

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудования»
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ напряженно-деформированного состояния резервуара вертикального стального 10000 м ³ Сузунского месторождения

УДК: 622.692.23:539.001.24(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-4Е31	Смирнов Денис Анатольевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рахимов Т.Р.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Король И.С.	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»	Манабаев К.К.	Доцент, к.ф. - м.н.		

Томск – 2018 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки оборудования нефтяных и газовых промыслов.	Требования ФГОС (ПК-19, ПК-20, ПК-23), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий нефтегазового производства для решения междисциплинарных инженерных задач.	Требования ФГОС (ПК-16, ОК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.2, п. 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с разработкой и эксплуатацией нефтегазопромыслового оборудования, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов нефтегазового производства.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-3; ПК-10; ОК-2, ОК -6), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2; п. 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование нефтяных и газовых промыслов, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства.	Требования ФГОС (ПК-5, ПК-6; ПК-9);
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий нефтегазового производства.	ПК -23, ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.3; п. 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать	Требования ФГОС (ПК-19; ПК-20; ПК-21, ПК-24, ОК-6;

	нефтегазопромысловое оборудование, обеспечивать его высокую эффективность работы, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на нефтегазовом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	ОК-7), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4; п. 5.2.6; п. 5.2.7), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Универсальные компетенции		
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности.	Требования ФГОС (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.12), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-9; ПК-7, ПК-25), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2; п. 5.2.13), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-5; ОК-Ю; ПК-6, ПК-17, ПК-18), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.	Требования ФГОС (ПК-22, ОК-7), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, п. 5.2.5; п. 5.2.12), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-5), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.6; п. 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
-----	--	--

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудования»

Уровень образования: Бакалавриат

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

Период выполнения: Весенний семестр 2018 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.05.2018	Основная часть	60
13.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2018	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»	Манабаев К.К.	к.ф.-м.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудования»

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

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата)

Манабаев.К.К

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е31	Смирнову Денису Анатольевичу

Тема работы:

Анализ напряженно-деформированного состояния резервуара вертикального стального 10000 м ³ Сузунского месторождения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№415/С 28.01.2018г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: Резервуар вертикальный стальной 10000м ³ . Объект относится к технологическому сооружению повышенной опасности, требующему особых условий эксплуатации. Режим работы: круглосуточный, периодический
---------------------------------	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор литературных источников с целью выявления современных методов решения поставленной задачи 2. Изучение имеющейся проблемы 3. Анализ напряженно – деформированного состояния резервуара вертикального стального 10000 м³ 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность
--	---

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p style="text-align: center;">Рахимов Т.Р., доцент, к.э.н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Король И.С., доцент, к.х.н.</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p style="text-align: center;">Доцент</p>	<p style="text-align: center;">Манабаев К.К.</p>	<p style="text-align: center;">к.ф.-м.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p style="text-align: center;">3-4Е31</p>	<p style="text-align: center;">Смирнов Денис Анатольевич</p>		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 95с., 23рис., 20табл., 26 источников, 34 формулы.

Ключевые слова: резервуар, рвс, резервуарный парк, анализ напряженно – деформированного состояния.

Объектом исследования является: анализ напряженно – деформированного состояния резервуара вертикального стального 10000 м³, типа РВС.

Цель работы – проведение расчетов напряженно – деформированного состояния и прочности конструкции резервуара, реализованных путем применения программного комплекса методов конечных элементов ANSYS и их сравнение с аналитическим расчетом.

Область применения: нефтегазовая промышленность.

Определения, обозначения и сокращения

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

Резервуарный парк – это группа разнотипных или однотипных резервуаров, используемая для учёта нефти и нефтепродуктов в оперативном режиме, размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами- при подземных резервуарах.

РВС – резервуар вертикальный стальной

РВСП – резервуар со стационарной крышей и понтоном

РВСПК – резервуар с плавающей крышей

РФ – Российская Федерация

ГОСТ – государственный стандарт

СТО – стандарт организации

РД – руководящий документ

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость

ГО – газовая обвязка

РП – резервуарный парк

ТЗ – техническое задание

КМД – конструкции металлические деталеровочные

КМ – конструкции металлические

ВСН – ведомственная норма

ППР – проект производства работ

АКЗ – антикоррозионная защита

НДС – напряженно – деформированное состояние

НЛС – наземное лазерное сканирование

Оглавление

Введение.....	12
1 Виды, производство, монтаж и эксплуатация РВС	14
1.1 Производство резервуаров	14
1.2 Виды резервуаров	16
1.3 Монтаж РВС	21
1.4 Эксплуатация РВС	26
2. Анализ напряженно – деформированного состояния РВС 10000м ³ месторождения “С”	28
2.1 Аналитический расчет РВС	28
2.2 Объемное 3D сканирование с внешней и внутренней стороны сооружений РВС 10000 м ³	34
2.3 Расчет напряженно – деформированного состояния в программном комплексе методов конечных элементов ANSYS	41
3. Социальная ответственность	49
3.1 Опасные и вредные производственные факторы	49
3.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	49
3.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	53
3.4 Экологическая безопасность.....	56
3.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	58
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... ..	62
4.1. Потенциальные потребители результатов исследования	62
4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	63
4.3 SWOT – анализ	65
4.4 Планирование научно-исследовательских работ	69
4.5 Определение ресурсоэффективности проекта	85
Заключение	89

Список использованных источников	90
--	----

Введение

Вертикальные стальные резервуары представляют собой ответственные сооружения, обеспечивающие не только хранение нефти и нефтепродуктов на сырьевых базах, нефтеперерабатывающих заводах и т.д., но также обеспечивающие безопасность и бесперебойность поставки продукта по системам магистральных трубопроводов. При этом резервуары представляют собой сооружения повышенной опасности, аварии на которых приводят к тяжелым экономическим, экологическим и социальным последствиям. Следовательно, большое значение имеет контроль технического состояния резервуаров и обеспечение их своевременного ремонта.

Одним из факторов, позволяющих определить техническое состояние резервуаров и необходимость их ремонта, является оценка его напряженно-деформированного состояния (НДС). Основное влияние на НДС резервуара оказывает его пространственное положение и геометрическая форма, в то время как все остальные дефекты, по сути, являются инициаторами возможных аварийных ситуаций.

Существующие аналитические зависимости, численные решения и требования действующей нормативной технической документации к оценке влияния пространственного положения и геометрической формы резервуара на его НДС основываются на результатах геодезического обследования резервуаров, выполняемых для ряда точек через каждые 6 метров. Данное обстоятельство не позволяет с достаточной точностью оценить НДС резервуаров, так как информация о многих точках остается неизвестной. Более того, существующие методики не учитывают взаимного влияния отдельных дефектов друг на друга и на НДС резервуара в целом. В результате НДС рассматривается, по сути, опосредовано для отдельных дефектов (неравномерной осадки, дефектов геометрической формы и т.д.).

Данные обстоятельства определяют актуальность задачи оценки НДС резервуаров на основании использования современных технологий определения их пространственного положения и геометрической формы – наземного лазерного сканирования (НЛС).

Целью выпускной квалификационной работы является анализ напряженно-деформированного состояния РВС 10000м³ месторождения “С”.

1 Виды, производство, монтаж и эксплуатация РВС

1.1 Производство резервуаров

Резервуары – это наземные строительные сооружения предназначенные для приема, накопления и выдачи темных и светлых нефтепродуктов и бензина. Первые нефтяные резервуары появились в России в 17 веке с увеличением добычи нефти в Баку, они представляли собой земляные ямы (резервуары) в глиняном грунте. В 1935 г. впервые в России был сооружен сварной металлический резервуар объемом 1000 м³. Емкость некоторых резервуаров, построенных в России, достигает 50000 м³, так же ведется работа по созданию резервуара 100000 м³.

Вертикальные резервуары могут производиться из малоуглеродистых, нержавеющей, низколегированных сталей. Технологии сборки: рулонированная, листовая или комбинированный метод. Заводское изготовление конструкций резервуаров должно производиться в соответствии стандарта на основании сертифицированной системы управления качеством выпускаемой продукции, обеспечивающей выполнение требований ГОСТ Р серии ИСО 9000, рабочих детализированных чертежей КМД конструкций резервуаров, разработанных в соответствии с проектом КМ, а также утвержденного в установленном порядке технологического процесса. Изготовление резервуаров вертикальных стальных (рисунок 1) представляет собой сложный процесс, несмотря на то, что эта конструкция очень простая.



Рисунок 1 – Изготовление металлоконструкций

Материалы поступившие Изготовителю, должны подвергаться входному контролю на их соответствие требованиям нормативной, проектной и товаросопроводительной документации. Металлопрокат должен быть замаркирован, отсортирован, разложен по маркам стали и профилям. При дальнейшей обработке, номер плавки должен быть нанесен клеймом на всех листовых деталях резервуаров. Обработка металлопроката должна выполняться с применением механизированного газо-резательного, плазменного, металлорежущего и иного оборудования, обеспечивающего получение деталей с размерами, предельными отклонениями и чистотой поверхности, установленными чертежами КМД. Кромки деталей после кислородной, механической или плазменно-дуговой резки не должны иметь завалов, заусенцев и неровностей, превышающих 0,5 мм. Поскольку нефть является агрессивной средой, то резервуары на стадии проектирования усиливают путем припуска на коррозию, таким образом толщина элементов конструкции будет толще. Изготовленные конструкции резервуара должны иметь маркировку Изготовителя, содержащую условное обозначение

монтажного элемента и номер заводского заказа. Маркировка наносится на ярлыки или на монтажные элементы, прикрепленные к пакету элементов одной марки.

При обнаружении брака на любом этапе дефектные конструкции подлежат ремонту или замене за счет средств изготовителя. Транспортировка должна осуществляться в заводской упаковке в соответствии с утвержденными чертежами отгрузки.

1.2 Виды резервуаров

К основным видам резервуарных конструкций относятся:

Резервуары РВС без понтона со стационарной крышей

Резервуары РВСП с понтоном и со стационарной крышей

Резервуары РВСПК с плавающей крышей

Резервуары вертикальные стальные цилиндрические (рисунок 2) РВС (РВС) предназначены для приема, хранения, выдачи нефтепродуктов и воды, а также других жидкостей, в различных климатических условиях.



Рисунок 2 – Резервуар вертикальный стальной

Резервуары вертикальные стальные (РВС) являются обязательными элементами структуры любого нефтеперерабатывающего завода или

химического производства. Стальные резервуары различаются материалами изготовления, способами размещения и назначением. По расположению выделяют подземные, надземные и наполовину подземные ёмкости. Выпускают резервуары с плоской, конической и сферической крышей. Вертикальные стальные резервуары производят с внутренним объёмом от 100 до 100000 м³, при необходимости их объединяют в “резервуарный парк”. Резервуарный парк – это группа резервуаров сосредоточенных в одном месте, (Рисунок 3) включающий в себя: резервуары, насосное оборудование, технологические трубопроводы, средства пожаротушения и другие узлы.



Рисунок 3 – Резервуарный парк

К основным несущим конструкциям РВС относятся: окрайка днища, стенка, включая все врезки патрубков и люков, каркас и опорное кольцо каркасной крыши, бескаркасная крыша, кольца жесткости, анкерное крепление стенки. К ограждающим конструкциям резервуара относятся: настил стационарной крыши и центральная часть днища.

