

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (бакалавриат) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Отделение нефтегазового дела

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием»

УДК 622.692.23-025.71-034.14-049.7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Ахметшин Руслан Радикович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Валитова Е.Ю.	к.п.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСНГ ШБИП	Клемашева Е.И.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Фех А.И.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## Результаты освоения ООП

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Р1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК (У)-1, УК(У)-2, УК(У)-3, УК(У)-6, УК(У)-7, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
Р2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-4, УК(У)-5, УК(У)-8, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
Р3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
Р4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>
Р5	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК (У)-23, ПК (У)-24)</i>
Р6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-2, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>

Р7	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ОПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р8	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р9	Владеть методами и средствами для выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем НППС.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.055" Специалист по эксплуатации нефтепродуктоперекачивающей станции магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов ".</i>

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП ОНД ИШПР  
\_\_\_\_\_ Брусник О.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7Б	Ахметшину Руслану Радиковичу

Тема работы:

**Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с  
поврежденным основанием**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

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

Поврежденное свайное основание и фундамент, а также смещенная при монтаже фундаментная плита РВСа – 2000 м<sup>3</sup>,

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><b>Введение.</b></p> <p><b>1.РВС классификация, назначение.</b></p> <p><b>2.Технические параметры.</b></p> <p><b>3.Виды оснований под резервуары.</b></p> <p><b>4.Методы ремонта свайных оснований.</b></p> <p><b>5.Расчет технических параметров.</b></p> <p><b>6.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение.</b></p> <p><b>7.Социальная ответственность.</b></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><b>Таблицы, рисунки, 3Д модель.</b></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Клемашева Е.И.
Социальная ответственность	Фех А.И.

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Валитова Е.Ю.	к.п.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Ахметшин Р.Р.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Б7Б	Ахметшину Руслану Радиковичу

<b>Инженерная школа</b>	Природных ресурсов	<b>Отделение</b>	ОНД
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

<b>«Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<u>Объект исследования:</u> резервуар вертикальный стальной 2000 м3 <u>Область применения:</u> предназначен для приёма, хранения, подготовки, учёта (количественного и качественного) и выдачи нефти и нефтепродуктов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Производственная безопасность	1 Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014) 2. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08- 624-03 3. ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда» 4. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам; 5. СанПиН.2.4.548-96 Гигиенические требования производственных помещений;
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<u>Анализ выявленных вредных факторов:</u> 1. Климатические условия 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;

	<p>3. Контакт с животным, насекомыми, пресмыкающимися.</p> <p><u>Анализ выявленных опасных факторов в процессе эксплуатации:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</li> <li>2. Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением;</li> <li>3. Взрывоопасность и пожароопасность;</li> <li>4. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны;</li> <li>5. Превышение уровней шума и вибрации;</li> <li>6. Повышенная запыленность и загазованность.</li> </ol>
<b>3.Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• загрязнение выбросами при испарении нефти из резервуаров;</li> <li>• утечки в случае разлива нефти из резервуара;</li> <li>• загрязнение почвы нефтешламом,</li> </ul>
<b>4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p><u>Анализ возможных чрезвычайных ситуаций:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метеорологические (буря, шквал);</li> <li>2. геологические (просадка грунта и конструкции в связи с оттаиванием вечной мерзлоты, с разрушением);</li> <li>3. гидрометеорологические (сильный дождь (ливень), сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильная метель, сильный туман);</li> <li>4. гидрологические (повышение уровня грунтовых вод (подтопление));</li> <li>5. Природные пожары (горение тундры);</li> </ol> <p><u>Техногенного характера:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пожары, взрывы, угрозы взрывов;</li> <li>2. Авария с разливом нефтепродуктов из-за террористического акта.</li> </ol>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Фех А.И.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Ахметшин Руслан Радикович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Б7Б	Ахметшин Руслан Радикович

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы</b>	<b>ОНД</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	21.03.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материально-технических ресурсов на основе среднего уровня цен для г. Томска на 2020-2021 г.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент – 1,3. Накладные расходы – 16%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Страховые взносы 30,2%.

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. <i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. <i>Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Проведение оценки сравнительной эффективности исследования

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

1. <i>Гистограмма рынка потребителей</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>График проведения НИ</i>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Клемашева Е.И.	к.э.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7Б	Ахметшин Руслан Радикович		

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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело  
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Уровень образования: высшее  
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения: (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года  
 Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы: \_\_\_\_\_

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.01.2021	Введение	
18.01.2021	Обзор литературы	
8.02.2021	Характеристика исследуемого объекта	
15.02.2021	Технические параметры	
25.02.2021	Методы ремонта свайных оснований	
4.03.2021	Метод конечных элементов к применению основания и фундамента РВС	
18.03.2021	Моделирование конструкции	
25.03.2021	Расчетная часть работы	
15.05.2021	Финансовый менеджмент	
15.05.2021	Социальная ответственность	
18.05.2021	Заключение	
25.05.2021	Презентация	
	Итого	100

СОСТАВИЛ: Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Валитова Е.Ю	К.П.Н.		

СОГЛАСОВАНО: Руководитель ООП

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	К.П.Н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным свайным основанием» содержит 120 страниц текстового документа, 21 рисунок, 33 таблицы, 37 использованных источников.

Ключевые слова: резервуар, основание, свайное основание, фундамент, фундаментное кольцо, фундаментная плита, напряжение, ремонт, мероприятия.

Цель выпускной квалификационной работы: разработать мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным свайным основанием.

Объект исследования – поврежденное свайное основание со смещением фундаментной плиты резервуара вертикального стального типа РВС объемом 2000 м<sup>3</sup>.

