct}}{\gamma_{m}\gamma_n} = \frac{265 \cdot 10^6 \cdot 0.9 \cdot 1}{1.025 \cdot 1.05} = 221(\text{МПа}).$$

Определим расчетную толщину стенки для каждого пояса из условия прочности при действии основных сочетаний нагрузок для условий эксплуатации и гидравлических испытаний по формуле (3.2) и назначим для них номинальные толщины в соответствии с условием формулы (3.1):

Для 1-го пояса:

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 0) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{197} = 7,2 \text{ (MM)};$$

$$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 0) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 6,2 \text{ (MM)};$$

$$t1 \geq \max(7,2 + 2; 8; 6) + 0,6 = 9,8 = 10 \text{ mm}$$

Принимаем номинальную толщину стенки $t_1 = 10$ мм.

Для 2-го пояса:

Подп. и дата	Определим расчетную толщину стенки для каждого пояса из условия прочности при действии основных сочетаний нагрузок для условий эксплуатации и гидравлических испытаний по формуле (3.2) и назначим для них номинальные толщины в соответствии с условием формулы (3.1):					Лист	
Взам. инв. №	Для 1-го пояса:					ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	39
Инв. № дубл.	$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 0) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{197} = 7,2 \text{ (мм)};$						
Подп. и дата	$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 0) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 6,2 \text{ (мм)};$						
Инв. № подл	$t_1 \geq \max(7,2 + 2; 8; 6) + 0,6 = 9,8 = 10 \text{ мм}$						
	Принимаем номинальную толщину стенки $t_1 = 10 \text{ мм}$.						
	Для 2-го пояса:						
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 1,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 6,3, (\text{мм});$$

$$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 1,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 5,4 (\text{мм});$$

$$t2 \geq \max(6,3 + 2; 7; 6) + 0,6 = 8,9 = 9 \text{ мм}$$

Принимаем номинальную толщину стенки $t_2 = 9 \text{ мм}$.

Для 3-го пояса:

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 3) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 5,4 (\text{мм});$$

$$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 3) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 4,7 (\text{мм});$$

$$t3 \geq \max(5,4 + 2; 6; 6) + 0,6 = 8 = 8 \text{ мм}$$

Принимаем номинальную толщину стенки $t_3 = 8 \text{ мм}$.

Для 4-го пояса:

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 4,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 4,5 (\text{мм});$$

$$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 4,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 4 (\text{мм});$$

Принимаем номинальную толщину стенки $t_4 = 7 \text{ мм}$.

$$t4 \geq \max(4,5 + 2; 5; 6) + 0,6 = 7,1 = 7 \text{ мм}$$

Для 5-го пояса:

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 6) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 3,7(\text{мм});$$

$$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 6) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 3,2 (\text{мм});$$

$$t5 \geq \max(3,7 + 2; 4; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ мм}$$

Принимаем номинальную толщину стенки $t_5 = 7 \text{ мм}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					40		

Для 6-го пояса:

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 7,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 2,8 \text{ (MM)};$$

$$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 7,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 2,4 \text{ (MM)};$$

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

Принимаем номинальную толщину стенки $t_6 = 7$ мм.

Для 7-го пояса:

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 9) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 1,9 \text{ (MM)};$$

$$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 9) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 1,6 \text{ (MM)};$$

$$t7 \geq \max(1,9 + 2; 2,1; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ MM}$$

Принимаем номинальную толщину стенки $t_7 = 7$ мм.

Для 8-го пояса:

$$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 10,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 1 \text{ (MM)};$$

$$t_{g1} = [0,001 \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot (12 - 10,5) + 1,2 \cdot 0,002] \cdot \frac{11,4}{221} = 0,9 \text{ (MM)};$$

$$t8 \geq \max(1 + 2; 1,1; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ mm}$$

Принимаем номинальную толщину стенки $t_8 = 7$ мм.

Занесем все рассчитанные величины в общую сводную таблицу 3.4.

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<p>$t_{d1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 10,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{172} = 1 \text{ (мм)};$</p> <p>$t_{g1} = [0.001 \cdot 0.9 \cdot 9.81 \cdot (12 - 10,5) + 1,2 \cdot 0.002] \cdot \frac{11,4}{221} = 0,9 \text{ (мм)};$</p> <p>$t_8 \geq \max(1 + 2; 1,1; 6) + 0,6 = 6,6 = 7 \text{ мм}$</p> <p>Принимаем номинальную толщину стенки $t_8 = 7 \text{ мм}$.</p> <p>Занесем все рассчитанные величины в общую сводную таблицу 3.4.</p>	
					ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
						41
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

Таблица 3.4 – Общая сводная таблица

Номер пояса	$t_d + \Delta t_c$	t_g	t_h	t_{max}	$t_{max} + \Delta t_m$	$t_{приним}$
1	9,4	8	8	9,4	9.8	10
2	8,3	7.1	8	9,3	8.9	9
3	7,4	6	8	8,3	8	8
4	6,5	5	8	6	6,6	7
5	5,7	4,2	8	6	6,6	7
6	4,8	3,2	8	6	6,6	7
7	3,9	2,0	8	6	6,6	7
8	3	1	8	6	6,6	7

3.4 Проверка стенки на прочность

Проверочный расчет на прочность поясов стенки резервуара осуществляется в соответствии с ГОСТ 31385-2016 [1], по формуле:

$$\left(\sigma_1^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_{2k} + \sigma_{2k}^2 \right)^{0,5} \leq R, \quad (3.5)$$

где σ_{2k} – кольцевое напряжение, МПа вычисляемое для нижней точки каждого пояса по формуле:

$$\sigma_{2k} = \left[0,001 \rho g (H - x_L) + 1,2p \right] \frac{r}{t_{ir}}, \quad (3.6)$$

где ρ – плотность продукта, равная 0,9 т/м³;

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²;

H – высота налива продукта при эксплуатации, $H = 12$ м;

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	3.4 Проверка стенки на прочность					Лист
					Проверочный расчет на прочность поясов стенки резервуара осуществляется в соответствии с ГОСТ 31385-2016 [1], по формуле:					
					$\left(\sigma_1^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_{2k} + \sigma_{2k}^2 \right)^{0,5} \leq R, \quad (3.5)$					
					где σ_{2k} – кольцевое напряжение, МПа вычисляемое для нижней точки каждого пояса по формуле:					
Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	$\sigma_{2k} = \left[0,001 \rho g (H - x_L) + 1,2p \right] \frac{r}{t_{ir}}, \quad (3.6)$					Лист
					где ρ – плотность продукта, равная 0,9 т/м ³ ;					
					g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с ² ;					
					H – высота налива продукта при эксплуатации, $H = 12$ м;					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					42