Резервуар РВСП (рисунок - 4) – это резервуары, схожие по конструкции с резервуарами типа РВС (имеют стационарную крышу) и снабжены плавающим понтоном. Понтоны перемещаются по двум направляющим,

трубам, одна из которых служит кожухом пробоотборника, снабжены уплотняющим затвором, тщательно заземлены, а другая одновременно используется для ручного отбора проб.

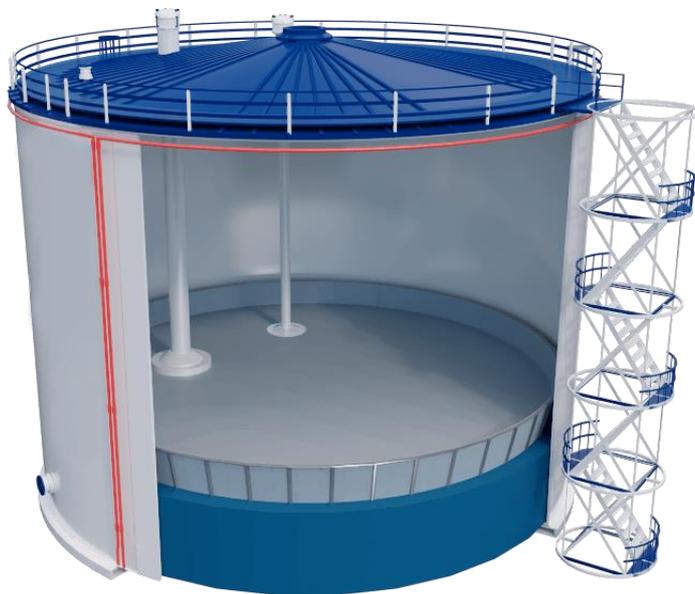


Рисунок 4 – Резервуар вертикальный стальной с понтоном

Понтон РВСП имеет поплавковую конструкцию, закрывающую не менее 95% поверхности нефтепродукта. Понтоны – это специальные покрытия, которые используются для вертикальных резервуаров и емкостей с нефтепродуктами, которые плавают на поверхности жидкостей и тем самым препятствуют их испарению и возгоранию. Понтоны также помогают снизить вредное воздействие промышленных жидкостей на окружающую среду. Понтон можно смонтировать как в новых, так и в находящихся в эксплуатации резервуарах. Плавучесть понтона обеспечивают ряды круглых поплавков на которых закреплены секции настила, присоединенные к верхней балке с помощью прижимных планок. Герметичность кольцевого зазора между понтоном и стенкой резервуара обеспечивает уплотняющий затвор. Конструкция понтона сборно-разборная, ремонтно - пригодная, размеры деталей и сборочных единиц применяемых в конструкции

позволяют внести их для монтажа во внутрь резервуара через существующие люки-лазы в нижнем поясе резервуара.

Срок службы РВСП не менее 50 лет, с капитальным ремонтом через каждые 20 лет.

Резервуар с плавающей крышей (рисунок 5) - является альтернативой резервуарам вертикальным стальным и резервуарам вертикальным стальным с понтоном.



Рисунок 5 – резервуар с плавающей крышей

Допустимые объемы резервуаров с плавающей крышей от 5000м^3 и выше. Плавающие крыши бывают двух основных типов:

- однодечная плавающая крыша
- двудечная плавающая крыша.

Однодечная плавающая крыша состоит из герметичных кольцевых коробов, расположенных по периметру крыши, и центральной однослойной мембраны (деки), имеет организованный уклон к центру. Уклон мембраны

достигается установкой пригрузов или радиальных ребер жесткости. Двудечная плавающая крыша может быть выполнена в двух вариантах:

а) С радиальным расположением коробов - крыша состоит из коробов прямоугольной формы, располагаемых на плане крыши в радиальном направлении. Пространство между коробами заполняется на монтаже листовыми вставками по нижней и верхней декам, образуя монтажные отсеки.

б) С кольцевым расположением отсеков - крыша состоит из нижней и верхней дек, соединяемых серией концентрических колец, образующих кольцевые отсеки. Наружный отсек разделяется радиальными переборками на кольцевые короба.

Выбор конструкции плавающей крыши (однодечной или двудечной) осуществляется основании анализа металлоемкости, сроков изготовления, монтажа и надежности эксплуатации.

Каждый короб или отсек плавающей крыши в верхней части должен иметь смотровой люк с легкоъемной крышкой для контроля возможной потери герметичности короба или отсека. Конструкция крышки и высота обечайки смотрового люка должны исключать попадание дождевой воды или снега внутрь короба или отсека. Плавающие крыши должны быть оснащены основным и аварийным водоспуском. Аварийные водоспуски предназначены для сброса дождевой воды непосредственно в хранимый продукт.

Плавающие крыши должны иметь не менее одного люка номинальным диаметром не менее 600 мм, позволяющего осуществлять вентиляцию и проход обслуживающего персонала под плавающую крышу, когда резервуар пуст. Для исключения вращения плавающей крыши используются направляющие в виде труб, также они выполняют технологические функции.

Стали, используемые в конструкциях резервуаров, должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 52910-2008, ПБ 03-605-03.

1.3 Монтаж РВС

Монтаж резервуаров - это трудоемкая работа, от качества выполнения которой зависит безопасная работа емкостей (при соблюдении правил эксплуатации). Монтаж резервуаров делится на два этапа:

- Подготовка площадки строительства и фундамента (рисунок 6);
- Монтаж металлоконструкций (рисунок 7);
- Испытания.



Рисунок 6 – Подготовка площадки строительства РВС

Все работы производятся в соответствии с технологической картой, проектом производства работ ППР и проектом строительства, который является частью рабочей документации. Основными исполнительными документами являются акты выполненных работ, испытаний и освидетельствований, исполнительные схемы.



Рисунок 7 – Монтаж РВС

Перед началом монтажа самой емкости подготавливается площадка строительства, возводятся необходимые сооружения, подводятся транспортные пути, подсоединяются инженерные сети. Устройство основания и фундамента - важный этап, так как он влияет на равномерность и скорость усадки металлоконструкций, а значит и на сохранение его геометрии и устойчивости. Технология подготовки фундамента и основания зависит от массы металлоконструкций и качества грунта. Если почва не обладает достаточной несущей способностью, производится усиление грунта и его уплотнение или замена вместе с отводом грунтовых вод.

Резервуары до 5000 м³ устанавливаются на грунтовое основание под уклоном 1:50 от центра к периферии с песчаной подушкой толщиной до 2 м и гидрофобным (гидроизоляционным) слоем из смеси грунта, битума, дегтя, гудрона или мазута толщиной до 200 мм. Резервуары более 10000м³ монтируются дополнительно на кольцевой железобетонный фундамент, располагающийся по периметру стенки для восприятия нагрузок от нее. Для очень слабых грунтов забиваются сваи, которые сверху покрываются железобетонными плитами.

Только после приемки фундамента и основания можно осуществлять монтаж РВС.

Монтаж резервуаров рулонным способом (рисунок 8) заключается в доставке на строительную площадку стенки, свернутой в рулон. Днище может поставляться также в рулонном виде (диаметром до 12 м) или, как крыша, укрупненными элементами. Предварительная сварка металлоконструкций стенки, днища и крыши производится на заводе.



Рисунок 8 – Монтаж резервуаров рулонным способом

Сначала на бетонное или грунтовое основание устанавливаются, крепятся и свариваются элементы днища: сначала окрайки (т.е. периферийные листы), а затем центральная часть. Далее в вертикальное положение устанавливается стенка. В центре крепится постоянная или временная расчалка (стойка) для монтажа стационарной крыши: постоянная для РВС до 5000 м³, временная - для РВС объемом 10000-20000 м³. Затем стенка разворачивается по периметру и сваривается вертикальными и двухсторонними тавровыми швами. Параллельно осуществляется монтаж щитов стационарной крыши. Плавающая же крыша и понтон монтируются сразу после установки днища.

При необходимости по периметру верхней кромки резервуара устанавливаются кольца жесткости.

Монтаж резервуаров РВС полистовой сборкой (рисунок 9) заключается в поэтапной сборке отдельных элементов стенки. Сборка поясов начинается с нижнего пояса. Возможно предварительное укрупнение элементов уже на строительной площадке: например, несколько листов свариваются между собой и крепятся к уже смонтированной стенке.



Рисунок 9 – Монтаж резервуаров полистовой сборкой

Одним из вариантов полистового способа является болтовое соединение элементов стенки. Данный метод очень выгоден для монтажа в труднодоступных или труднопроходимых районах, куда сложно или практически невозможно организовать проезд крупной строительной техники. При выборе такого метода стенка резервуара поставляется на строительную площадку в разобранном виде. Фундамент под данный резервуар подготавливается такой же как и для монтажа методом рулонирования.

После окончания монтажных работ проводится зачистка поверхностей, а затем их антикоррозионная обработка грунтовкой (рисунок 10).

(СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии)

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

Перед вводом резервуаров в эксплуатацию проводятся гидравлические испытания на герметичность и прочность, емкости заполняются водой до проектного уровня. Проверка крыши происходит путем налива воды до уровня крыши, за счет чего увеличивается внутреннее давление на крышу.



Рисунок 10 – Анतिकоррозийная обработка РВС

1.4 Эксплуатация РВС

Персонал, отвечающий за техническую эксплуатацию резервуаров и резервуарных парков, должны отслеживать надежность и работу согласно технике безопасности, сохранять качество и количество нефтепродуктов. При выполнении всех задач достигается соблюдение правил эксплуатации, контролем за техническим обслуживанием и состоянием резервуаров, а также своевременной подготовкой к зимнему сезону и паводку.

При заполнении резервуара нефтепродуктом, после монтажа, скорость продукта в приемо-раздаточном патрубке должна быть ниже 1 м/с, до полного затопления струи, а в РВСП и РВСПК должна быть до их всплытия, и не зависеть от диаметра патрубка и емкости резервуара. При отборе проб из резервуара нужно не допустить разлива нефтепродукта. Если все таки произошел разлив нефтепродуктов на крыше резервуара нужно вытереть ветошью насухо, ветошь утилизировать. Запрещается оставлять на крыше посторонние предметы, такие как: пакля, ветошь и другие предметы.

Зачистка резервуаров

Зачистка резервуаров происходит:

- а) два раза в год для авиационных нефтепродуктов и их компонентов;
- б) один раз в год - для масел и присадок;
- в) один раз в два года для бензина, дизельного топлива и других нефтепродуктов схожих по свойствам.

Помимо вышеизложенных случаев резервуары также зачищают по необходимости: высоковязких осадков, ржавчины и воды, смены сорта хранящегося нефтепродукта, освобождения от пирофорных отложений;

Каждый введенный в эксплуатацию резервуар должен иметь весь необходимый комплект оборудования, который предусматривался проектом. Во время перекачки не допускаются одновременные процессы с задвижками по включению нового резервуара и отключению действующего. Наполнение резервуаров нефтью и нефтепродуктами должно проходить при свободно опущенной хлопушке. По завершении перекачки персонал обязан закрыть хлопушку.

За осадкой основания должен проводиться систематический контроль. У новых резервуаров в первые четыре года эксплуатации не реже одного раза в год нужно проверять нивелированием состояние основания и минимум двух раз в год для резервуаров, которые находятся в районах со сложными грунтовыми условиями. У резервуаров, которые находятся в эксплуатации четыре и более четырех лет (после осадки резервуара), нивелирование проводят раз в пять лет. После окончания нивелирования составляют акт с указанием происшедшей осадки за период эксплуатации (Гост18322-78).