В данной работе приведены, классификация резервуаров, их технические параметры, рассмотрены виды фундаментов, приведены методы ремонта свайных оснований, рассмотрен метод конечных элементов к применению основания и фундамента РВС, обоснованы расчеты, проведено моделирование конструкции, произведен расчет эффективных свойств железобетона, расчет несущей способности свай по грунту, приведены расчеты конструкций в четырех случаях, а также разработаны мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным свайным основанием в соответствии с приведенными расчетами, проведены экономические расчеты затрат на выполнение работ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием</i>			
Разраб.		Ахметшин Р.Р			<i>Реферат</i>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Валитова Е.Ю.					10	120
Консульт.						<i>ТПУ гр. 2Б7Б</i>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Термины и определения, применяемые в данной работе:

**Резервуар:** емкость, предназначенная для хранения, приема, откачки, и измерения хранимого продукта.

**Резервуар вертикальный стальной:** вертикальная ёмкость, наземное объёмное строительное сооружение, предназначенное для приёма, хранения, подготовки, учёта (количественного и качественного) и выдачи темных и светлых нефтепродуктов, химикатов, нефти, воды, и всевозможных жидкостей.

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

**Дефект:** различные виды несоответствий требованиям нормативной документации.

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

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

**Свайный фундамент:** тип фундамента, спроектированный и построенный с совместной работой свай, в котором сваи воспринимают полностью или частично нагрузки от подземной и/или надземной части здания или сооружения и передают их на грунт.[11]

					Определения, обозначения сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

**Метод конечных элементов:** основной метод современной строительной механики, лежащий в основе подавляющего большинства современных программных комплексов, предназначенных для выполнения расчетов строительных конструкций на ЭВМ.

**Сокращения:**

**РВС** – резервуар вертикальный стальной;

**ГЖ** – горючая жидкость;

**КЭ** – конечный элемент;

**ЭВМ** – электронно-вычислительная техника;

**СП** – своды правил.

					Определения, обозначения сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

## Нормативные ссылки

В представленной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия.

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

СТО-СА-03-002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты

СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах.

СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции.

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

## Содержание

РЕФЕРАТ .....	10
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	11
Введение.....	17
1 Обзор литературы .....	19
2 Объект исследования .....	20
2.1 Резервуар вертикальный стальной .....	22
2.1.1 Резервуары. Их классификация и назначение .....	22
2.1.2 Технические параметры .....	26
2.2.1 Кольцевые фундаменты .....	29
2.2.2 Свайные фундаменты .....	35
2.2.2.1 Традиционный подход к устройству свайных фундаментов .....	35
2.2.2.2 Фундаменты с забивкой свай под всем днищем и железобетонным ростверком.....	36
2.2.2.3 Фундаменты с забивкой свай под всем днищем и железобетонным ростверком.....	37
2.2.2.4 Кольцевой свайный фундамент.....	37
2.2.2.5 Кольцевой свайный фундамент со смещением .....	38
3. Методы ремонта свайных оснований .....	40
3.1 Усиление ростверков .....	40
3.2 Полная или частичная замена свай .....	41
3.3 Укрепление грунта при ремонте свайного основания .....	42
3.4 Способы усиления фундамента на сваях.....	42
4. Метод конечных элементов к применению основания и фундамента РВС .....	44
4.1 Суть метода КЭ .....	44
4.2 Основы МКЭ .....	45
4.3 Аппроксимация КЭ .....	47
4.4 Перенос нагрузки в узлы.....	48
4.5 Порядок расчета МКЭ .....	49

					Оглавление	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

5. Расчетная часть.....	51
5.1 Обоснование расчета .....	51
5.1.1 Исходные данные к расчету.....	51
5.1.2 Моделирование конструкции .....	53
5.2 Расчет эффективных свойств железобетона .....	55
5.3 Расчет несущей способности свай по грунту.....	56
5.4 Расчет 3D модели конструкции в ANSYS.....	58
5.4.1 Расчет конструкции. Свайное основание в норме.....	59
5.4.2 Расчет конструкции. Сваи 1, 2, 3 исключены из расчета. ....	61
5.4.3 Расчет конструкции. Ремонт свай № 2 .....	64
5.4.4 Расчет конструкции. Ремонт свай № 1, 3 .....	66
5.5 Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации ...	68
6. Финансовый менеджмент.	
Ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	70
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	70
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	70
6.1.3 SWOT –анализ .....	73
6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	77
6.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	82
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	82
6.2.2 Разработка графика проведения научного исследования .....	83
6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	88
6.3.1 Расчет материальных затрат .....	88
6.3.2 Затраты на специальное оборудование для научных работ .....	88
6.3.3 Основная заработная плата исполнителей системы.....	89
6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей системы.....	91
6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	92
6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	94

6.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта.....	94
7 Социальная ответственность. Введение .....	98
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	99
7.2 Производственная безопасность .....	101
7.3 Экологическая безопасность.....	108
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	111
Заключение .....	115
Список использованной литературы .....	117

## Введение

Своё широкое применение в нефтегазовой отрасли нашли стальные вертикальные резервуары (далее-РВС). Резервуары являются многофункциональным сооружением, которое осуществляет приём, хранение и учет нефтепродуктов. Несмотря на то, что сохраняются всевозможные меры предосторожности, которые направлены на предупреждение чрезвычайных ситуаций в резервуарных парках, сохраняются риски возникновения дефектного основания. Основание и фундаменты в процессе эксплуатации подвергаются ряду негативных факторов, которые приводят к их значительному износу. В виду особой подвижности нефти и ее продуктов переработки, возможно обширное загрязнение почвы, зоны аэрации и грунтовых вод. Из-за больших размеров и высокой вероятности возникновения пожаров и взрывов, резервуары являются особо опасными объектами. Надежность нефтепроводной системы напрямую связана с надежностью резервуаров. Необходима полная диагностика состояния, а также анализ и устранение различных деформаций оснований и фундаментов резервуаров вертикальных стальных для обеспечения безаварийной работы. Основополагающей задачей является безопасная эксплуатация РВС с поврежденным основанием, которые находятся в эксплуатации.