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

p – нормативное избыточное давление в газовом пространстве, МПа, определяемое по таблице 3.3 в соответствии с документом РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 [8];

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

t_{ir} – расчетная толщина i – го пояса, м;

Вычислим кольцевое напряжение для нижней точки первого пояса РВС, используя формулу (6):

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

Аналогичным способом вычисляем кольцевые напряжения для остальных поясов стенки и, для удобства, занесем их в таблицу 3.5:

Таблица 3.5 – Кольцевые напряжения нижних точек поясов резервуара

№ пояса	σ_{2k_i} , МПа
1	123,5
2	120,46
3	116,65
4	111,74
5	90,18
6	68,61
7	47,04
8	25,48

Меридиональные напряжения σ_1 , МПа, в i – м поясе стенки для резервуаров со стационарной крышей определяются по формуле

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					43

$$\sigma_{li} = \frac{1,05G_M + 1,05\psi_1 G_O + 1,3\psi_2 G_t}{2\pi \cdot r \cdot t_{ir}} + \frac{1,4 \cdot 0,7c_e p_s + 1,2\psi_3 p_v}{t_{ir}} \cdot \frac{r}{2}, \quad (3.7)$$

где G_M – вес металлоконструкции выше расчетной точки, МН;

G_O – вес стационарного оборудования выше расчетной точки, МН;

G_t – вес теплоизоляции выше расчетной точки, МН;

p_s – расчетная снеговая нагрузка на поверхности земли, МПа, определяемая по СП 20.13330.2016 «Свод правил «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия» [4];

p_v – нормативное значение вакуума, МПа, определяемое по таблице 3.3 в соответствии с документом РД-23.020.00-КТН-018-14;

$c_e = 0,85$ при $D \leq 60$ м;

r – радиус резервуара, м;

ψ_1, ψ_2, ψ_3 – коэффициенты сочетаний соответственно для длительных и кратковременных нагрузок, назначаемые в соответствии с пп. 6.2-6.4 СП 20.13330.2016 [4].

Примем вес теплоизоляции равным нулю, тогда формула примет вид:

$$\sigma_{li} = \frac{1,05G_M + 1,05\psi_1 G_O}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot t_{ir}} + \frac{1,4 \cdot 0,7c_e p_s + 1,2\psi_3 p_v}{t_{ir}} \cdot \frac{r}{2}. \quad (3.8)$$

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

$$G_M = G_{M, \text{стенки}} + G_{M, \text{крыши}}, \quad (3.9)$$

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

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

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
										44
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					

Вес каждого пояса определяется по формуле:

$$G_{M, \Pi_i} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h_l \cdot t_i \cdot \rho_{cm} \cdot g, \quad (3.10)$$

где r – радиус резервуара;

$h_{\text{л}}$ – высота листа;

t_i – номинальная толщина стенки i – го пояса, м;

 $\rho_{\text{ст}}$ – ПЛОТНОСТЬ СТАЛИ, КГ/М³;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Вес металлоконструкции стенки выше расчетной точки определяется по формуле:

$$G_{M, \text{стенки}_i} = \sum_{k=i}^8 G_{M, \Pi_k} . \quad (3.11)$$

Подставляя значения в формулу (3.10), определим вес каждого пояса стенки:

$$G_{M,II_1} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,010 \cdot 7850 \cdot 9,81 = 0.082 \text{ (MH)};$$

$$G_{M_{II_2}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,009 \cdot 7850 \cdot 9,81 = 0.074 \text{ (MH)};$$

$$G_{M,II_3} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,008 \cdot 7850 \cdot 9,81 = 0.066 \text{ (MH)};$$

$$G_{M, \Pi_{4-8}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 1,5 \cdot 0,007 \cdot 7850 \cdot 9,81 = 0.057 \text{ (MH)};$$

Зная вес каждого пояса, вычислим вес металлоконструкции стенки выше расчетных точек по формуле (3.11):

$$G_{M, \text{стенки}_1} = 0,082 + 0,074 + 0,066 + 5 \cdot 0,057 = 0,507 \text{ (МН)};$$

$$G_{M, \text{стенки}_2} = 0,074 + 0,066 + 5 \cdot 0,057 = 0,425 \text{ (МН)};$$

$$G_{M, \text{стенки}_3} = 0,066 + 5 \cdot 0,057 = 0,351 \text{ (МН)};$$

$$G_{M,стенки_4} = 5 \cdot 0,057 = 0,285 \text{ (МН)};$$

$$G_{M,стенки_5} = 4 \cdot 0,057 = 0,228 \text{ (МН)};$$

$$G_{M,стенки_6} = 3 \cdot 0,057 = 0,171 \text{ (МН)};$$

$$G_{M,стенки_7} = 2 \cdot 0,057 = 0,114 \text{ (МН)};$$

$$G_{M,стенки_8} = 0,057 \text{ (МН)};$$

Вес металлоконструкции крыши из таблицы 3.1 равен $G_{M,крыши} = 0,771 \text{ МН}$, тогда, по формуле (3.9) имеем:

$$G_{M_1} = 0,507 + 0,33 = 0,837 \text{ (МН)};$$

$$G_{M_2} = 0,425 + 0,33 = 0,755 \text{ (МН)};$$

$$G_{M_3} = 0,351 + 0,33 = 0,651 \text{ (МН)};$$

$$G_{M_4} = 0,285 + 0,33 = 0,615 \text{ (МН)};$$

$$G_{M_5} = 0,228 + 0,33 = 0,558 \text{ (МН)};$$

$$G_{M_6} = 0,171 + 0,33 = 0,501 \text{ (МН)};$$

$$G_{M_7} = 0,114 + 0,33 = 0,444 \text{ (МН)};$$

$$G_{M_8} = 0,057 + 0,33 = 0,387 \text{ (МН)};$$

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

$$G_O = G_{O,лестницы} + G_{O,площадок} + G_{O,кк}. \quad (3.12)$$

Рассчитаем массу стационарного оборудования по формуле (3.12):

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
						46
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

$$G_0 = 0,012 + 0,033 + 0,017 = 0,062 \text{ (НМ)};$$

Нормативное значение снеговой нагрузки следует определять по формуле:

$$p_s = 0,7 c_e c_t \mu S_g. \quad (3.13)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с 10.5-10.9 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [4].

c_t – термический коэффициент, принимаемый в соответствии с п. 10.10 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [4].