При осмотре резервуара особое внимание нужно уделить состоянию сварных швов на окрайки днища и нижних поясах корпуса, а также герметичности разъемных соединений.

При возникновении трещин в основном металле днища или швах, резервуар нужно немедленно опорожнить от нефтепродуктов и зачистить для ремонта. Действующий резервуар опорожняют полностью или частично, все зависит от способа его ремонта.

2. Анализ напряженно – деформированного состояния РВС 10000м³ месторождения “С”

2.1 Аналитический расчет РВС

Все расчеты выполняются по методу предельных состояний по СНиП 2-23-81*, СНиП 2.01.07-85 и ГОСТ Р 59910 – 2008. Нормы позволяют выбрать класс сталей для элементов резервуаров, метод монтажа, конструктивные решения, типы фундаментов и оснований.

Стенка резервуара полистового исполнения из листов 1990x7990 мм². Днище резервуара состоит из кольцевой окрайки и центральной части полистового исполнения, из листов 1990x7990 мм².

Точная высота резервуара:

$$H = h_n \cdot N_n = 1990 \cdot 8 = 15920 \text{ мм}, \quad (1)$$

где N_n – количество поясов; h_n – высота листа пояса, мм.

Радиус резервуара определяется из формулы для объема цилиндра:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot H, \quad (2)$$

где r – радиус резервуара, мм; π – математическая постоянная, равная отношению длины окружности к её диаметру.

Из формулы (2) получаем:

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{10000 \cdot 10^9}{3,14 \cdot 15920}} = 14144 \text{ мм}.$$

Периметр резервуара L_n и число листов в поясе N_n ,

$$L_n = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 14144 = 88824 \text{ мм}, \quad (3)$$

$$N_n = \frac{L_n}{L} = \frac{88824}{7990} = 11, \quad (4)$$

где L – длина листа пояса, мм

Принимаем число листов $N_n = 11$, тогда периметр резервуара:

$$L_n = 11 \cdot 7990 = 87890 \text{ мм}.$$

Окончательный радиус:

$$r = \frac{L_n}{2\pi} = \frac{87890}{2 \cdot 3,14} = 13995 \text{ мм.} \quad (5)$$

Уточненный объем резервуара:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot H = 3,14 \cdot 13995^2 \cdot 15920 \approx 9791 \text{ м}^3. \quad (6)$$

Номинальная толщина каждого пояса стенки резервуара рассчитывается по формуле:

$$\delta_n = \frac{[n_1 \cdot \rho_h \cdot g (H_{\text{max.дон.}} - x) + n_2 \cdot p_u] \cdot r}{j_c \cdot R_y}, \quad (7)$$

где n_1 – коэффициент надежности по нагрузке гидростатического давления

$$n_1 = 1,05, \quad \rho_h \text{ – плотность нефти, } \rho_h = 700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$g \text{ – ускорение свободного падения } g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2},$$

$H_{\text{max.дон.}}$ – максимально допустимый уровень разлива нефтепродукта в резервуаре, $H_{\text{max.дон.}} = 10,8 \text{ м}$,

x – расстояние от дна до расчетного уровня, м, для первого пояса $x = 0$,

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

p_u – нормативная величина избыточного давления, Па, принимается по ГОСТ 59910 – 2008,

j_c – коэффициент условий работы, $j_c = 0,7$ для нижнего пояса, $j_c = 0,8$ для остальных поясов,

R_y – расчетное сопротивление материала пояса стенки по пределу текучести, Па.

Толщина листов первого пояса:

$$\delta_1 = \frac{[1,05 \cdot 0,7 \cdot 9,81(10800 - 0) + 1,2 \cdot 200] \cdot 14144}{0,7 \cdot 96 \cdot 10^6} = 16 \text{ мм.}$$

Толщина листов второго пояса:

$$\delta_2 = \frac{[1,05 \cdot 0,7 \cdot 9,81(10800 - 1990) + 1,2 \cdot 200] \cdot 14144}{0,8 \cdot 96 \cdot 10^6} = 11,6 \text{ мм} \approx 12 \text{ мм}.$$

Толщины поясов 2-8 равны 12мм.

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

$$R_y^H = \frac{R_y^H}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \quad (8)$$

где $\gamma_m = 1,025$ – коэффициенты надёжности по материалу,

γ_n – коэффициент надёжности по ответственности, $\gamma_n = 1,15$, так как резервуар имеет объем 10000 м³,

R_y^H – нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла стенки, равное минимальному значению предела текучести, принимаемому по государственным стандартам и техническим условиям на листовой прокат (СНиП 2-23-81*).

Стенка резервуара относится к основным конструкциям подгруппы «А», для которых должна применяться сталь класса С345 (09Г2С) с нормативным расчётным сопротивлением $R_y^H = 345$ МПа ,

$$R_y = \frac{345}{1,025 \cdot 1,15} \approx 293 \text{ МПа}.$$

Расчет днища

Днища резервуара объемом 10000 м³ должны иметь центральную часть и кольцевые окрайки. Листы центральной части должны иметь номинальную толщину не менее 9 мм, исключая припуск на коррозию.

Толщина центральной части днища определяется по формуле:

$$\delta_d = \delta_{kd} + C_u, \quad (9)$$

где δ_{kd} – минимально конструктивная толщина центральной части днища, мм, для резервуаров объемом 10000 м³ $\delta_{kd} = 9$ мм,

C_u – припуск на коррозию центральной части днища, мм, $C_u = 0$, тогда получим:

$$\delta_0 = 9 + 0 = 9 \text{ мм.}$$

Толщина окрайки или периферийного листа днища определяется по формуле:

$$\delta_0 = \delta_{ко} + C_0, \quad (10)$$

где $\delta_{ко}$ – минимально конструктивная толщина окрайки днища, мм, определяется из таблицы 1 (согласно ГОСТ Р 59910 – 2008).

C_0 – припуск на коррозию окрайки днища, мм, $C_0 = 0$.

Таблица 1 – Минимальная конструктивная толщина окрайки днища

Расчетная толщина первого пояса стенки, (без припуска на коррозию), мм	Минимальная конструктивная толщина окрайки или периферийного листа днища $\delta_{ко}$, мм
Свыше 7 до 12 включительно	7,0
Свыше 12 до 17 включительно	9,0

Тогда формула (10) примет вид:

$$\delta_0 = 9 + 0 = 9 \text{ мм.}$$

Расчет крыши

Самонесущие купольные (сферические) крыши должны отвечать следующим требованиям:

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

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

$$t_{\kappa} = 4,48 \cdot \left(\frac{P}{E} \right)^{0,5} \cdot \frac{r}{\sin \theta} , \quad (11)$$

где θ – угол крыши с горизонтальной плоскостью, $\sin \theta = 20^\circ$,

E – модуль упругости стали,

P – расчетная нагрузка, Па,

Из уравнения (11) определяем расчетную нагрузку:

$$P = 1,05 \cdot g_m + 0,95 \cdot 1,2 g_y + 0,9 \cdot 1,6 \cdot S + 0,95 \cdot 1,2 P_{\text{вак}} , \quad (12)$$

где g_m – масса 1 м² листа крыши, кг,

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

S – полное нормативное значение снеговой нагрузки, (II район по снеговому покрову), Па,

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

Из уравнения (12) найдем величину g_m :

$$g_m = V \cdot \rho_{\text{ме}} , \quad (13)$$

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

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

Тогда уравнение расчетной нагрузки P будет иметь вид:

$$P = 1,05 \cdot 39,25 + 0,95 \cdot 1,2 \cdot 0 + 0,9 \cdot 1,6 \cdot 2200 + 0,95 \cdot 1,2 \cdot 300 = 3551 \text{ Па} .$$

Минимальная расчетная толщина полотна крыши имеет вид:

$$t_{\kappa} = 4,48 \sqrt{\frac{3551}{2,06 \cdot 10^{11}}} \cdot \frac{17,75}{\sin 20} = 4,9 \text{ мм} \approx 5 \text{ мм} .$$

Принимаем толщину покрытия 5 мм.

Расчет узла на кольцевое растягивающее усилие:

$$N_{\kappa} = r^2 \frac{P}{(2 \cdot \sin \theta)} , \quad (14)$$

Подставляем значения и получаем:

$$N_{\kappa} = 14^2 \cdot \frac{3551}{2 \cdot \sin 20} = 2,1 \text{ МН.}$$

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

$$N_{\kappa c} = r^2 \frac{(P_i - g_{\min})}{2 \cdot \sin \theta}, \quad (15)$$

где P_i – максимальное избыточное давление,

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

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

$$N_{\kappa c} = 14^2 \frac{(2200 - 0,9 \cdot 39,25)}{2 \cdot \sin 20} = 1,7 \text{ МН.}$$

Расчетную площадь составляет участок крыши шириной l_{κ} , вычисляется по формуле:

$$l_{\kappa} = 0,6 \left(r \frac{t_{\kappa}}{\sin \theta} \right)^{0,5}, \quad (16)$$

$$l_{\kappa} = 0,6 \left(14 \frac{0,005}{\sin(20)^{0,5}} \right)^2 = 0,23 \text{ м.}$$

Участок стенки резервуара шириной l_c , вычисляется по формуле:

$$l_c = 0,6 (r \cdot t_{\kappa})^{0,5}, \quad (17)$$

$$l_c = 0,6 (14 \cdot 0,005)^{0,5} = 0,14 \text{ м.}$$

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

$$\frac{N_{\kappa}}{S_{np} + l_{\kappa} \cdot t_{\kappa} + l_c \cdot \delta_c} \leq R_y, \quad (18)$$

$$S_{np} = 141,96 \text{ см}^2$$

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

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

$$\frac{2,12 \cdot 10^6}{0,014196 + 0,23 \cdot 0,005 + 0,4 \cdot 0,01} \leq 293 \cdot 10^6,$$

$$126 \cdot 10^6 \leq 293 \cdot 10^6.$$

Вывод: в результате аналитического расчета были рассчитаны следующие интересующие нас величины, такие как толщина листов стенки резервуара, проведен расчет днища и крыши. Так же определено кольцевое усилие и возникающее в нем напряжение, после чего сравнили его с допустимым.

2.2 Объемное 3D сканирование с внешней и внутренней стороны сооружений РВС 10000 м³

3D сканирование — процесс получения 3D модели предмета на основе анализа его геометрической формы. Чтобы напечатать объемный предмет на 3D принтере, предварительно необходимо сделать его трехмерную модель – визуальный графический образ объекта. Раньше моделирование осуществлялось вручную с помощью специального ПО. Просчеты в чертежах неминуемо сказывались на конечном результате. Чтобы нивелировать человеческий фактор, ускорить и упростить процесс моделирования изобрели 3D сканер.

Трехмерное сканирование дает возможность получить сложнопрофильную объемную модель исследуемого объекта – 3D сканер оцифровывает предмет, что позволяет быстро сделать его математическую модель для последующей печати на принтере.

На данный момент есть следующие методы сканирования:

- 1). Контактный метод.
- 2). Бесконтактные методы:

Активный метод.

Пассивный метод.