					<i>Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ахметшин Р.Р</i>			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Валитова Е.Ю.</i>					17	120
<i>Консульт.</i>						<i>ТПУ гр. 2Б7Б</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что как правило в регионах вечной мерзлоты и в болотистых местностях резервуары вертикальные стальные устанавливают на свайном основании, вследствие экстремальных условий эксплуатации свайные основания подвержены воздействиям, вызывающим повреждения.

Цель выпускной квалификационной работы: разработать мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным свайным основанием.

Основные задачи исследования:

- 1) выполнить литературный обзор по теме выпускной квалификационной работы;
- 2) выявить конструктивные особенности основания и фундамента резервуара вертикального стального типа РВС;
- 3) разработать трехмерную модель свайного основания и фундамента для расчета МКЭ;
- 4) произвести технологические расчеты на прочность основания и фундамента на стадии эксплуатации объекта;
- 5) разработать рекомендации по организации мероприятий по ремонту свайного основания и фундамента.

Объект исследования – поврежденное свайное основание со смещением фундаментной плиты резервуара вертикального стального типа РВС объемом 2000 м<sup>3</sup>.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

## 1 Обзор литературы

В основу написания выпускной квалификационной работы были положены нормативные документы, отраслевые регламенты, ГОСТы и своды правил, которые четко регламентируют работу при строительстве, монтаже и эксплуатации резервуаров вертикальных стальных их конструктивных особенностей, в зависимости от геологических условий. Общие вопросы по классификации, техническим характеристикам, конструктивным особенностям, проектированию, сроку службы и многим другим основным ключевым вопросам в области резервуаростроения обозначены ГОСТ [1,2], которые в данной квалификационной работе раскрыты. Изучены различные нормативные документы в области охраны окружающей среды, техники безопасности при строительстве, монтаже и других работах во время нахождения на строительной площадке при сооружение резервуара. При рассмотрении метода конечных элементов были использованы основные ключевые определения.

					<i>Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ахметшин Р.Р</i>			<i>Обзор литературы</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Валитова Е.Ю.</i>					19	120
<i>Консульт.</i>						<i>ТПУ гр. 2Б7Б</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

## 2 Объект исследования

Объект исследования – поврежденное свайное основание со смещением фундаментной плиты резервуара вертикального стального типа РВС объемом 2000 м<sup>3</sup>.

Размеры основных элементов конструкции:

$h$  – высота,  $a$  – длина,  $b$  – ширина,  $D$  – диаметр,  $n$  – количество.

Свайный оголовок:  $h = 200$  мм,  $a = 400$  мм,  $b = 400$  мм,  $n = 40$ ;

Свая:  $h = 5000$  мм,  $a = 200$  мм,  $b = 200$  мм,  $n = 40$ ;

Фундаментное кольцо:  $D_1 = 15200$  мм,  $D_2 = 13180$  мм,  $h = 300$  мм,  $n = 1$ ;

Фундаментная плита:  $D = 15200$  мм,  $h = 400$  мм,  $n = 1$ ;

Масса наполненного РВС:

Площадка на крыше – 2153 кг,

Крыша – 12729 кг,

Стенка – 24909 кг,

Днище – 8811 кг,

Вода – 20000000 кг.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием			
Разраб.		Ахметшин Р.Р.			Объект исследования	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Валитова Е.Ю.					20	120
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

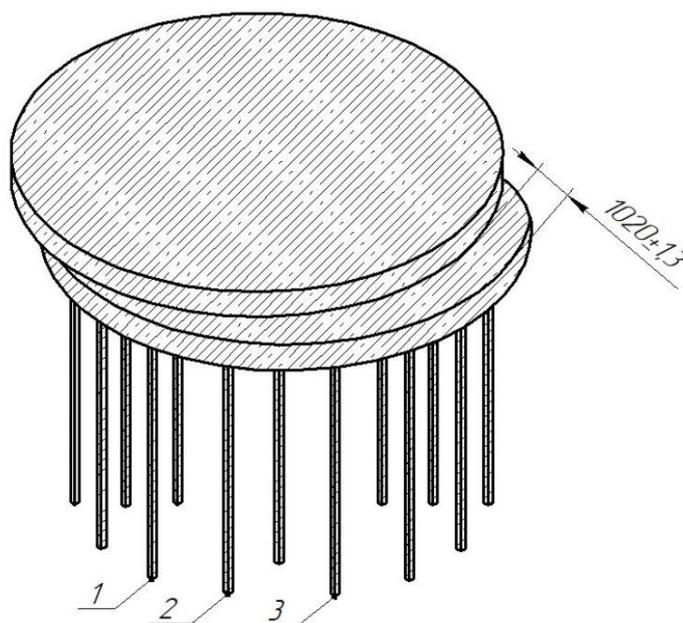


Рисунок 1 – Обозначение разрушенных свай

Сваи под номером 1, 2, 3 – разрушены, смещение плиты составляет 1020 мм.

Вертикальные цилиндрические резервуары РВС-2000 м<sup>3</sup> преимущественно используются в нашей стране предприятиями нефтяной и нефтеперерабатывающей отрасли для приема, хранения и выдачи сырой нефти и различных нефтепродуктов. Это наиболее практичный вид наземных резервуаров, подходящий для:

- любых светлых и темных нефтепродуктов (бензин, керосин, дизельное топливо, битум, мазут и т.д.);
- различных продуктов химической промышленности (ацетоны, кислоты, спирты, мономеры, их циклические производные, аммиачная вода и др.);
- хранения воды в качестве пожарных резервуаров (противопожарного запаса).

					Объект исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

## 2.1 Резервуар вертикальный стальной

### 2.1.1 Резервуары. Их классификация и назначение

Для хранения нефти и нефтепродуктов используются различные виды резервуаров. Резервуар – это емкость, предназначенная для хранения, приема, откачки, и измерения хранимого продукта. В зависимости от функционала и назначения объекта, на котором используются резервуары, в производственных процессах могут использоваться различные их виды и модификации отличные:

- по виду расположения;
- по объёму;
- по материалу изготовления;
- по месторасположению;
- по виду назначения;
- по методам изготовления;
- по классу опасности.