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10.4 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [4].

S_g – вес снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, принимаемый в соответствии 10.2 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [4].

Нормативное значение снеговой нагрузки по формуле (3.13):

$$p_s = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 2,4 = 0,00114 \text{ (МПа)}.$$

Вычислим меридиональные напряжения для каждого из поясов по формуле (3.8):

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

Аналогично вычисляем меридиональные напряжения для остальных поясов стенки и занесем в таблицу 3.6:

Таблица 3.6 – Меридиональные напряжения нижних точек поясов резервуара

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист	
	Взам. инв. №					
	Инв. № дубл.					
	Подп. и дата					
[4].						
Нормативное значение снеговой нагрузки по формуле (3.13):						
$p_s = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 2,4 = 0,00114 \text{ (МПа)}.$						
Вычислим меридиональные напряжения для каждого из поясов по формуле (3.8):						
$\sigma_{1,1} = \frac{1,05 \cdot 0,837 + 1,05 \cdot 0,95 \cdot 0,062}{2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 0,01} + \frac{1,4 \cdot 0,85 \cdot 0,00114 + 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,00025}{0,01} \cdot \frac{11,4}{2} = 2,24 \text{ (МПа)}$						
Аналогично вычисляем меридиональные напряжения для остальных поясов стенки и занесем в таблицу 3.6:						
Таблица 3.6 – Меридиональные напряжения нижних точек поясов резервуара						
					ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	47
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

№ пояса	$\sigma_{1,i}$, МПа
1	2,24
2	2,5
3	2,8
4	3,2
5	3,2
6	3,2
7	3,2
8	3,2

Подставляя значения в формулу (3.5), проверим на условие прочности каждый пояс стенки резервуара:

Для 1-го пояса:

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

$$119,4 \leq 197;$$

Для 2-го пояса:

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

$$119,27 \leq 172;$$

Для 3-го пояса:

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

$$115,27 \leq 172;$$

Для 4-го пояса:

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<div> <div> <div>Лист</div> <div>48</div> </div> </div>
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	<div> <div>ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ</div> </div>

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

$$110,17 \leq 172;$$

Для 5-го пояса:

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

$$88,62 \leq 172;$$

Для 6-го пояса:

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

$$67,01 \leq 172;$$

Для 7-го пояса:

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

$$45,52 \leq 172;$$

Для 8-го пояса:

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

$$24,04 \leq 172;$$

Условие прочности для всех поясов стенки резервуара выполняется.

3.5 Проверка стенки на устойчивость

Устойчивость стенки для основных сочетаний нагрузок (вес конструкций и теплоизоляции, вес снегового покрова, ветровая нагрузка, относительный вакуум в газовом пространстве) проверяется по формуле:

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист	
	Взам. инв. №					
	Инв. № дубл.					
	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	49

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}} \leq 1, \quad (3.14)$$

где σ_1, σ_2 – меридиональные (вертикальные) и кольцевые напряжения в срединной поверхности каждого пояса стенки, МПа, определяемые от действия указанных нагрузок в соответствии с требованиями действующих нормативных документов*;

* На территории РФ действует СП 16.13330.2017 “СНиП II-23-81* Стальные конструкции”.

$\sigma_{cr1}, \sigma_{cr2}$ – критические меридиональные и кольцевые напряжения, МПа, получаемые по формулам:

$$\sigma_{cr1} = C_0 \frac{E}{\delta}, \quad \sigma_{cr2} = 0,55 \frac{r}{H_r} \cdot \frac{E}{\sqrt{\delta^3}}, \quad \delta = \frac{r}{t_{\min}}, \quad (3.15)$$

$$C_0 = \begin{cases} 0,04 + 40/\delta & \text{при } 400 \leq \delta < 1200, \\ 0,085 - 10^{-5} \delta & \text{при } 1220 \leq \delta < 2500, \\ 0,065 - 2 \cdot 10^{-6} \delta & \text{при } 2500 \leq \delta < 5000. \end{cases} \quad (3.16)$$

$$H_r = \sum_{i=1}^n h_i \left(\frac{t_{\min}}{t_i} \right)^{2,5}, \quad (3.17)$$

где E – модуль упругости стали, МПа;

t_{\min} – толщина самого тонкого пояса стенки (как правило, верхнего), представляющая его номинальную толщину за вычетом припуска на коррозию и минусового допуска на прокат, м;

H_r – редуцированная высота стенки, м;

n – количество поясов стенки;

h – высота пояса, м;

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
										50
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					

индекс i в обозначениях указывает на принадлежность соответствующей величины к i – му поясу стенки.

Рассчитаем безразмерный параметр δ по формуле (3.15):

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

Исходя из полученного значения δ , следует, что C_0 определяется по второй формуле из (16):

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

Вычислим критическое меридиональное напряжение, используя формулу (15):

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

Найдем редуцированную высоту стенки резервуара по формуле (3.17):

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

Критическое кольцевое напряжение σ_{cr2} по формуле (3.15) будет равна:

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

При расчете на устойчивость меридиональные и кольцевые напряжения будут определяться по следующим формулам:

Меридиональные напряжения σ_1 , МПа, в i – м поясе стенки для резервуаров со стационарной крышей определяются по формуле:

$$\sigma_{1i} = \frac{1,05G_M + 1,05\psi_1 G_O + 1,3\psi_2 G_t}{2\pi \cdot r \cdot t_{ir}} + \frac{1,4 \cdot 0,7\psi_1^c p_s + 1,2\psi_3 p_v}{t_{ir}} \cdot \frac{r}{2}. \quad (18)$$

Примем вес теплоизоляции равным нулю, тогда формула примет вид:

Ине. № подл.	Подп. и дата						
Ине. № дубл.	Взам. инв. №						
Подп. и дата	Подп. и дата						
Ине. № подл.	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ		Лист
							51

$$\sigma_{li} = \frac{1,05G_M + 1,05\psi_1 G_O}{2\pi \cdot r \cdot t_{ir}} + \frac{1,4 \cdot 0,7\psi_1^c p_s + 1,2\psi_3 p_v}{t_{ir}} \cdot \frac{r}{2}. \quad (3.19)$$