Контактный метод

Основным принципом данного метода является обводка сканируемого объекта специальным механическим приспособлением, которое является сенсором и называется щуп. Перед началом сканирования на объект наносится сетка, размер ячеек которой в областях высокой кривизны поверхности должен быть минимальным, а в местах малой кривизны - наибольшим. Там, где линии сетки пересекаются, образуются точки. Посредством щупа производится замер координат этих точек, которые потом вводятся в компьютер. Этот способ используется при ручной обводке поверхности объекта. Современным развитием данного метода стало использование для сканирования специального устройства. В этом случае нет необходимости в ручной обводке и нанесении сетки. Щуп движется по поверхности объекта и в компьютер заносятся координаты о его положении. На базе этих координат строится трехмерная модель сканируемого объекта.

Преимущества контактного 3D сканирования:

- простота процесса,
- независимость от условий освещения,
- высокоточное сканирование ребристых поверхностей и призматических деталей,
- компактный объём полученных файлов.

Недостатки:

- невозможность захвата текстуры сканируемого объекта,
- сложность или невозможность сканирования объектов больших размеров.

Бесконтактные методы:

Активный метод

Активный метод основывается на регистрации отраженных лучей от объекта сканирования. Источником таких лучей является сам 3d сканер. Сканер может облучать объект следующими видами лучей:

- направленные световые;
- лазерные;
- ультразвук;
- рентгеновские.

Принцип данного метода основывается на измерении расстояния от сканера до точек объекта сканирования. Данными точками могут являться светоотражающие самоклеющиеся маркеры. Также широко используется сканирование оптическими системами, использующими модулированную или структурированную подсветку. В случае модулированной подсветки объект освещается световыми импульсами, изменяющимися определенным образом. Камера считывает отражения и по искажениям получает облик сканируемого объекта. При структурированной подсветке объект освещается определенным “узором” (сеткой), по искажениям которой камера формирует 3d модель. Эти данные либо сохраняются в памяти сканера, а потом передаются на компьютер, либо сразу отправляются в компьютер, где происходит их обработка и построение трехмерной модели. Т.к. 3d сканер в один момент времени видит только часть объекта, в процессе сканирования необходимо перемещать объект сканирования, либо двигать сам сканер.

Таким образом, в итоге мы получаем модель, сшивая полученные куски объекта. В большинстве случаев отсканированный кусок объекта отображается сразу на экране компьютера. Это позволяет сразу проконтролировать, насколько хорошо выбран угол сканирования и понять, за сколько итераций можно отсканировать объект. Выбирая правильные углы сканирования, можно добиться сокращения сканирования за счет уменьшения количества сканируемых кусков объекта.

Преимущества активного метода 3d сканирования:

- низкая стоимость сканирования,
- возможность применения вне помещения,
- использование при различной освещенности,

- не требуется наносить сетку на объект,
- сканирование производится по бесконтактной технологии,
- есть возможность сканировать объекты недоступные для других методов сканирования.

Недостатки:

- сложность или невозможность сканирования прозрачных и зеркальных поверхностей,
- сканирование мелкоразмерных изделий требует использование более точной оптики, а соответственно более дорогих 3d сканеров.

Пассивный метод

Пассивный метод использует уже имеющийся окружающий свет. Отражение этого света от объекта и анализируется 3d сканером. По сути этот метод сканирования представляет собой либо съемку объекта обычными видеокамерами при разной освещенности и восстановление их в 3d, либо съемка силуэта объекта на высококонтрастном фоне при помощи стереоскопических или “силуэтных” видеокамер.

Съемка РВС с применением лазерного сканера

Для измерений использовался наземный лазерный сканер Leica C10, удовлетворяющий требованиям проекта к точности измерений. Для охвата всей поверхности резервуара съемка выполнялась с нескольких позиций на расстоянии до 20 м от РВС, с шагом точек от 2 до 5 мм.

Результаты сканирования для регистрации сканов осуществлялась в специализированной программе Leica Cyclone для получения лучшего результата и объединённая точечная модель РВС. Данная объединённая точечная модель является исходной для определения деформаций РВС.

На рисунке 11 представлен резервуарный парк. На рисунке представлено взаимное расположение четырех резервуаров вертикальных стальных. Исследуемый резервуар находится в правом верхнем углу.

Резервуар емкостью 10000 м³ со стационарной крышей. Расчетный уровень разлива нефтепродукта составляет 10,8 м.

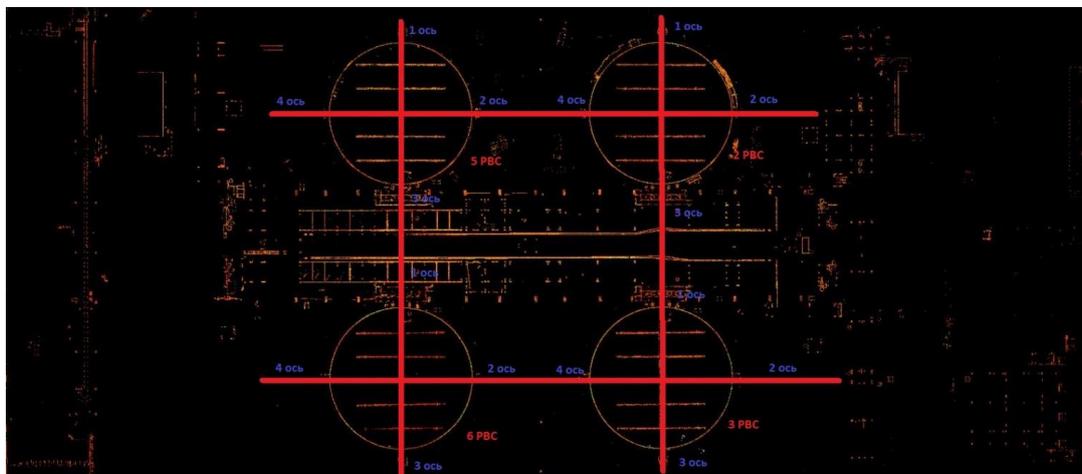


Рисунок 11 – Расположение резервуаров в резервуарном парке

На рисунке 12 приведены результаты внешнего сканирования PBC. По графическому представлению возможно качественно оценить расположение основания резервуара, стационарных металлоконструкций, рабочих площадок и прочих инженерных решений элементов конструкции.

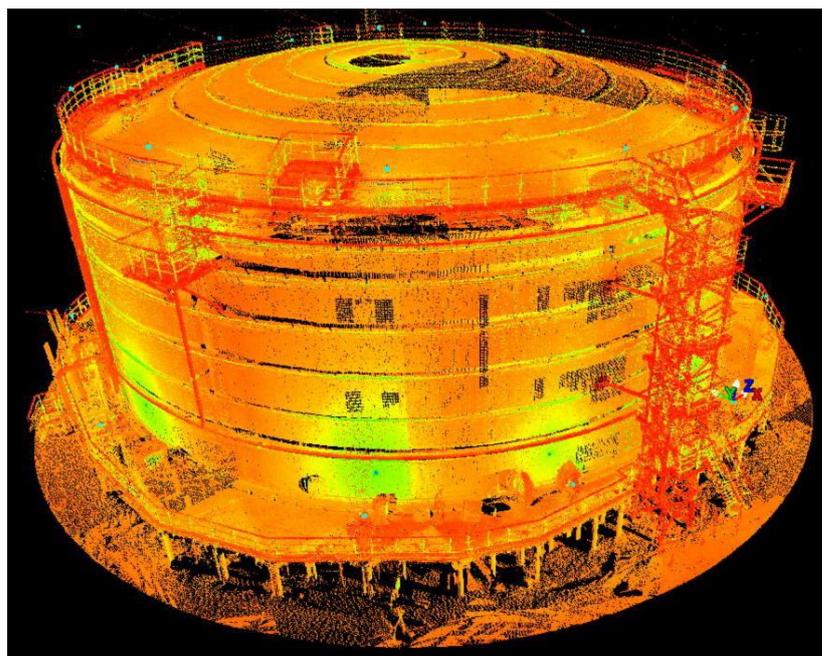


Рисунок 12 – Трехмерная точечная модель PBC 10000 м³

На рисунке 13 изображены зоны деформации стенок РВС 10000. Из рисунка видна цветовая карта отклонений между идеальной поверхностью и фактической. Зоны несоответствия поверхностей окрашены в соответствии с цветовой картой. Максимальное отрицательное отклонение от вертикали соответствует поясу 5 вблизи шва №9 и равно -61 мм. Максимальное положительное отклонение от вертикали располагается в области пояса 5 в районе шва №3 и составляет 32 мм. Отклонения от вертикали характерны для всего резервуара.

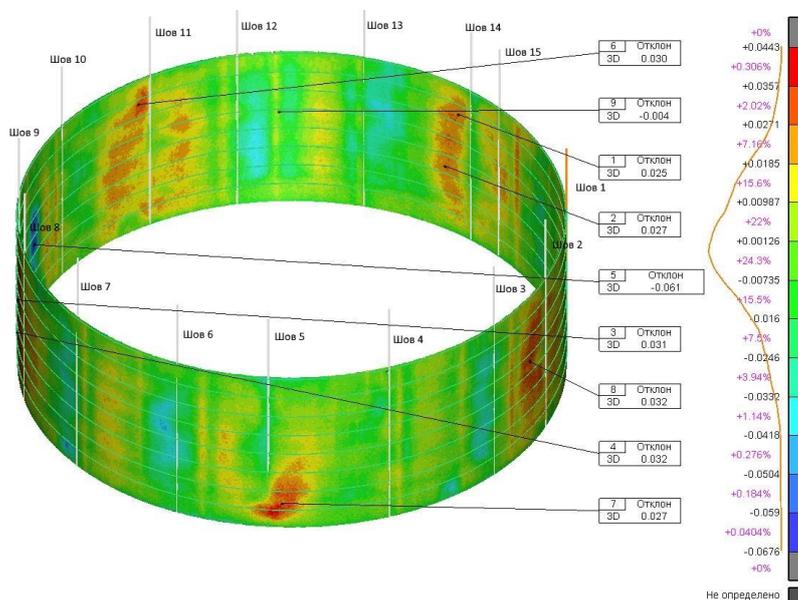


Рисунок 13 – Зоны деформации стенок резервуара

На рисунке 14 изображены зоны деформации дна резервуара. Из рисунка видно максимальные отрицательные и максимальные положительные отклонения дна.

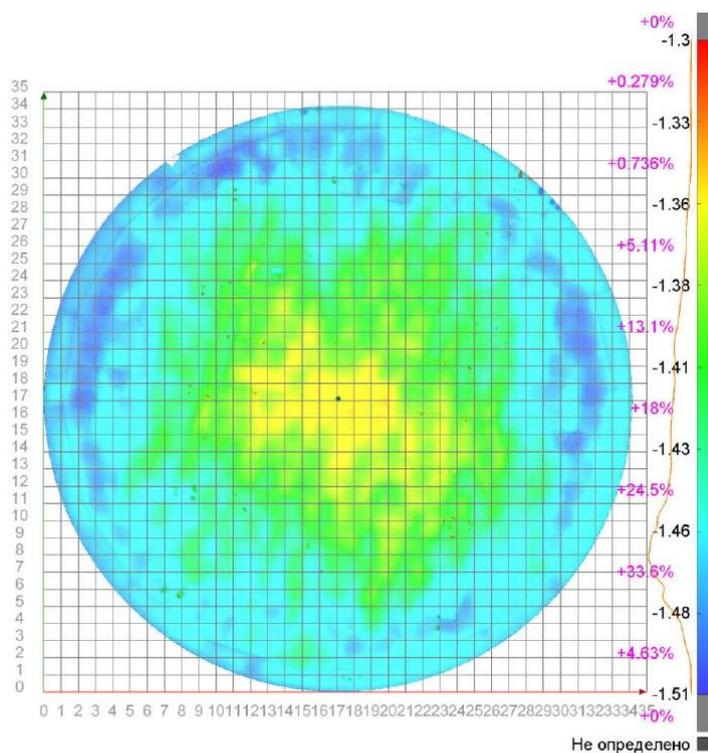


Рисунок 14 – Зоны деформации дна резервуара

На рисунке 15 приведены результаты внутреннего сканирования РВС. На рисунке показаны внутренний регистр подогрева и прочие инженерные решения элементов конструкции.