Резервуары могут быть: цилиндрические, изотермические и баки аккумуляторы.

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

					Объект исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Наземными называют резервуары, у которых днище находится на одном уровне или выше минимальной планировочной отметки прилегающей площадки в пределах 3 м от стенки резервуара. В районах Крайнего Севера с вечной мерзлотой практикуется установка резервуаров на свайных основаниях.

Наиболее распространены, как у нас в стране, так и за рубежом, стальные резервуары.



Рисунок 1(а) – Резервуар вертикальный стальной

В зависимости от назначения резервуары подразделяются на группы. К первой группе относятся резервуары, предназначенные для хранения жидкостей при избыточном давлении до 0,07 МПа включительно и температуре до 120°C. Ко второй группе относятся резервуары, работающие под давлением более 0,07 МПа. [2]

					Объект исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Вертикальные стальные резервуары изготавливают внутренним объёмом 100 - 120 000 м<sup>3</sup>, при необходимости их объединяют в группу резервуаров, сосредоточенных в одном месте, его называют резервуарным парке.

РВС предназначены для следующих условий эксплуатации:

- приём, хранение, выдача и учёт (количественный и качественный) нефтесодержащих стоков, нефти и нефтепродуктов;
- хранение и отстой пластовой воды и механических примесей;
- хранение пожарной или питьевой воды;
- хранение жидких пищевых (при условии обеспечения санитарногигиенических норм), агрессивных химических продуктов, минеральных удобрений;
- смешение нефти и нефтепродуктов;
- и другие технологические процессы добычи, транспорта и хранения.

Также используются РВС изотермические для хранения сжиженных газов; баки-аккумуляторы – для горячей воды.

При строительстве РВС существуют несколько методов изготовления и монтажа листовых металлоконструкций:

- в рулонном исполнении – резервуары рулонной сборки, для которых листовые конструкции стенки, днища, понтона и крыш (стационарной, плавающей) изготавливаются и монтируются в виде рулонизируемых полотнищ;
- в полистовом исполнении – резервуары полистовой сборки, изготовление и монтаж всех листовых конструкций которых ведётся из отдельных листов;

					Объект исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- комбинированном исполнении – резервуары комбинированной сборки, стенки которых изготавливаются и монтируются из отдельных листов, а листовые конструкции днища, стационарной крыши, плавающей крыши или понтона (все или некоторые из них) – в виде рулонизируемых полотнищ.

В зависимости от объема резервуарам присваивается класс опасности:

- класс I - резервуары объемом более 50000 м<sup>3</sup> ;
- класс II – резервуары объемом 20000 – 50000 м<sup>3</sup> включительно, также резервуары объемом 10000 – 50000 м<sup>3</sup> включительно, расположенные непосредственно по берегам рек, крупных водоёмов и в черте городской застройки;
- класс III – резервуары объемом 1000 - менее 20000 м<sup>3</sup> ;
- класс IV – резервуары объемом менее 1000 м<sup>3</sup> .

Резервуары I-го и II-го класса опасности нельзя изготавливать и монтировать методом рулонной сборки.

Также класс опасности присваивается в зависимости от назначения резервуаров. Учитываются:

- требования к материалам;
- методы изготовления;
- объема контроля качества;
- коэффициенты надежности по ответственности.

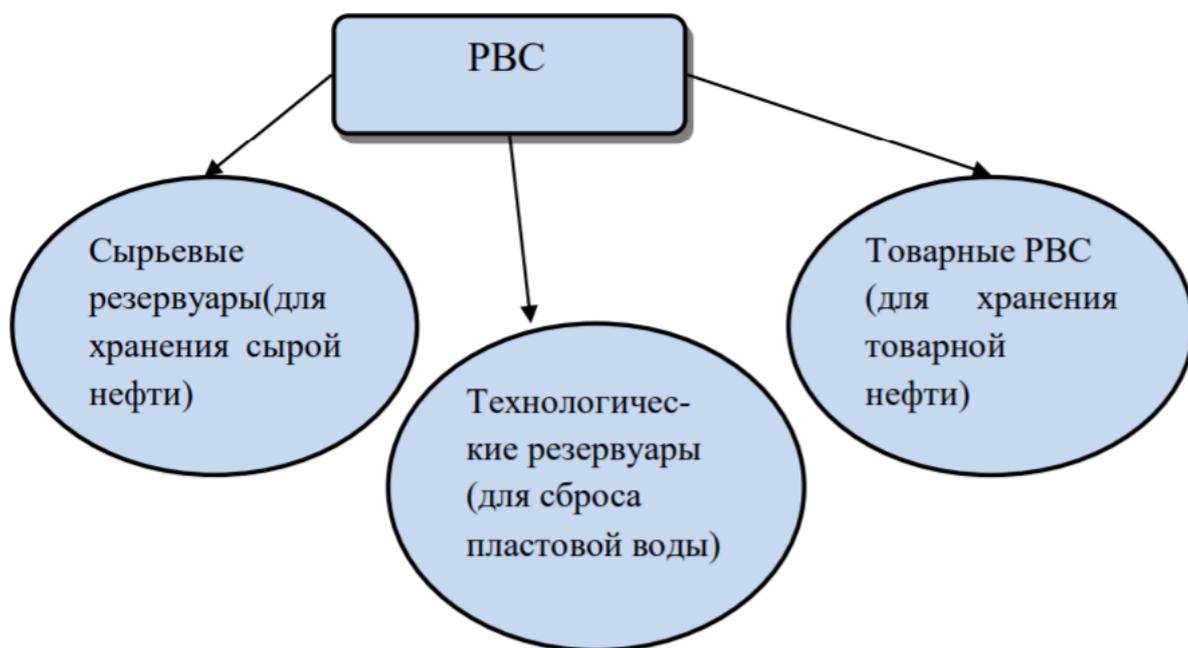
Кроме того, резервуары могут классифицироваться по методам использования.