И сразу же определим меридиональные напряжения для каждого из поясов стенки в соответствии с формулой (3.19):

$$\sigma_{1,1} = \frac{1,05 \cdot 1,7514 + 1,05 \cdot 0,95 \cdot 0,1}{2 \cdot 3,14 \cdot 11,4 \cdot 0,010} + \frac{1,4 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,00114 + 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,00025}{0,010} \cdot \frac{11,4}{2} = 2,16 \text{ (МПа)};$$

Аналогично вычисляем меридиональные напряжения для остальных поясов стенки и запишем в таблицу 3.7:

Таблица 3.7 – Меридиональные напряжения нижних точек поясов резервуара

№ пояса	$\sigma_{1,i}$, МПа
1	2,16
2	2,41
3	2,52
4	2,66
5	2,54
6	2,42
7	2,30
8	2,18

Кольцевое напряжение σ_2 в резервуарах со стационарной крышей зависит от p_v и эквивалентного ветрового внешнего давления p_w :

$$\sigma_{2i} = (1,2 \cdot \psi_{i3} \cdot p_v + 0,5 \cdot \psi_{i2} \cdot p_w) \cdot \delta, \quad (3.20)$$

где p_w – нормативное значение ветрового давления (МПа), представляющего сумму средней и пульсационной составляющих и определяемое по п. 11.1.2 СП 20.13330.2016 «Свод правил «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия».

Рассчитаем кольцевое напряжение в i – ом поясе стенки по формуле (3.20):

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
										52

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

Проверим условие устойчивости для всех поясов стенки резервуара, т.е. выполнение неравенства (3.14):

Для 1-го пояса:

$$\frac{2,16}{7,3} + \frac{0,95}{2,35} \leq 1 \text{ (МПа);}$$

$$0,70 \leq 1 \text{ (МПа).}$$

Для 2-го пояса:

$$\frac{2,41}{9,6} + \frac{0,95}{2,35} \leq 1 \text{ (МПа);}$$

$$0,66 \leq 1 \text{ (МПа).}$$

Для 3-го пояса:

$$\frac{2,52}{9,6} + \frac{0,95}{2,35} \leq 1 \text{ (МПа);}$$

$$0,67 \leq 1 \text{ (МПа).}$$

Для 4-го пояса:

$$\frac{2,66}{9,6} + \frac{0,95}{2,35} \leq 1 \text{ (МПа);}$$

$$0,68 \leq 1 \text{ (МПа).}$$

Для 5-го пояса:

$$\frac{2,54}{9,6} + \frac{0,95}{2,35} \leq 1 \text{ (МПа);}$$

$$0,67 \leq 1 \text{ (МПа).}$$

Для 6-го пояса:

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<div>ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ</div>					Лист
										53
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta l}{l} = \frac{2\pi R - 2\pi(R-w)}{2\pi R} = \frac{w}{R} \quad (3.22)$$

Приравняв выражения (3.21) и (3.22), найдем радиальное перемещение:

$$w = \frac{R}{E} \cdot (\sigma_{2k} - \mu\sigma_1) \quad (3.23)$$

где R – радиус оболочки, м;

E – модуль упругости, МПа;

σ_{2k} – кольцевое напряжение, МПа;

σ_1 – меридиональное напряжение, МПа.

По формуле (3.23) проведем расчет стенок на жесткость и определим окружные деформации:

Для 1-го пояса:

$$w_1 = \frac{11,4}{2,1 \cdot 10^{11}} \cdot (154,64 - 0,3 \cdot 2,54) \cdot 10^6 = 0,0125 \text{ (МПа)}$$

Аналогично вычисляем окружные деформации для остальных поясов и занесем их результаты в таблицу 3.8:

Таблица 3.8 – Радиальные перемещения нижних точек поясов резервуара

№ пояса	w_i , мм
1	12,53
2	13,25
3	12,62
4	11,82
5	9,26
6	6,70
7	4,10
8	1,60

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Г6Б	Абидову Элбеку Ойбековичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости ИП по разработке резервуара для хранения нефти
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6Б	Абидову Элбеку Ойбековичу		

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: Резервуар вертикальный стальной 5000 м³

Целевой рынок: нефтяные и газовые компании.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке интернет-ресурсов

		Вид исследования пускового устройства		
		Расчет РВС	3D модель и анализ работы РВС	Конструирование РВС
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

- «Роснефть» - «Сургутнефтегаз» - «Транснефть»

В различных исследованиях резервуар вертикальный стальной необходим в основном крупным компаниям, так как данный резервуар прост в сборке и обслуживании. Крупным компаниям важна простота и долговечность. Для каждого резервуарного парка используют оборудование с разными техническими характеристиками.

3D модель имеет не мало важную роль для конструирования РВС, так как при создании трехмерной модели, в специальных программах, типа SolidWorks, Ansys, можно смоделировать отклонение от вертикали и посмотреть, как он будет вести себя в рабочем режиме, где будут максимальные нагрузки. На основе расчетов и трехмерной модели ведется конструирование, учитываются все просчеты.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

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.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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 5.2 – 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
		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. Ремонтопригодность	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;

Б_б – Резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей.

По таблице 5.2 видно, что наиболее эффективно использовать резервуар вертикальный стальной, так же он является наиболее конкурентоспособным к другому виду, так как обладает рядом преимуществ, например, удобство в

Изн. № подл.	Подп. и дата
Изн. № дубл.	Взам. инв. №
Изн. № подл.	Подп. и дата
Изн. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

$$K1 = \frac{B_{\phi}}{B_{K1}} = \frac{43}{33} = 1.3. \quad (5.1)$$

- сотрудничество с изготовителями резервуаров вертикальных стальных;
- использование инновационной инфраструктуры ТПУ;
- повышение стоимости конкурентных разработок.

4. Угрозы проекта:

- отсутствие спроса на новые производства;
- снижение бюджета на разработку;
- высокая конкуренция в данной отрасли.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблицах 5.3-5.6.

Таблица 5.3 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C1C2, B2C3.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	0
	B2	-	0	-
	B3	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B1Сл1.

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	+	+	-	0
	У2	-	-	-	-
	У3	+	+	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1У3С1С2.

Таблица 5.6 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

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

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

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 5.7).