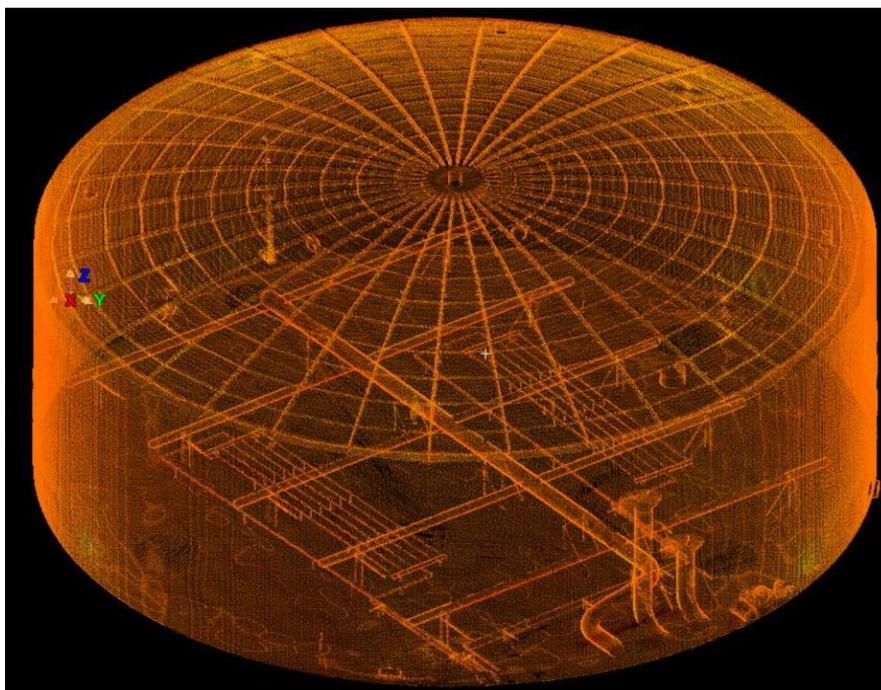


Рисунок 15 – Результаты сканирования внутреннего пространства РВС

2.3 Расчет напряженно – деформированного состояния в программном комплексе методов конечных элементов ANSYS

Геометрическая модель резервуара строилась в соответствии со значениями, принятыми для РВС-10000. Внутренний диаметр стенки 28500 мм, высота стенки 17880мм. Толщина стенки для первого пояса – 14 мм, для 2-8 поясов – 12мм. Листы стенки выравниваются по внутреннему краю. Для задания гидростатической нагрузки выбраны следующие параметры: высота разлива нефтепродукта – 10,8 м, плотность хранимой нефти $\rho=700 \text{ кг/м}^3$. Материал металлоконструкций – сталь конструкционная низколегированная 09Г2С с пределом текучести $\sigma_{0,2}=300 \text{ МПа}$.

Для построения конечно-элементной сетки выбран элемент SHELL181, имеющий ряд особенностей присущих тонкостенным оболочкам, к которым относится конструкция РВС.

Элемент SHELL181 имеет свойства линейной упругости, упругопластичности материала. Из упругих материалов могут применяться изотропные, анизотропные и линейные ортотропные. Пластическое поведение предполагает упругие изотропные свойства материала (то есть если ортотропный материал подвергается пластическому деформированию, комплекс ANSYS будет использовать изотропный материал с модулем Юнга E и коэффициентом Пуассона). Элемент SHELL181 учитывает влияние поперечных сдвиговых деформаций. Плотность генерируемой сетки влияет на погрешность в вычислениях, поэтому определение оптимальных параметров сетки во многом определяет точность расчетов.

В постпроцессорной обработке результатов получены значения эквивалентных напряжений, матрица перемещений.

*Определение напряженно-деформированного состояния элементов
конструкции РВС от действия веса нефтепродуктов*

Расчеты РВС выполнены в программном комплексе метода конечных элементов ANSYS.

Расчеты для случая зафиксированных вмятин по ГОСТ Р 52857.11-2007 «Сосуды и аппараты. Методы расчета на прочность. Метод расчета на прочность обечаек и днищ с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости кромок» совпали с точностью 3% с расчетами по МКЭ. Расчетная модель создана на основе геометрической 3D модели.

Максимальные допускаемые напряжения определены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52857.1-2007 «Сосуды и аппараты. Методы расчета на прочность», ГОСТ Р 52857.11-2007 «Нормы проектирования Стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м³ РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04» (Приложение А, $[\sigma]=193$ МПа, приложение Д $\phi=0,65$). Метод расчета на прочность обечаек и днищ с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости кромок» (пункт 5.1.1) и составили $\sigma_{\max} \leq 1.5\phi[\sigma]=1.5 \cdot 0.65 \cdot 193 = 188.17$ МПа.

Таблица 2 – входные данные к расчету

Характеристика	Размерность	Значение
Марка стали		09Г2С
Модуль упругости Юнга	ГПа	2.1
Коэффициент Пуассона		0.3
Ускорение свободного падения	м/с ²	9.81
Высота разлива нефтепродукта	м	10.8
Плотность нефтепродукта	кг/м ³	700
Толщина листов днища	мм	8
Толщина листов крыши	мм	6
Толщина листов 1 пояса	мм	14
Толщина листов 2 – 8 поясов	мм	12

Результаты расчета.

Максимальные напряжения составляют 135 МПа. Допустимые напряжения 188,17 МПа (Рисунок 16 – 17)

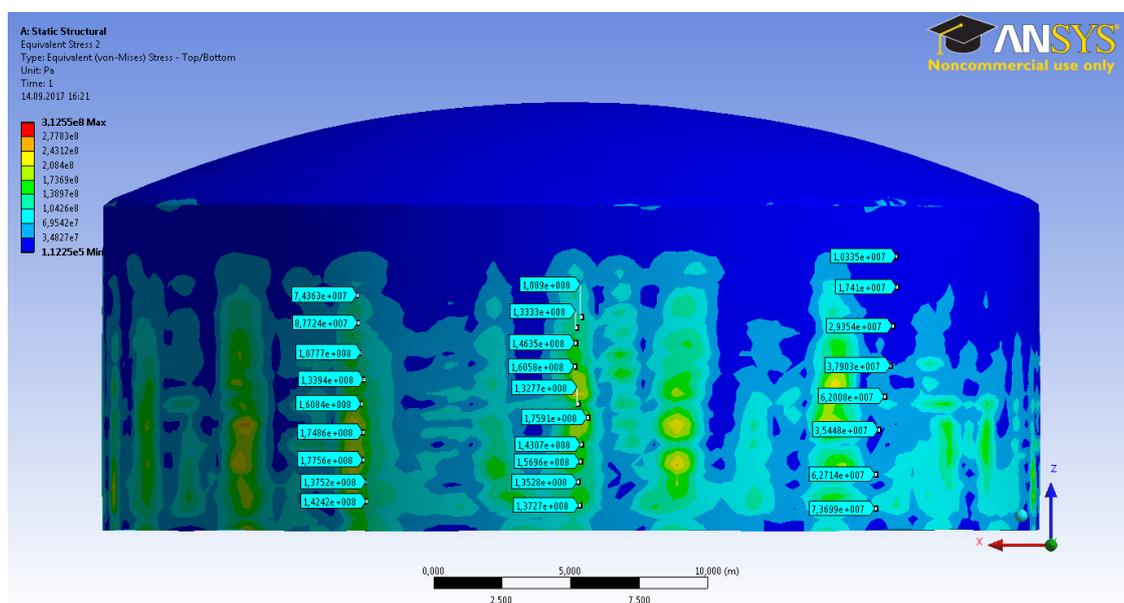


Рисунок 16 – Картина полей напряжений по критерию Мизеса

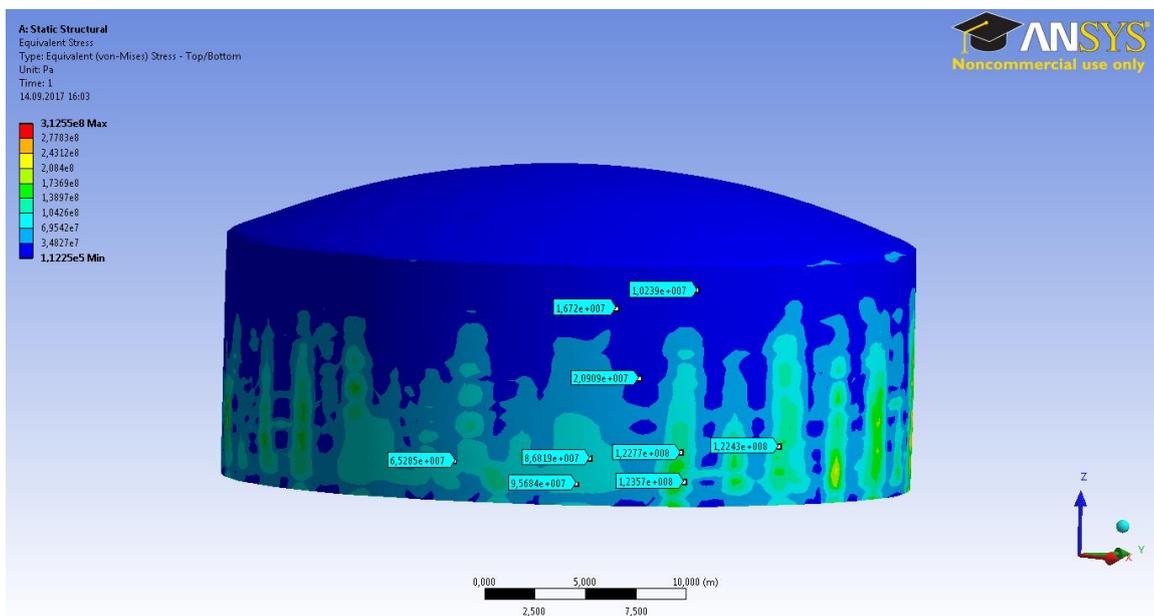


Рисунок 17 – Картина полей напряжения по критерию Мизеса

На рисунках 18 – 19 представлена картина распределения общих перемещений в листах РВС. Из расчета видно, что величина общих перемещений не превышает 29 мм