					Объект исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Конструкция резервуара такова, что он состоит из поясов. Количество поясов зависит от объема и, как следствие, высоты резервуара.

Существует несколько вариантов изготовления поясов:

- пояса свариваются ступенчато;
- привариваются встык;
- изготавливаются телескопически



### 2.1.2 Технические параметры

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

Общий срок службы резервуара – назначенный срок безопасной эксплуатации, в течение которого резервуар не достигнет предельного состояния с вероятностью  $\gamma$  при выполнении необходимого регламента обслуживания и ремонтов.

Расчётный срок службы резервуара – срок безопасной эксплуатации до очередного диагностирования или ремонта, в течение которого резервуар не достигнет предельного состояния с вероятностью  $\gamma$ .

Типы резервуаров по конструктивным особенностям: [2]

- вертикальные цилиндрические резервуары РВС со стационарной конической или сферической крышей вместимостью до 20000 м<sup>3</sup> (при хранении ЛВЖ) и до 50000 м<sup>3</sup> (при хранении ГЖ);
- резервуары вертикальные цилиндрические со стационарной крышей и плавающим понтоном вместимостью до 50000 м<sup>3</sup> ;
- резервуары вертикальные цилиндрические с плавающей крышей вместимостью до 120000 м<sup>3</sup> .

Понтон или плавающая крыша – это плавающее покрытие, находящееся внутри резервуара на поверхности жидкости, предназначенное для уменьшения потерь продуктов от испарений, улучшения экологической и пожарной безопасности при хранении.

Тип резервуара зависит от классификации нефти и нефтепродуктов по температуре, вспышки и давлению насыщенных паров при температуре хранения: – с температурой вспышки не более 61° С, с давлением насыщенных паров 26,6 кПа (200 мм рт. ст.) – 93,3 кПа (700 мм рт. ст.) (нефть, бензины, авиационный керосин, реактивное топливо) применяют:

- резервуары со стационарной крышей и понтоном или с плавающей крышей;
- резервуары со стационарной крышей без понтона, оборудованные ГО и УФЛ;

					Технические параметры	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

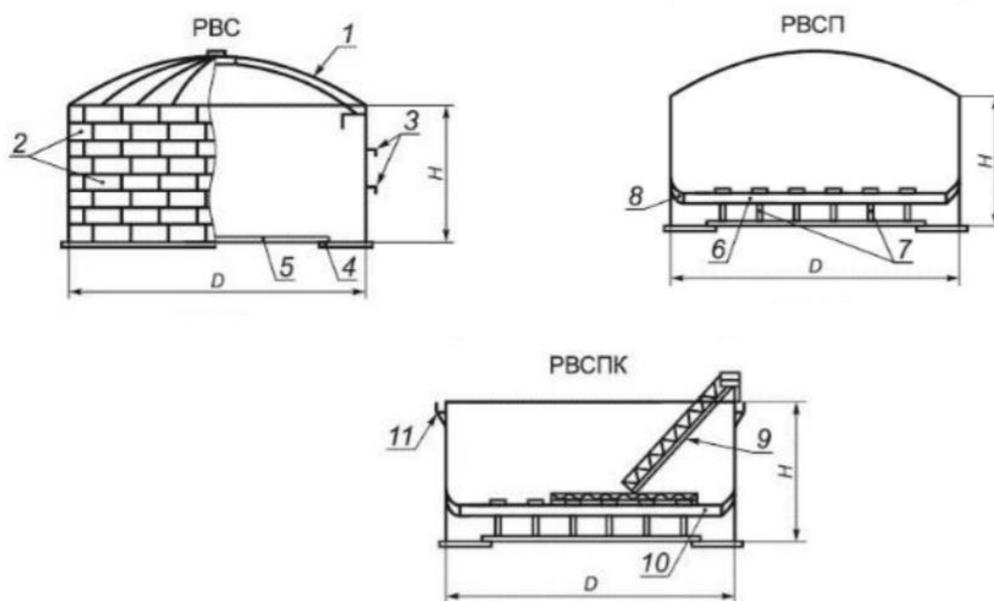


Рисунок 2 – Виды резервуаров по типу конструкции

1 - каркас крыши; 2 - пояса стенки; 3 - промежуточные кольца жесткости; 4 - кольцо окраек; 5 - центральная часть днища; 6 - понтон; 7 - опорные стойки; 8 - уплотняющий затвор; 9 - катушечная лестница; 10 - плавающая крыша; 11 - верхнее кольцо жесткости (площадка обслуживания)

					Технические параметры	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

## 2.2 Виды фундаментов под РВС

Основание стоит рассматривать совместно с проектируемым сооружением, так как под воздействием веса сооружения и других всевозможных эксплуатационных воздействий грунты основания испытывают дополнительное давление, деформируются (уплотняются, оседают) и в свою очередь оказывают воздействие на сооружение.

### 2.2.1 Кольцевые фундаменты

В сочетании с подсыпкой на основание часто практикуется фундамент под стенку. Так, в соответствии с ГОСТ 52910-2008 «...в качестве фундамента резервуара может быть использована грунтовая подушка (с железобетонным кольцом под стенкой и без него. Для резервуаров объемом 2000 м<sup>3</sup> и более под стенкой резервуара устанавливают железобетонное фундаментное кольцо шириной не менее 0,8 м для резервуаров объемом не более 3000 м<sup>3</sup> и не менее 1,0 м – для резервуаров объемом более 3000 м<sup>3</sup>. Толщина кольца принимается не менее 0,3 м. [3]