Ине. № подп	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подп	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
						62

Таблица 5.7 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Высокая экономичность и энергоэффективность технологии</p> <p>С2. Экономичность технологии</p> <p>С3. Повышение безопасности производства</p> <p>С4. Уменьшение затрат на ремонт оборудования</p> <p>С5. Качественное обслуживание потребителей</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Трудность внедрения функции</p> <p>Сл2. Отсутствие на предприятии собственного специалиста, способного произвести внедрение функции</p> <p>Сл3. Снижение бюджета на разработку</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации</p> <p>В2. Развитие технологий в данной отрасли</p> <p>В3. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</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 производства</p> <p>У2: Долгий срок доставки оборудования</p> <p>У3: Высокая конкуренция в 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>

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

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

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.8.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Таблица 5.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследований	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Инженер
Разработка тех. задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Инженер
	6	Проектирование модели и проведение экспериментов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Инженер
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожс}$ используется следующая формула:

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист 65
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					

$$t_{ожі} = \frac{2t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.2)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (5.3)$$

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

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

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

4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № инв.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.						
						ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
											66
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат							

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{кал}, \quad (5.4)$$

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.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5.5)$$

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

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

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

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 66 - 15} = 1,28.$$

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

Все рассчитанные значения сведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , Чел-дни	t_{max} , Чел-дни	$t_{ож}$, Чел-дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,2	Руководитель, Инженер	2	3

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Инженер	12	16
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	8
Проведение теоретических расчетов и обоснование	6	18	10	Инженер	10	13
Проектирование 3D модели резервуара	3	12	6,6	Инженер	7	9
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель, Инженер	2	3
Составление пояснительной записки	7	16	11,4	Руководитель, Инженер	6	8

На основе таблицы 5.9 строим план график, представленный в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Календарный план график проведения НИР по теме

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Лист

68








Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

№	Вид работ	Испол- нители	Т _{кi} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
				Фев.		Март			Апрель			Май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение тех. задания	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												
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	И	15												
6	Проектирование 3D модели резервуара	И	10												
7	Оценка результатов исследования	Р, И	3,8												

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Картридж для лазерного принтера HP 18A (CF218A)	1	5290	5290
CD-диск VS CD-RW 700 Mb	2	95	190
Транспортно-заготовительные расходы, руб. - 500			
			Итого: 6396

4.4.6 Расчет амортизации специального оборудования

Таблица 1 – Затраты на оборудование

Расчет амортизации проводится следующим образом:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 21990}{12} \cdot 3 = 1814,17$$

Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, а также рабочих опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется на основе трудоемкости выполняемых работ и действующей системы тарифных ставок и окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Таблица 5.12 – Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоем-кость, чел.-дн.		
1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер	2	3	2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					72

2	Выбор темы исследований	Руководитель	7	9	8
3	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель	2	2	2
4	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	12	12	12
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Инженер	8	9	9
6	Проектирова-ние 3D модели резервуара	Инженер	6	9	8
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, инженер	4	5	6
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, инженер	5	5	5

Таблица 5.13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
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

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Лист
74

74

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_o) \cdot k_p = 33600 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 74256 \text{ (руб.)}, \quad (5.10)$$

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

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

k_o – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5;

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

Таблица 5.14 – Расчет основной заработной платы для исполнения 3

Исполнители	Z_{TC} , тыс. руб.	k_{np}	k_o	k_p	Z_M , тыс. руб.	$Z_{дн}$, тыс. руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель	33600	0,3	0,4	1,3	74256	4,174	20	83,48
Инженер	14584	0	0	1,3	18959	1,126	37	41,66
Итого:								125,14

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (5.11)$$

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

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп})$$

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

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Таблица 5.15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
Руководитель	83,480	10,852
Инженер	41,660	5,416
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Руководитель	28299.6	
Инженер	14122.8	
Итого:	42422.4	

Накладные расходы

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
										76

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\text{сумма предыдущих статей} \right) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (5.13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 5.16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	6396
2. Амортизация	1814.17
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	125140
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	16268
5. Отчисления во внебюджетные фонды	42422.4
5. Итого без накладных расходов	192040.57
6. Накладные расходы	38408.114
7. Бюджет затрат НТИ	230448.684

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					77

4.4.7 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}} = \frac{\Phi_{\text{пр}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.14)$$

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

Φp_i – стоимость i -го варианта исполнения;

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

$$I_{финр}^{исп} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{230448.684}{350000} = 0.66$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.15)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Таблица 5.17 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэф.	Резервуар вертикаль- ный стальной (исп. 1)	Аналог 1	Аналог 2
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

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

					ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
						79
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финр}^{исп.i}}, \quad (5.16)$$

соответственно,

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}} = \frac{4,6}{0,66} = 6,97$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп.2}} = \frac{3,05}{1} = 3,05;$$

$$I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр}^{исп.3}} = \frac{3,9}{0,993} = 3,93.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{срi}$):

$$\mathcal{E}_{срi} = \frac{I_{испi}}{I_{исп\min}}, \quad (5.17)$$

соответственно, $\mathcal{E}_{ср1} = 2,28$ $\mathcal{E}_{ср2} = 1$; $\mathcal{E}_{ср3} = 1,29$.

Таблица 5.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Аналог1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,66	1	0,993
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,05	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	6,97	3,05	3,93
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,28	1	1,29

Ине. № подл.	Подп. и дата	$\mathcal{E}_{cpi} = \frac{I_{испi}}{I_{исп min}}, \tag{5.17}$					
Ине. № дубл.	Взам. инв. №	соответственно, $\mathcal{E}_{cp1} = 2,28$ $\mathcal{E}_{cp2} = 1$; $\mathcal{E}_{cp3} = 1,29$.					
Подп. и дата	Таблица 5.18 – Сравнительная эффективность разработки						
		№ п/п	Показатели	Исп.1	Аналог1	Аналог 2	
		1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,66	1	0,993	
		2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,05	3,9	
		3	Интегральный показатель эффективности	6,97	3,05	3,93	
		4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,28	1	1,29	
				ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ			Лист
							80
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

Таким образом, резервуар вертикальный стальной остается эффективным и сохраняет конкурентоспособность.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ. Также был посчитан бюджет НТИ, основная часть которого приходится на материальные затраты, связанные с приобретением спецоборудования. Все, вышеперечисленные технико-экономические показатели проекта, позволяют сделать вывод о том, что данная конструкция резервуара экономически выгодна.