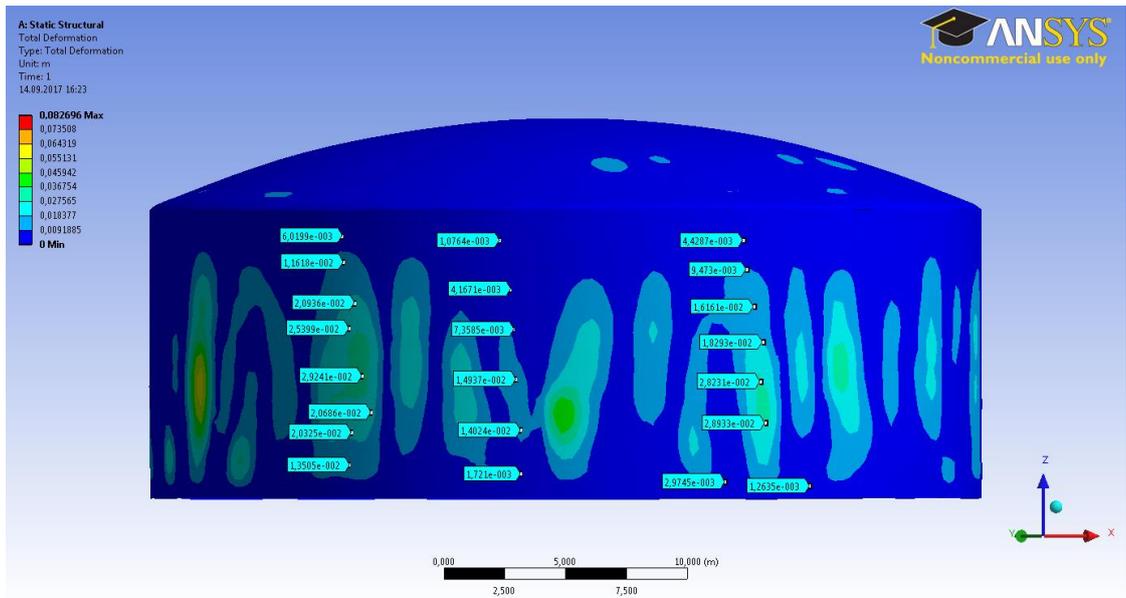


Рисунок 18 – Картина полей общих перемещений

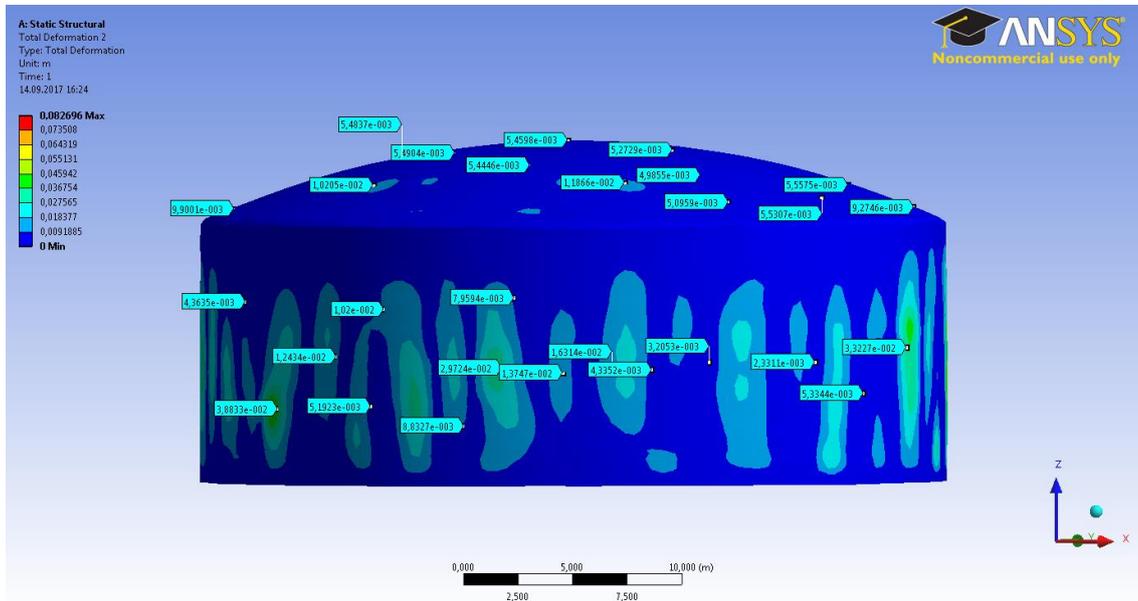


Рисунок 19 – Картина полей общих перемещений

В результате расчета необходимо получить значения перемещений листов поясов и их картину их напряжений в радиальном направлении. Для этого в решении была введена дополнительная цилиндрическая система координат. На рисунках 20 – 21 приведены графические результаты данных расчетов. Перемещение листов поясов в радиальном направлении не превышает 3 мм. Значения напряжений составляют порядка 90 МПа.

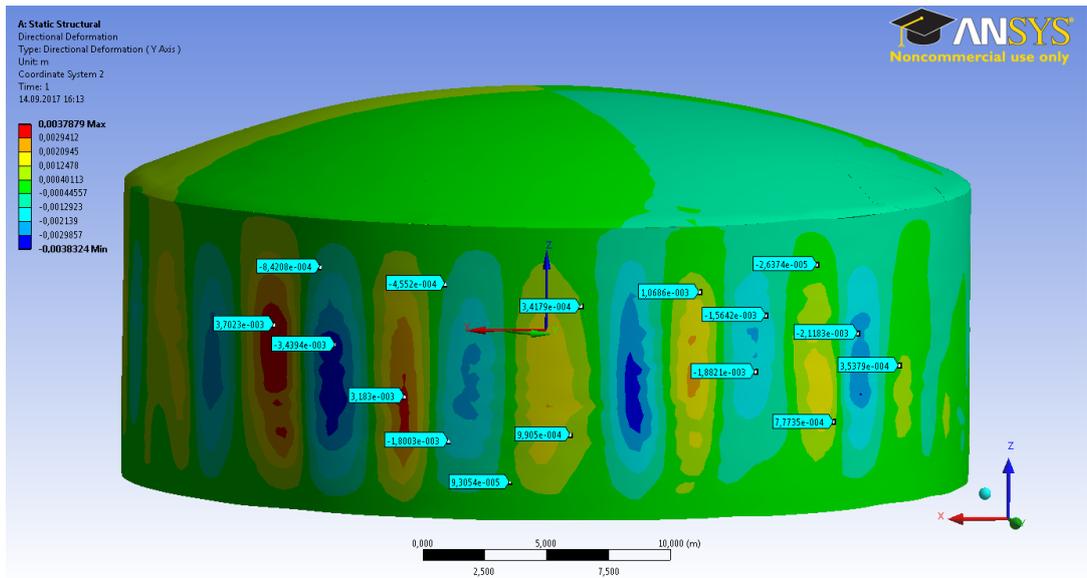


Рисунок 20 – Картина полей перемещений в радиальном направлении.

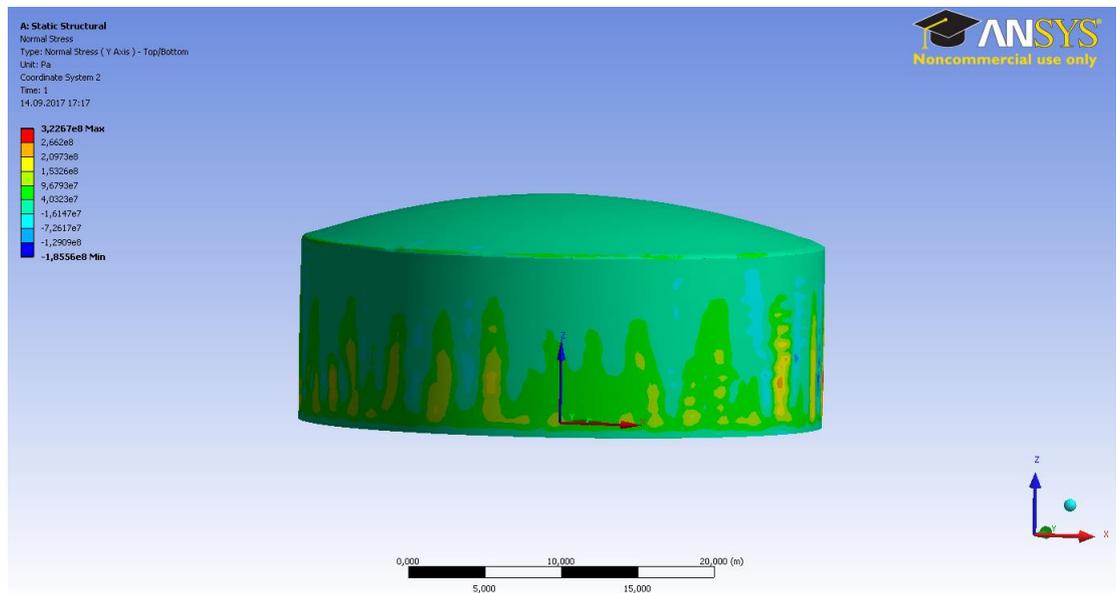


Рисунок 21 – Картина полей перемещений в радиальном направлении.

Картина общих деформации в металле поясов, рассчитанных по критерию Мизеса представлена на рисунках 22 – 23. Величина деформаций в пределах 2 мм.

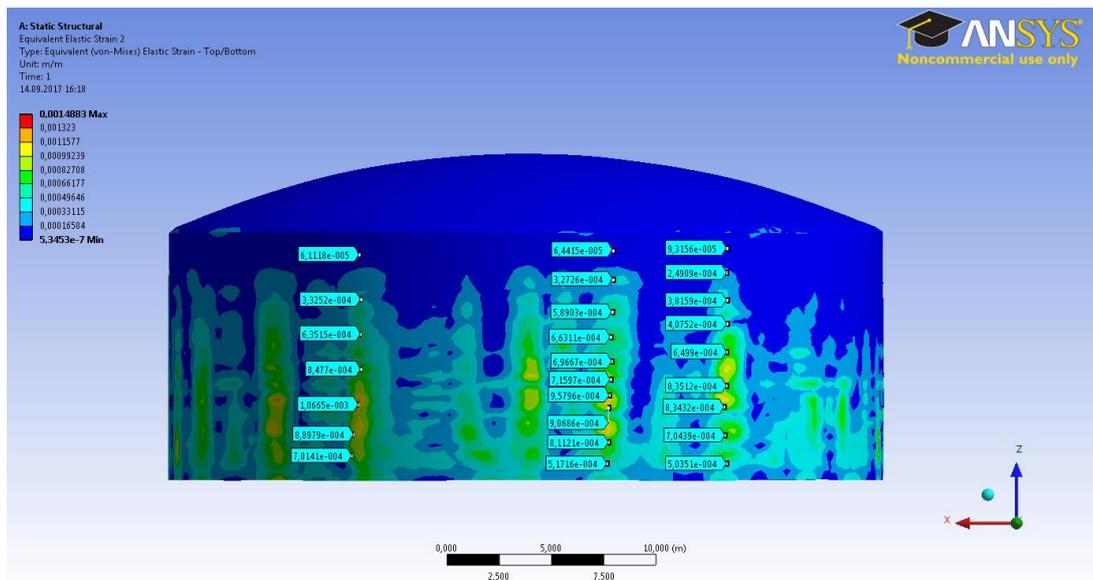


Рисунок 22 – Картина полей деформаций по критерию Мизеса.