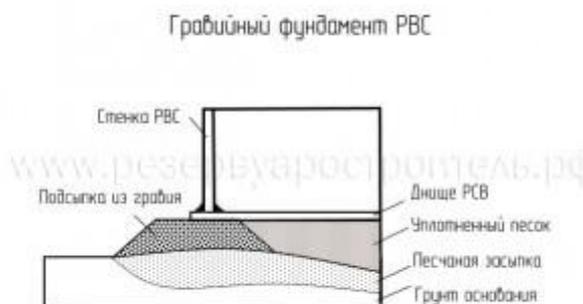


Рисунок 3 (а) – Гравийный фундамент РВС

					Виды фундаментов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Гравийный фундамент РВС

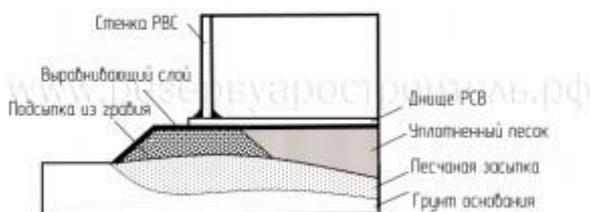


Рисунок 3 (б) – Гравийный фундамент РВС

Фундамент РВС в форме железобетонного кольца

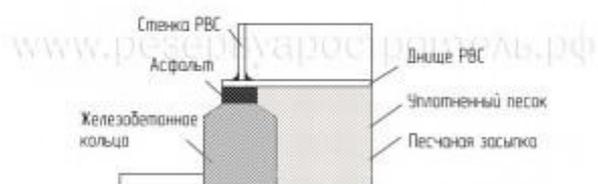


Рисунок 3 (в) – Фундамент РВС в форме железобетонного кольца

Фундамент РВС в виде подпорной стенки

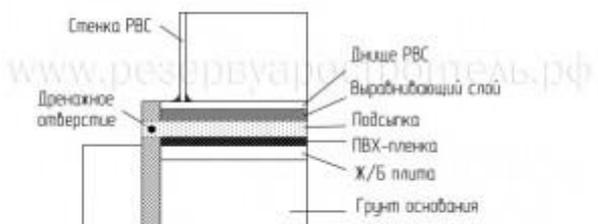


Рисунок 3 (г) – Фундамент РВС в виде подпорной стенки

При этом, исходя из практического опыта, такая конструкция фундамента обеспечивает устойчивость только прифундаментного слоя (подсыпки), практически не увеличивая жесткости узла сопряжения днища со

					Виды фундаментов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

стенкой. Также данная конструкция не влияет на неравномерность осадки основания резервуара.

В определенных условиях эффективен фундамент в виде кольцевой стенки, которая, прорезая слабые верхние слои грунта основания, может передать нагрузку на подстилающие плотные слои.

Также по требованию СП [4] для площадок строительства с расчетной сейсмичностью 7 баллов и более фундаментное кольцо устраивают для всех резервуаров, независимо от объема, шириной не менее 1,5 м, а толщину кольца принимают не менее 0,4 м.

Фундаментное кольцо рассчитывают на основное, а для площадок строительства с сейсмичностью 7 баллов и более – также на особое сочетание нагрузок.

Существует практика совместно с подсыпками использовать кольцевые фундаменты из гравия или щебня, железобетонные кольцевые фундаменты, расположенные непосредственно под стенкой, а также фундаменты в виде железобетонной подпорной стенки, находящейся за пределами резервуара (рис. 3 г).

При устройстве кольца в виде подпорной стенки подсыпка выполняется из песчанно-гравийной смеси или гравия.

Железобетонные фундаменты выполняют из монолитного железобетона, а поперечному сечению придают прямоугольную форму.

Также практикуется конструкция фундамента резервуара на естественном основании со щебеночным кольцом под стенкой. Такой фундамент эффективен при ожидаемой осадке не более 15 см. Его особенность состоит в том, что непосредственно под стенкой используется не песок, а

					<i>Виды фундаментов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

щебень для создания щебеночной или гравийной насыпи высотой не менее 60 см, шириной по верху 1-2 м. (См. рис. 4).

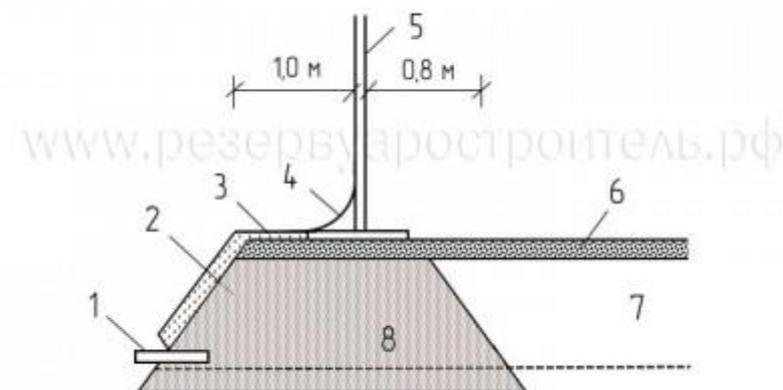


Рисунок 4 (а). Подушка из щебня под стенкой РВС

Щебень укладывают слоями по 20 см и тщательно трамбуют. Непосредственно под днищем по всей его плоскости устраивают щебеночный слой (6) толщиной не менее 10 см и дополнительно закладывают дренажные трубки диаметром около 9 см.

Для широких резервуаров применяют следующие конструкции: под днищем устанавливают песчаный фундамент-подсыпку, а под стенкой – либо железобетонный, либо щебеночный кольцевой фундамент (в зависимости от грунтовых условий)

Подсыпку под стенку с внешней стороны фундамента устанавливают с пологим откосом 1:5, который в нижней части поддерживается подпорной стенкой.

					Виды фундаментов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Насыпь оборудуют дренажными трубками и защищают асфальтовым покрытием.

Между днищем и железобетонной поверхностью железобетонного кольцевого фундамента имеется амортизационный асфальтовый слой толщиной не менее 20 см.

Для больших резервуаров с целью повышения безопасности постоянно разрабатываются дополнительные меры укрепления фундамента.