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;
2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 61 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 33 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 12. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 230448.684 руб;
3. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:
 - Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,66 что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
											81

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Г6Б	Абидову Элбеку Ойбековичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Н.М Кижнера
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Тема ВКР:

Проектирование резервуара для хранения нефти	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><i>Объектом исследования является вертикальный цилиндрический стальной резервуар для хранения углеводородного сырья объемом 5000 м³.</i></p> <p><i>Рабочая зона – резервуарный парк.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. Трудовой кодекс РФ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ст. 92 ТК РФ; - ст. 117 ТК РФ; - ст. 147 ТК РФ. <p>2. Руководство по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов.</p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>1.Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>2.Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>3.Повышенный уровень шума на рабочем месте</p> <p>4.Повышенный уровень электромагнитных излучений</p>
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); углерод оксид, азот оксид, сера диоксид, керосин, углерод. – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы) отходы,флегмы,конденаты;

	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы) гравия, песка, щебня и прочего
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров по различным причинам:</p> <ul style="list-style-type: none"> – по причине техногенного характера; – попадание в резервуар молнии; – лесные пожары, опасного природного явления, катастрофы;

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
4Г6Б	Абидову Элбеку Ойбековичу		

5. Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию резервуара вертикального цилиндрического стального резервуара объемом 5000 м³. В данном разделе рассматривается возможное влияние используемого оборудования, сырья, энергии, продукции и условий работы на человека и окружающую среду; техника безопасности при работе с оборудованием и действия при чрезвычайных ситуациях.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.2. Специальные правовые нормы трудового законодательства.

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству установлен 8-ми часовой рабочий день. Продолжительность сверхурочной работы не должна превышать для каждого работника 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год согласно трудовому кодексу РФ. Привлечение работодателем работника к сверхурочной работе без его согласия допускается в следующих случаях:

1) при производстве работ, необходимых для предотвращения катастрофы, производственной аварии либо устранения последствий катастрофы, производственной аварии или стихийного бедствия;

2) при производстве общественно необходимых работ по устранению непредвиденных обстоятельств, нарушающих нормальное функционирование систем водоснабжения, газоснабжения, отопления, освещения, канализации, транспорта, связи;

3) при производстве работ, необходимость которых обусловлена введением чрезвычайного или военного положения, а также неотложных работ в условиях чрезвычайных обстоятельств, то есть в случае бедствия или угрозы бедствия (пожары, наводнения, голод, землетрясения, эпидемии или эпизоотии) и в иных случаях, ставящих под угрозу жизнь или нормальные жизненные условия всего населения или его части. В других случаях, привлечение к сверхурочной работе допускается с письменного согласия работника и с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации. Во время рабочего дня отводится время для

перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание от 30 до 60 мин. Ежедневный и междусменный отдых - это отдых после окончания рабочего дня или смены. Так, если вы работаете в условиях нормальной продолжительности рабочего времени, что составляет 40 часов в неделю, продолжительность вашего рабочего дня, как правило, будет составлять 8 часов 15 минут. Оставшееся время и будет являться ежедневным отдыхом. При сокращенной продолжительности рабочего времени (это может быть 24- часа, 35 часов, 30 или 36 часов в неделю), рабочий день может быть и шесть, и пять, и даже меньше часов. Каждый работник имеет право на выходные дни, то есть периоды еженедельного непрерывного отдыха. Продолжительность такого отдыха, по общему правилу, не может быть менее 42 часов. Если вы работаете 5 дней в неделю, то вам предоставляются 2 выходных дня, обычно подряд, и общим выходным днем является воскресенье, а второй выходной день должен быть определен в правилах внутреннего трудового распорядка организации, где вы работаете. Если у вас 6-ти дневная рабочая неделя, то вам предоставляется 1 выходной день - воскресенье. В случае, если приостанавливать работу в выходные дни 72 категорически нельзя – тогда право на отдых вы можете реализовать в следующем порядке: выходные дни будут предоставляться в разные дни недели поочередно каждой группе работников по правилам внутреннего трудового распорядка. Таким образом, для вас выходными днями могут быть и вторник, и среда или иной день, который для остальных работающих является рабочим днем.

5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При проведении капитального ремонта резервуара выполняются огневые, газоопасные и работы с повышенной опасностью. К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					85

воспламенение материалов и конструкций (электросварка, газосварка, паяльные работы, механическая обработка металла с образованием искр и т.п.) [1].

В местах проведения огневых работ и на площадках, где установлены сварочные агрегаты, трансформаторы, контрольно-измерительные приборы, должны быть обеспечены меры пожарной безопасности: – полностью устранена возможность проникновения огнеопасных газов и паров нефтепродуктов к месту производства этих работ; – на расстоянии 15 м от площадки, на которой выполняют огневые работы, и мест установки сварочных агрегатов территория должна быть очищена от мусора, горючих, предметов, различных нефтепродуктов; – места, где были пролиты нефтепродукты, необходимо засыпать песком или землей слоем не менее 5 см; – в радиусе 5 м от места проведения огневых работ не должно быть сухой травы. При выполнении ремонтно-монтажных работ огневые работы разрешается проводить не ближе 20 м от резервуарных парков и отдельно стоящих резервуаров с нефтепродуктами. При проведении газосварочных работ баллоны с кислородом необходимо устанавливать от места сварки на расстоянии не менее 10 м, от ацетиленового генератора — не менее 5 м. Расстояние от горелок до отдельных баллонов с кислородом и горючими газами должно быть не менее 5м. На месте газосварочных работ разрешается иметь не более двух закрепленных баллонов с кислородом. При кислородной резке бачок с горючим должен находиться не ближе 5 м от баллонов с кислородом и от источников открытого огня и не ближе 3 м от рабочего места резчика. При этом бачок должен быть расположен так, чтобы на него не попадали пламя и искры при работе. Место заправки от места выполнения огневых работ и открытых источников огня должно быть расположено не ближе 20 м. Хранение запаса горючего допускается в исправной, небьющейся, плотно закрывающейся специальной таре [2].

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<div> <div>ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ</div> <div>Лист</div> <div>86</div> </div>
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

5.4. Производственная безопасность

5.4.1 Опасные и вредные производственные факторы

Обслуживание резервуара является работой повышенной опасности, при эксплуатации которой возможны опасные и вредные производственные факторы. К опасным производственным факторам на объекте относятся факторы, которые могут привести к травме, а к вредным – факторы, которые могут привести к заболеванию. Опасные и вредные факторы (ОВПФ) делятся на физические, химические, биологические и психофизиологические. Объекты нефтепроводного транспорта, как носители опасных и вредных факторов, относятся к категории повышенной опасности.