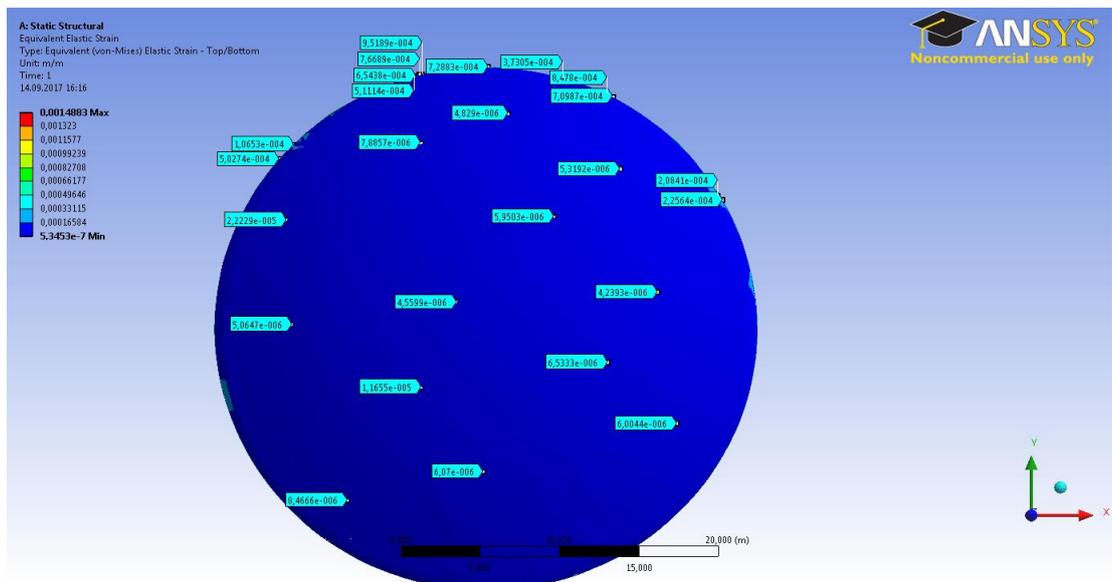


Рисунок 23 – Картина полей деформаций по критерию Мизеса.

Вывод: В результате проведенных исследований в соответствии с требованиями п. 2.1.8 «Нормы проектирования Стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000 – 50000 м³ РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04» проведены расчеты на заполнение пространства резервуара нефтепродуктами. Результаты: максимальные напряжения не превышают 135 МПа, допустимые 188,17 МПа.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е31	Смирнов Денис Анатольевич

Инженерная школа природных ресурсов		Отделение нефтегазового дела	
Уровень образования		Направление/специальность	15.03.02 Технологические машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения
*Объектом исследования является Резервуар вертикальный стальной 10000 м³.
Рабочей зоной является резервуарный парк.
Расчет резервуара вертикального стального 10000 м³.
Область применения нефтегазовая отрасль.*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. К вредным факторам относятся:

- повышенный уровень шума на рабочем месте:
 - *ГОСТ 12.1.003-14 ССБТ Шум. Общие требования*
 - *ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ Средства и методы защиты от шума. Общие требования.*
- повышенный уровень вибрации:
 - *ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность. Общие требования.*
- превышение уровней ионизирующих излучений:

1.2. К опасным факторам относятся:

- повышенная температура маслосистемы:
- наличие вращающихся механизмов:
 - *СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.*

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны (населения):
 - *ГОСТ 17.1.3.13–86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений*

<ul style="list-style-type: none"> – защита санитарной зоны: – <i>ГН 2.2.5.2308 – 07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны</i> – <i>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.</i> –
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пожар: – <i>ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования,</i> – разлив: – <i>ГОСТ 17.1.3.06–82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.</i>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс РФ: – <i>ст. 92 ТК РФ,</i> – <i>ст. 117 ТК РФ,</i> – <i>ст. 147 ТК РФ.</i> – Правила безопасности в газовом хозяйстве; – <i>ПБ 12-529-83</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОКД ИШНКБ	Король Ирина Степановна	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Е31	Смирнов Денис Анатольевич		

3. Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию резервуара вертикального стального 10000 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.

3.1 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.

3.2 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 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.

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

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

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

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/м² при облучении 50% поверхности тела, 70 Вт/м² при облучении 25-50% поверхности тела и 100 Вт/м² при облучении менее 25%. Максимальная температура при этом 28°С (301 К).

Для поддержания микроклимата предусматриваются приточная и вытяжная вентиляции, нагреватели и кондиционеры.

Профилактика перегревания работников осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени

для введения перерывов для отдыха, использования средств индивидуальной защиты.

Превышение уровней шума.

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

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

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

Также необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников.

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

Превышение уровней вибрации

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; вывод работников из мест с превышением ДУ по вибрации).

Недостаточная освещенность рабочей зоны

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

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализатора или рудничной лампы. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³, для природного газа ПДК 300 мг/м³.

При работе 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.

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.

3.3 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 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 контрольно-измерительных, регулирующих и предохранительных устройствах; ошибки обслуживающего персонала и т. д.

Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования, работающего под давлением, распространяются:

- работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа;
- на баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа;

- на цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50 °С превышает давление 0,07 МПа;
- на цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа создается периодически.

Основным требованием к конструкции оборудования работающего под высоким давлением является надежность обеспечения безопасности при и возможности осмотра и ремонта. Специальные требования предъявляются к сварным швам. Они должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации, располагаться вне опор сосудов. Сварные швы делаются только стыковыми.

Ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов должна быть возложена на специалиста, которому подчинен персонал, обслуживающий сосуды.

Пожаровзрывобезопасность на рабочем месте

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.

Приказом должен быть установлен соответствующий противопожарный режим, в том числе:

- определены места и допустимое количество единовременно находящихся в помещениях материалов;
- установлен порядок уборки горючих отходов, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и окончании рабочего дня;
- регламентированы: порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ, порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы, действия работников при обнаружении пожара;
- определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

Руководитель работ по ремонту газопровода должен совместно с работниками пожарной охраны определить места установки

противопожарного оборудования и обеспечить необходимым противопожарным инвентарем.

Горючие отходы, мусор и т.д. следует собирать на специально выделенных площадках в контейнеры или ящики, а затем вывозить.

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.

Объект необходимо обеспечить прямой связью с ближайшим подразделением пожарной охраны или оператором КС.

При работе категорически запрещается курить на рабочем месте. На рабочих местах должны быть вывешены предупредительные надписи: “Не курить”, “Огнеопасно”, “Взрывоопасно”.

В случае возникновения пожара использовать пенные, порошковые, углекислотные огнетушители или приспособления для распыления воды.

3.4 Экологическая безопасность

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

Перед началом производства работ следует выполнить следующие работы:

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

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

Виды воздействий на природную среду в период эксплуатации резервуара:

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

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

Для снижения воздействия на поверхность земель предусмотрены следующие мероприятия:

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

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

3.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

- Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005 г.).
- Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.

- Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014)
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03
- Инструкции по технике безопасности предприятия.
- Порядок разработки деклараций безопасности промышленного объекта РФ. МЧС, Госгортехнадзор №222/59 от 4.04.1996 г.
- ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда»
- Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СНиП .21/2.11.567-96 от 31.10.1996 г.
- Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.) - Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г.
- Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г., дополнения к ним от 25.07.1995 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е31	Смирнову Денису Анатольевичу

Инженерная школа природных ресурсов		Отделение нефтегазового дела	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.02 Технологические машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску, включая стоимость интернета – 360 руб. в месяц.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: 30 % премии к заработной плате 20 % надбавки за профессиональное мастерство 1,3 - районный коэффициент для расчета заработной платы.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Общая система налогообложения с учетом льгот для образовательных учреждений, в том числе отчисления во внебюджетные фонды - 27,1%.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>1. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. 2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и</i>
---	---

	<i>ресурсосбережения.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<p><i>Бюджет научно – технического исследования (НТИ)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Структура работ в рамках научного исследования.</i> 2. <i>Определение трудоемкости выполнения работ.</i> 3. <i>Разработка графика проведения научного исследования.</i> 4. <i>Бюджет научно-технического исследования.</i> 5. <i>Основная заработная плата исполнителей темы.</i> 6. <i>Дополнительная заработная плата исполнителей темы.</i> 7. <i>Отчисление во внебюджетные фонды.</i> 8. <i>Накладные ресурсы.</i> 9. <i>Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.</i>
3. <i>Ресурсоэффективность</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Определение интегрального показателя эффективности научного исследования.</i> 2. <i>Расчет показателей ресурсоэффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений.*
2. *Матрица SWOT.*
3. *Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.*
4. *Альтернативы проведения НИ.*
5. *График проведения и бюджет НИ.*

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рахимов Т.Р.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-4Е31	Смирнов Денис Анатольевич		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В настоящее время, более 70% эксплуатирующего оборудования в России выработало свой ресурс (срок эксплуатации 30-35 лет). Известно, что аварии и отказы происходят в начальный период эксплуатации из-за дефектов монтажа, затем следует период безаварийной работы, а после 15-20 лет эксплуатации количество отказов, аварийных ситуаций резко возрастает, вследствие накопления повреждений, возникших при эксплуатации. Одним из наиболее опасных объектов были и остаются различные виды резервуаров. В системе трубопроводного транспорта, например, более 3000 РВС находятся в эксплуатации более 50 лет, свыше 1000 РВС - от 40 до 50 лет. Экономически выгодная эксплуатация резервуара не может быть обеспечена без должного наблюдения за техническим состоянием и своевременным устранением неполадок. Нарушение прочности и герметичности в резервуарах в большинстве случаев вызывается совокупностью различных неблагоприятных воздействий на конструкции. Элементы резервуара в эксплуатационных условиях испытывают значительные быстроменяющиеся температурные режимы, повышение давления, вакуум, вибрацию, неравномерные осадки и коррозию. Практически каждый из резервуаров представляет собой объект повышенной опасности для персонала предприятия, населения, соседних сооружений и окружающей среды. Также можно отметить, что резервуары, как и любой технический объект, имеют свой ресурс и каждое предприятие стремится повысить экономическую эффективность производства товаров или услуги с наименьшими издержками, что означает отсутствие потерь в использовании ресурсов.

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: Резервуар вертикальный стальной 10000 м³

Целевой рынок: нефтяные и газовые компании.

		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 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 с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

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

Таблица 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
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 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 эксплуатации, а также минимальное количество подвижных частей, что обеспечивает долговечность работы резервуара.

$$K1 = \frac{43}{33} = 1,3 \quad (19)$$

4.3 SWOT – анализ

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

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

Результаты первого этапа SWOT-анализа:

1. Сильные стороны проекта:

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

2. Слабые стороны проекта:

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

3. Возможности:

- Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации.
- Сокращение расходов.
- Качественное обслуживание потребителей.
- Сокращение времени простоев.

4. Угрозы проекта:

- Отсутствие спроса на новые производства;
- Снижение бюджета на разработку;
- Высокая конкуренция в данной отрасли.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Вторым этапом является выявление 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 таблице 3, таблице 4, таблице 5, таблице 6.

Таблица 3 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	V1	+	+	-	0
	V2	-	-	+	-
	V3	-	0	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: V1C1C2, V2C3.

Таблица 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: В1Сл1.

Таблица 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 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 7).