Рисунок 4 (б) – Железобетонный кольцевой фундамент под стенку РВС



Рисунок 4 (в) – Щебеночный кольцевой фундамент под стенку РВС

					Виды фундаментов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Песчано-гравийную подушку покрывают смесью песка, щебня, асфальтовой эмульсии и цемента, затем уплотняют укатыванием. Получившаяся поверхность, в результате, снимает часть нагрузки с подушки и передает ее на железобетонное кольцо.

Также устраивают фундаменты в виде железобетонных плит. В этих случаях резервуар опираются на железобетонную плиту, установленную либо на поверхности основания, либо ниже планировочной отметки. Железобетонная стенка по периметру плиты заглубляется ниже ее подошвы и служит для снижения бокового перемещения грунта.[3]

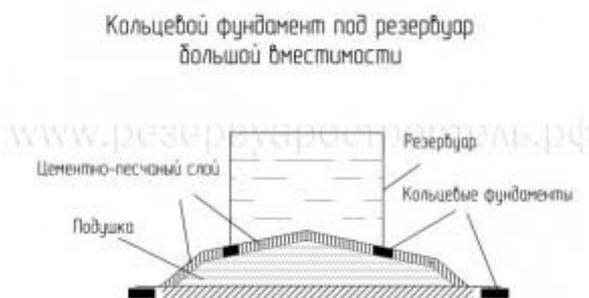


Рисунок 4 (г) – Кольцевой фундамент под резервуар



Рисунок 4 (д) – Плитный фундамент под резервуар большой  
вместимости

					Виды фундаментов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

## 2.2.2 Свайные фундаменты

### 2.2.2.1 Традиционный подход к устройству свайных фундаментов

Такой тип фундамента достаточно часто применяется на площадках, сложенных слабыми грунтами. Опыт строительства других промышленных и гражданских объектов показывает, что при помощи свай во многих случаях удается добиться допустимого уровня осадки сооружения.[5]

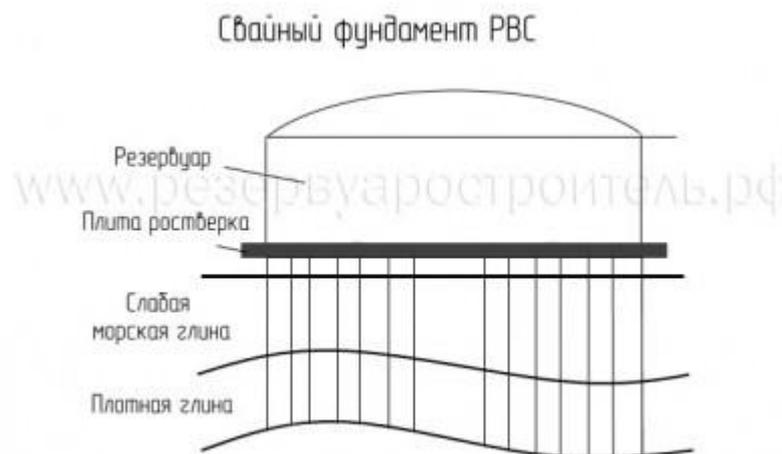


Рисунок 5 – Свайный фундамент РВС

Однако опыт устройства свайных фундаментов в резервуаростроении показывает, что не всегда удается добиться желаемого результата. При этом данный тип фундамента весьма затратен и, по уровню капиталовложений, приближается к стоимости самих металлоконструкций.

Неоднократно зафиксированы случаи, когда при гидроиспытаниях смонтированного на свайном фундаменте резервуара осадка его основания превышала проектную и составляла до половины величины осадки, предусмотренной на весь срок службы резервуара.

Неэффективность применения свайных фундаментов в резервуаростроении может быть объяснена тем обстоятельством, что при больших размерах фундаментов в плане сваи, длина которых составляет

					Виды фундаментов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

обычно 0,25 диаметра резервуара и менее, оказываются в зоне действия наибольших вертикальных напряжений в основании резервуара. Поэтому некоторое уменьшение напряжений за счет увеличения глубины заложения условного фундамента мало сказывается на осадке такого фундамента.

Применение свайных фундаментов может оказаться даже опасным в тех случаях, когда на больших глубинах в основании резервуаров находятся слои более сжимаемых грунтов. Обнаружить такие слои

не всегда возможно из-за технических трудностей, связанных с бурением и отбором образцов грунта с больших глубин.

Обычно специалисты полагают, что свайный фундамент с монолитным ростверком представляет собой довольно жесткую конструкцию. Данные, полученные в результате наблюдения за осадками резервуаров на свайных фундаментах, убедительно опровергают такую точку зрения.

#### **2.2.2.2 Фундаменты с забивкой свай под всем днищем и железобетонным ростверком**

Многолетней практикой строительства резервуаров на слабых водонасыщенных грунтах выработано несколько эффективных мероприятий по подготовке будущих оснований к строительству. Основная цель этих мероприятий – уплотнение слабых грунтов до начала строительства с целью улучшения их физико-механических характеристик.

Для этих целей используются призматические забивные сваи различной длины и сечения в сочетании с ростверками и плитами. При этом сваи, как правило, забиваются под всем днищем в виде сплошного свайного поля с расстоянием между сваями 1 м.[5]

Фундаменты с забивкой свай под всем днищем и промежуточной подушкой

					<i>Виды фундаментов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

Также применяются фундаменты, в которых вместо железобетонного покрытия служит слой щебня или гранулированного материала, положенный поверх свай.

### **2.2.2.3 Фундаменты с забивкой свай под всем днищем и железобетонным ростверком**

Многолетней практикой строительства резервуаров на слабых водонасыщенных грунтах выработано несколько эффективных мероприятий по подготовке будущих оснований к строительству. Основная цель этих мероприятий – уплотнение слабых грунтов до начала строительства с целью улучшения их физико-механических характеристик.