Таблица 6.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ)	Этапы работ				Нормативные документы
	Проектирование	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+		+	+	ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. [1]
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+		+	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [2]
3. Повышенная Температура Поверхностей оборудования, материалов;		+	+		ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. [3] ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ

Лист

87

					безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).[4]
4. Электрический ток		+	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий[5]. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений[6]
5.Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны;		+	+	+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности [7]. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [8] Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности[9]

5.4.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

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.

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны:

В настоящее время для оценки допустимости проведения работ и их нормирования на открытом воздухе в условиях крайнего севера (а также в районах, приравненных к районам крайнего Севера) используется понятие предельной жесткости погоды (эквивалентная температура, численно равная сумме

отрицательной температуре воздуха в градусах Цельсия и удвоенной скорости ветра в м/с), устанавливаемая для каждого района решением местных региональных органов управления.

При эквивалентной температуре наружного воздуха ниже -25°C работающим на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, а также грузчикам, занятым на погрузочно-разгрузочных работах, и другим работникам, ежечасно должен быть обеспечен обогрев в помещении, где необходимо поддерживать температуру около $+25^{\circ}\text{C}$.

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

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

В рабочих зонах помещения и площадки обслуживания температура воздуха различна в теплый и холодный периоды года.

Интенсивность теплового облучения от работающих агрегатов и от нагретых поверхностей не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела, 70 Вт/м^2 при облучении 25-50% поверхности тела и 100 Вт/м^2 при облучении менее 25%. Максимальная температура при этом 28°C (301 K)[3].

Профилактика перегревания работников осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха, использования средств индивидуальной защиты

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<p>ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ</p>	Лист
						89
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

костюмы изолирующие, средства защиты органов дыхания ,одежда специальная защитная, средства защиты ног, средства защиты рук, средства защиты головы , средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха.

Превышение уровней шума.

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

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. 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[4].

Име. № подл.	Подп. и дата									
		Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
										90

Превышение уровней вибрации

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц

Основными источниками вибрации в РП является компрессоры и паротрубинные компрессоры. Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. 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 (поддержание в условиях эксплуатации технического состояния машин и механизмов на уровне, предусмотренном НТД на них; -введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих[4]

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
										91
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						

При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами.

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

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности и загазованности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны[5].

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 [6].

5.4.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели человека.

Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением

При несоблюдении правил безопасности при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудование цистерны, резервуары. (*Оборудование и трубопроводы*) работающее под высоким давлением, обладает повышенной опасностью.

Причинами разрушения или разгерметизации систем повышенного давления могут быть: внешние механические воздействия, старение систем (снижение механической прочности); нарушение технологического режима; конструкторские ошибки; изменение состояния герметизируемой среды; неисправности в

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<p>ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ</p>	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	93	

ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ[8]. При обеспечении пожарной безопасности ремонтных работ следует руководствоваться 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах»; и другими утвержденными в установленном порядке региональными СНиП, НД, регламентирующими требования пожарной безопасности.

Места проведения ремонтных работ должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения:

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

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

Вся передвижная техника в охранной зоне МГ должна быть обеспечена искрогасителями заводского изготовления.

Самоходная техника, сварочные агрегаты, компрессоры, задействованные в производстве подготовительных и огневых работ, должны быть обеспечены не менее чем двумя огнетушителями ОУ-10, ОП-10 (каждая единица техники).

В помещениях на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием порядка вызова пожарной охраны.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<p>Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проходить дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров в порядке, установленном руководителем.</p> <p>Вся передвижная техника в охранной зоне МГ должна быть обеспечена искрогасителями заводского изготовления.</p> <p>Самоходная техника, сварочные агрегаты, компрессоры, задействованные в производстве подготовительных и огневых работ, должны быть обеспечены не менее чем двумя огнетушителями ОУ-10, ОП-10 (каждая единица техники).</p> <p>В помещениях на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием порядка вызова пожарной охраны.</p>	<p>ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ</p>	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат			95

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

- Руководитель работ по ремонту газопровода должен совместно с работниками пожарной охраны определить места установки противопожарного оборудования и обеспечить необходимым противопожарным инвентарем.

Применение в процессах производства материалов и веществ с неустановленными показателями их пожаро-взрывоопасности или не имеющих сертификатов, а также их хранение совместно с другими материалами и веществами не допускается [9].

					ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		96

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

Для снижения воздействия на поверхность земель предусмотрены следующие мероприятия:

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

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

Мероприятия, направленные на защиту атмосферного воздуха в зоне производства работ:

- осуществлять периодический контроль за содержанием загрязняющих веществ в выхлопных газах;
- для уменьшения выбросов от автотранспорта необходимо в период ремонтных работ обеспечить контроль топливной системы механизмов и системы регулировки подачи топлива, обеспечивающих полное его сгорание;

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<p>ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ</p>	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	98	

- допускать к эксплуатации машины и механизмы в исправном состоянии, особенно тщательно следить за состоянием технических средств, способных вызывать загорание естественной растительности.

Загрязнение атмосферы в период производства работ носит временный обратимый характер.

Производственные и бытовые стоки, образующиеся на строительной площадке, должны очищаться и обезвреживаться в порядке, предусмотренном проектом организации строительства и проектами производства работ.

Сельскохозяйственные и лесные угодья должны быть возвращены в состояние, пригодное для использования по назначению и сданы землепользователю [11].

5.5.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

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

— по причине техногенного характера;

— попадание в резервуар молнии;

— лесные пожары, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация (ГОСТ Р 22.0.02 - 94). Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров по различным причинам: — по причине техногенного характера; — попадание в резервуар молнии; — лесные пожары[12].