Таблица 7 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Высокая экономичность технологии.</p> <p>С2. Экономичность технологии.</p> <p>С3. Повышение безопасности производства.</p> <p>С4. Уменьшение затрат на ремонт оборудования</p>	<p>Сл1. Трудность внедрения функции. Сл2. Отсутствие на предприятии собственного специалиста, способного произвести внедрение функции.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации.</p> <p>В2. Сокращение расходов.</p> <p>В3. Качественное обслуживание потребителей.</p> <p>В4. Сокращение времени простоев.</p>	<p>– Достижение повышения производительности агрегатов.</p> <p>– Исключение поломок оборудования в результате сбоев в электроснабжении.</p> <p>– Своевременная поставка нефти и природного газа потребителям.</p>	<p>1. Поиск заинтересованных лиц</p> <p>2. Разработка научного исследования</p> <p>3. Принятие на работу квалифицированного специалиста.</p> <p>4. Переподготовка имеющихся специалистов</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1: Отсутствие спроса на новые технологии производства;</p> <p>У2: Снижение бюджета на разработку;</p> <p>У3: Высокая конкуренция в данной</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>

отрасли.		
----------	--	--

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 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 8.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследований	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, исполнитель
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель

	3	Подбор и изучение литературы по теме	Исполнитель
Разработка тех. задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель
	6	Проектирование модели и проведение экспериментов	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Исполнитель

Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев 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 $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{2t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (20)$$

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

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

$t_{\max i}$ – 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожіi}}{Ч_i}, \quad (21)$$

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

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

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

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{кал}, \quad (22)$$

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:

$$K_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (23)$$

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 9.

Таблица 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, Исполнитель	2	3
Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3

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

На основе таблицы 9 строим план график, представленный в таблице 10.

Таблица 10 - Календарный план график проведения НИР по теме

№	Вид работ	Исполнители	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 задания тех.	Р	3	■															
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	18	□															
3	Согласование материалов по теме	Р	9			■													
4	Календарное планирование работ по теме	Р, И	3				■	□											
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	И	15				□												
6	Проектирование 3D модели резервуара	И	10						□										
7	Оценка результатов исследования	Р, И	3,8								■	□							

Огнепреградитель ОП-500 ААН	1	80012,46	80012,46
Патрубки вентиляционные ПВ-500	1	80984,57	80984,57
Патрубок приемно- раздаточный ППР-400	1	18470,17	18470,17
Патрубок монтажный ПМ- 500	1	46287,58	46287,58
Генератор пены ГПСС-2000	2	10917,59	21835,18
Кран сифонный КС-80	1	58625,95	58625,95
Пробоотборник секционный ПСП	1	40081,01	40081,01
Механизм управления хлопушкой МУ-2	1	160270,99	160270,99
Патрубок монтажный ПМ- 150	3	882,56	2647,68
Хлопушка ХП-400	1	81283,69	81283,69
Итого:			При исполнении 1: 2872108,56
			При исполнении 2: 3272108,56
			При исполнении 3: 3222108,56

Для проведения научного исследования нам необходим компьютер, с установленными на него специальными программами и с нужным нам программным обеспечением.

Затраты на покупку компьютера:

$$Z = d_k + d_{no} = 25000 + 3000 = 28000, \quad (24)$$

где d_k – стоимость компьютера;

d_{no} – стоимость программного обеспечения.

Установка специальных программ для исследования и моделирования объекта производится бесплатно.

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 12 – Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу, тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Исполнитель	2	3	2	1,16	2,32	3,48	2,32
2	Выбор темы исследований	Руководитель	7	9	8	0,93	6,51	8,37	7,44
3	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель	2	2	2	0,93	1,86	1,86	1,86

4	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	12	12	12	0,23	2,76	2,76	2,76
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель	8	9	9	0,23	1,84	2,07	2,07
6	Проектирование 3D модели резервуара	Исполнитель	6	9	8	0,23	1,38	2,07	1,84
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель	4	5	6	1,16	4,64	5,8	6,96
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Исполнитель	5	5	5	1,16	5,8	5,8	5,8
Итого:							27,1 1	32,21	31,05

Настоящая статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_n = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (25)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = T_p \cdot Z_{дн}, \quad (26)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51413 \cdot 10,1}{185} = 2661 \text{ руб.}, \quad (27)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 23264 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 51413, \quad (28)$$

где Z_{mc} – 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 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{mc});

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

Тарифная заработная плата Z_{mc} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_m и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для доцента (степень – кандидат наук) – 23264 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14584 руб.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы для исполнения 1

Исполнители	Z_{tc} , тыс. руб.	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , тыс. руб.	Z_{dn} , тыс. руб.	T_r , раб. дн.	Z_{osn} , тыс. руб.
Руководитель	23264	0,3	0,4	1,3	51413	2,674	20	53,48
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	1,126	37	41,66
Итого:								95,14

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	Z_{tc} , тыс.	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , тыс.	Z_{dn} , тыс.	T_r , раб.	Z_{osn} , тыс.
-------------	--------------------	----------	-------	-------	-----------------	--------------------	-----------------	---------------------

	руб.				руб.	руб.	дн.	руб.
Руководитель	23264	0,3	0,4	1,3	51413	2,674	24	64,18
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	1,126	43	48,41
Итого:								112,59

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	23264	0,3	0,4	1,3	51413	2,674	28	74,87
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	1,126	49	55,17
Итого:								130,04

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:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 53480 = 6952 \text{ руб}; \quad (29)$$

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

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

Для исполнения 2 расчет дополнительной заработной платы составит:

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

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

Для исполнения 3 расчет дополнительной заработной платы составит:

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

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

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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (53480 + 6952) = 16377 \text{ руб.}, \quad (30)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб			Дополнительная заработная плата, тыс. руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	53,480	64,180	74,870	6,952	8,343	9,733
Исполнитель проекта	41,660	48,410	55,170	5,416	6,293	7,172
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого:						
Исполнение 1	Исполнение 2		Исполнение 3			
29,134	34,478		39,822			

Прочие расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, пишущие принадлежности, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

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 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб. (исполнение 1)	Сумма, руб. (исполнение 2)	Сумма, руб. (исполнение 3)	Примечание
1. Материальные затраты	2872108	3272108	3222108	
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	95140	112590	130040	
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12368	14636	16905	
4. Отчисления во внебюджетные фонды	29134	34478	39822	
5. Затраты на покупку компьютера	28000	28000	28000	
6. Прочие расходы	24000	24000	24000	
7. Бюджет затрат НТИ	3060750	3485812	3460875	Сумма ст. 1-6

4.5 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:

$$I_{финр}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (31)$$

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

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

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

Для 1-ого варианта исполнения имеем:

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{3060750}{3485812} = 0,878.$$

Для 2-ого варианта имеем:

$$I_{финр}^{исп2} = \frac{3485812}{3485812} = 1.$$

Для 3-ого варианта имеем:

$$I_{финр}^{исп3} = \frac{3460875}{3485812} = 0,993.$$

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (32)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик проекта

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

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p - \text{исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,6 \quad (33)$$

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

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

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

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

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

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

$$\mathcal{E}_{срi} = \frac{I_{испi}}{I_{исп\ min}}, \quad (34)$$

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

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,878	1	0,993
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,05	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,24	3,05	3,93
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,72	1	1,29

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 НИИ, основная часть которого приходится на материальные затраты, связанные с приобретением спецоборудования. Все, вышперечисленные технико-экономические показатели проекта, позволяют сделать вывод о том, что данная конструкция резервуара экономически выгодна.

Заключение

В ходе проведения выпускной квалификационной работы были рассмотрены конструктивные особенности и технические параметры резервуара вертикального стального (РВС) 10000м³. Для рассматриваемого резервуара был проведен аналитический расчет номинальных значений толщин стенок, крыши и днища. По результатам 3Д сканирования поверхностей РВС была построена объемная геометрическая модель в точности повторяющая геометрию РВС. Разработанная геометрическая модель послужила основой для создания расчетной модели в программном комплексе метода конечных элементов ANSYS. В результате проведенных расчетов были определены поля напряжений, деформаций и перемещений, характерные материалу конструкции. Полученные значения сравнивались с допустимыми согласно ГОСТ Р 52857.1-2007 «Сосуды и аппараты. Методы расчета на прочность», ГОСТ Р 52857.11-2007 «Нормы проектирования Стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м³ РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04» Из проведенного сравнения выяснилось, что максимальные расчетные напряжения не превышают величину допустимых значений.

В разделе социальная ответственность рассмотрены опасные и вредные факторы, оказываемые на людей при строительстве, монтаже и эксплуатации резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³, а также способы защиты и предупреждения. Рассмотрен фактор воздействия на окружающую среду и мероприятия по их устранению.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения рассмотрена ресурсная, финансовая и экономическая эффективность исследования. Определен интегральный показатель эффективности научного исследования.

Список использованных источников

1. СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
2. СНиП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство"
3. ПБ 10-382-00 "Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов"
4. ОСТ 36-100.3.04-85 ССБТ "Монтаж металлических и сборных железобетонных конструкций. Требования безопасности"
5. РД 09-363-00 "Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах"
6. ПБ 08-624-03 "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности"
7. ППБ 01-03 "Правила пожарной безопасности в Российской Федерации"
8. ПБ 03-381-00 Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов / Госгортехнадзор России, - М.: 2001. –167с.
9. ЕНиР. сб. Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып. 2. Резервуары и газгольдеры. М., Стройиздат, 1987.- 64с.
10. ВСН 311-89 Монтаж стальных вертикальных цилиндрических резервуаров. Минмонтажспецстрой. М.:, 1989.
11. САНПиН 2.2.3.1384-03 "Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ".
12. Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. М., Гостоптехиздат, 1961.

13. Пектемиров Г.А. Справочник инженера нефтебаз / Г.А.Пектемиров. – М.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1962. – 325с.
14. РД 08 – 95 – 95. Положение о системе диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов.
15. РД 153 – 39.4 – 078 – 01. Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз.
16. 16.Трубопроводный транспорт нефти: учебник для вузов: в 2 т. / С.М.Вайншток [и др.]; под общ. ред. С.М. Вайнштока. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2004. – Т. 2. – 621 с.
17. Хранение нефти и нефтепродуктов: учеб. пособие / под общ. ред.Ю.Д. Земенкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Тюмень: Издательство «Век-тор Бук», 2003. – 536 с.
18. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. Госстрой РФ, 2000
19. Земенков Ю.Д. Транспорт и хранение нефти и газа в примерах и задачах: - СПб.: Недра, 2004, 544 с.
20. Едигаров С.Г., Михайлов В.М., Прохоров А.Д., Юфин В.А.Проектирование и эксплуатация нефтебаз. Учебник для ВУЗов. – М., «Недра», 1982, 280 с.
21. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. – Москва, 1993
22. ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.http://docs.cntd.ru/document/>
23. ГОСТ 12.1.012-2004.Вибрационная безопасность; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.http://docs.cntd.ru/document/>
24. Андреев А.Ф. и др. Организация и Управление предприятиями нефтяной и газовой промышленности: Учебное пособие / Под ред. Е.С.

Сыромятникова. – М.: Нефть и газ, 1997 – Ч. 1. – 144 с., М.: Нефть и газ, 1999 – Ч. 2. – 139 с.

25. Злотникова Л.Г. Финансовый менеджмент в нефтегазовых отраслях: Учебник. – М.: Нефть и газ, 2005. – 452 с.

26. Зубарева В.Д. и др. Финансы предприятий нефтегазовой промышленности: Учебное пособие. – М.: ГТА-Сервис, 2000. – 368 с.