Ине. № подл	Подп. и дата				Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	
<p>— по причине техногенного характера;</p> <p>— попадание в резервуар молнии;</p> <p>— лесные пожары, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация (ГОСТ Р 22.0.02 - 94). Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров по различным причинам: — по причине техногенного характера; — попадание в резервуар молнии; — лесные пожары[12].</p>								
					ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ			Лист
								99
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат				

Аварии в резервуарном парке могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Основными причинами возникновения аварий являются: коррозионные разрушения, малые и большие дыхания, перепады температур, вакуум, неверное техническое обслуживание, отказ приборов контроля и сигнализирования, факторы внешнего воздействия (молнии, ураганы и прочее). Одними из примеров чрезвычайных ситуаций может служить прямое попадание молнии в резервуар с нефтью. Такое происшествие имеет разрушительный характер и весьма опасно. Для предупреждения попадания молний в резервуар с нефтью необходимо устанавливать молниеотводы, корпус резервуара должен быть заземлён. По периметру резервуара необходимо устанавливать заземлители через каждые 50 м по периметру. Также, заземляют все коммуникации, находящиеся на объекте. Для защиты резервуарных парков от лесных пожаров необходимо выкорчёвывать деревья и кусты на 25 м от территории резервуарного парка. При переливе нефтепродукта из резервуара ответственному смены следует остановить заполнение резервуара, вызвать пожарную охрану, известить своего или вышестоящего руководителя, соблюдая меры безопасности, приступить к ликвидации аварии. При вакуумном смятии (деформации резервуара) ответственному смены необходимо остановить откачку нефтепродукта из этого резервуара, сообщить о случившемся своему непосредственному или вышестоящему руководителю и действовать согласно плану ликвидации аварий. При появлении трещин в сварных швах или корпусе резервуар необходимо освободить от нефтепродукта полностью или частично в зависимости от способа его предстоящего ремонта. В случае возгорания и взрывов на территории резервуарного парка старшему по смене необходимо остановить все виды перекачки, вызвать пожарную охрану, при необходимости, скорую медицинскую помощь, известить своего или вышестоящего руководителя, действовать согласно плану ликвидации аварий. [Инструкция по охране труда для работников, занятых эксплуатацией резервуарного парка][13].

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
						100
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

Выводы по разделу

В разделе «Социальная ответственность» проверили анализ вредных и опасных ситуаций на производстве. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения. Рассмотрены вопросы связанные с чрезвычайными ситуациями. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды. В проведении капитального ремонта резервуара выполняются огневые, газоопасные и работы с повышенной опасностью.

[illegible]

Заключение

В данной работе были решены задачи определения прочности, жесткости и устойчивости стального резервуара.

На основе исходных данных основных параметров вертикального стального резервуара РВС-5000 были рассчитаны толщины поясов стенки резервуара, проведен подбор номинальной толщины поясов стенки. В результате расчета на прочность установлено, что оценки, полученные аналитическим путем, и оценки, полученные с помощью программного комплекса ANSYS:

во-первых, практически совпадают (в пределах 4,5%);

во-вторых, найденные эквивалентные напряжения, не превышают предела прочности;

в-третьих, проверка поясов стенки на устойчивость показала, что условие устойчивости соблюдается.

[illegible]

Список использованной литературы

1. ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия.
2. СТО-СА-03-002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.
3. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*».
4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
5. ВСН 311-89 Монтаж вертикальных стальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов объемом от 100 до 50000 куб. м.
6. Николаев Н.В., Иванов В.А., Новоселов В.В. Стальные вертикальные резервуары низкого давления для нефти и нефтепродуктов: учебник для вузов. – Изд-во ООО "ЦентрЛитНефтеГаз", 2007. – 492 с.
7. ГОСТ 17032-2010 Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия.
8. РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м³».
9. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.
10. Лапшин, А. А. Конструирование и расчёт вертикальных цилиндрических резервуаров низкого давления: учебное пособие / А. А. Лапшин, А. И. Колесов, М. А. Агеева; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород, ННГАСУ, 2009. – 122 с.
11. ГОСТ 12.1.003-14 ССБТ Шум. Общие требования.
12. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ Средства и методы защиты от шума. Общие требования.
13. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность. Общие требования.

Подп. и дата	7. ГОСТ 17032-2010 Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия.				
	8. РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м ³ ».				
Взам. инв. №	9. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.				
	10. Лапшин, А. А. Конструирование и расчёт вертикальных цилиндрических резервуаров низкого давления: учебное пособие / А. А. Лапшин, А. И. Колесов, М. А. Агеева; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород, ННГАСУ, 2009. – 122 с.				
Инв. № дубл.	11. ГОСТ 12.1.003-14 ССБТ Шум. Общие требования.				
	12. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ Средства и методы защиты от шума. Общие требования.				
Подп. и дата	13. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность. Общие требования.				
Инв. № подл.					
ЛЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
					103
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

- 14.ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ Оборудование производственное. Ограждения защитные.
- 15.ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие технические требования к охране поверхностных вод от загрязнений.
- 16.ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие технические требования.
- 17.ГОСТ 17.1.3.06-83 Охрана природы. Гидросфера. Общие технические требования к охране подземных вод.
- 18.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
- 19.Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин [и др.]. – 5-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2009. – 335 с.: ил. – Для высших учебных заведений. – Безопасность жизнедеятельности – Библиогр.: с. 333.
- 20.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
- 21.ГН 2.2.5.2308 – 07 Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 22.РМГ 78-2005 ГСИ Излучения ионизирующие и их измерения.
- 23.Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».
- 24.Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2016. – 72 с.
- 25.Забродин Ю.Н., Коликов В.Л., Саруханов А.М. Управление нефтегазостроительными проектами: современные концепции, эффективные

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ					Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат						104

методы и международный опыт / Ю.Н. Забродин, В.Л. Коликов, А.М. Саруханов. – М.: ЗАО Издательство «Экономика», 2004. – 406 с.

26. Герчикова И.Н. Менеджмент: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2006. – 511 с.

27. ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения».

28. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела: Учебник для вузов. – 3-е изд., испр. и доп. – Уфа.: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005. – 528 с.: ил.

29. Оценка напряженно-деформированного состояния стального цилиндрического резервуара с учетом эксплуатационных нагрузок. [Электронный ресурс]. - http://ogbus.ru/authors/MansurovaSM/MansurovaSM_1.pdf.

30. Светашков А.А. Элементы теории упругости: учебное пособие / А.А. Светашков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 164 с.

31. Оболочки. [Электронный ресурс]. <http://www.soprotmat.ru/lectuprugost5.htm>.

32. Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов / Под ред. В.П. Чиркова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 200 с. – ISBN 978-5-9221-1380-9.

33. ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

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

35. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ. Составители: Крец В.Г., Шадрин А.В., Антропова Н.А. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2012. – 386 с.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № инв.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	ФЮРА ПРХН.00.00.00.ПЗ	Лист
												105