Для этих целей используются призматические забивные сваи различной длины и сечения в сочетании с ростверками и плитами. При этом сваи, как правило, забиваются под всем днищем в виде сплошного свайного поля с расстоянием между сваями 1 м.

Фундаменты с забивкой свай под всем днищем и промежуточной подушкой

Также применяются фундаменты, в которых вместо железобетонного покрытия служит слой щебня или гранулированного материала, положенный поверх свай.

### **2.2.2.4 Кольцевой свайный фундамент**

Также эффективным решением для устройства фундамента резервуаров на площадках со слабыми грунтами является кольцевой свайный фундамент. На рис. 8 показан его узел и общий вид.

Кольцевой монолитный железобетонный фундамент, воспринимающий нагрузку от стенки резервуара и передает эту нагрузку на плотные малосжимаемые грунты через [5]:

					<i>Виды фундаментов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

щебеночную подушку,

бетонную подготовку,

монолитный железобетонный ростверк,

жестко заделанные в нем сваи расположенные в два ряда

Такой конструкцией достигается уменьшение неравномерности осадки основания под стенкой резервуара.

### **2.2.2.5 Кольцевой свайный фундамент со смещением**

Как усовершенствованный вариант кольцевого свайного фундамента применяется смещенный фундамент под резервуары.

Часто одним из решений проблемы осадок резервуара является смещение монолитного железобетонного кольца и кольцевого свайного фундамента относительно стенки резервуара. Величины, на которые осуществляется смещение определяются в зависимости от локальных характеристик грунтового основания, нагрузок от конструкции и количества рядов свай в ростверке

В результате такого решения могут быть существенно снижены неравномерности осадок по периметру емкости и всего сооружения в целом в период его эксплуатации.

Работа по возведению такого фундамента осуществляется следующим образом: производится планировка грунтового основания, затем забиваются сваи до проектной отметки, расположение которых определяются в зависимости от локальных характеристик грунтового основания, нагрузок от конструкции и количества рядов свай в ростверке. По оголовкам свай устраивается монолитный железобетонный кольцевой ростверк, производится отсыпка щебеночной подушки, поверх которой бетонируется монолитное

					<i>Виды фундаментов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

железобетонное кольцо. Выполняются планировка и отсыпка песчаной подушки под днище емкости, после чего осуществляется монтаж металлических конструкций резервуара.[5]

					<i>Виды фундаментов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

### 3. Методы ремонта свайных оснований

Укреплять свайную основу РВСа, необходимо там, где она просела.

Есть несколько способов выполнить ремонт фундамента. Каждый из них разработан для определенного вида здания с учетом типа почвы, на которой оно расположено. Конечно, лучше всего провести работы по ремонту основы зданий еще на этапе строительства и разработать этот пункт при проектировании.

#### 3.1 Усиление ростверков

Усиливают ростверк здания, способом, который называется торкретирование. Это — нанесение цементного раствора под давлением на предварительно очищенную поверхность пескоструйным аппаратом или стальными щетками.

Для этого поверхность сначала тщательно продувают, после чего завершают процедуру, промывая подготовленную поверхность поданной под давлением водой. Затем крепят к анкерам металлическую сетку (размер ячеек 6-10 см). Для фиксации сетки можно применить вязальную проволоку.[6]

Нанесенный раствор, создав своего рода стяжку, защищает бетон от дальнейшего разрушения, сохраняя от разрушения и свайные конструкции, в том числе и при многочисленных трещинах. Чтобы усилить прочность защиты, стяжка может наноситься не в один слой, а в несколько так, чтобы она попадала в каждую трещину. При этом каждый последующий слой стяжки наносится после того, как предыдущий высохнет. Проводить этот вид работ лучше весной, чтобы за лето бетон полностью застыл и укрепился, а реконструируемое здание приобрело устойчивость и прочность. Стяжками можно укрепить бетонные опоры.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием		
Разраб.		Ахметшин Р.Р			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Валитова Е.Ю.				40	120
Консульт.					ТПУ гр. 257Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					

Если обследование выявило наличие серьезных повреждений железобетонного ростверка, понадобится провести более масштабную работу. Так, для заделки трещин понадобится нагнетать под давлением цементный раствор в каждую щель. Как усилить ленточный фундамент или основу на сваях, если в бетонных элементах появились пустоты? Чтобы добраться к пустотам, необходимо пробурить шпур диаметром от 40 до 80 мм. Количество отверстий зависит от величины пустоты – их должно быть столько, чтобы можно было полностью заполнить полость. После этого через инъекционные трубки внутрь пустот заливают раствор. Подают его под давлением в первую очередь более жидкую часть, а затем – густую.

### **3.2 Полная или частичная замена свай**

Иногда опоры под резервуаром настолько разрушены, что необходимо их заменить. Как делать демонтаж свайного фундамента, если, например, необходимо удаление свай под резервуарами и замена их новыми, то разбирать сооружение нет необходимости. Так, если произошла усадка и столбы полностью провалились, для укрепления фундамента резервуара вертикального стального можно нарастить оголовки каждой опоры. Оголовками называют торец опоры, который находится сверху, прямо под фундаментом РВСа. Нарастивать опоры можно при помощи оголения арматуры. К ней приваривается необходимой высоты элементы, устанавливается обрешетка и заливаются бетоном. Если столбы выдавило, удаляют оголовки, для чего излишнюю часть осторожно разрушают до нужной высоты, а затем срезают армирование.

					<i>Методы ремонта свайного основания</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

### 3.3 Укрепление грунта при ремонте свайного основания

Иногда ремонт свайного фундамента требует укрепление грунта.

Механическим способом:

Заполнить песком наклонные скважины или уплотнить грунт глубинным вибратором.

Армировать слой грунта.

Заняться снижением уровня грунтовых вод.

Термическим способом – пробурить скважины и сжечь в них топливо. Это гарантирует образование под РВС плотного грунтового столба в каждой скважине.[6]

Если в сооружении через несколько лет эксплуатации на фундаменте появились первые трещины, которые каждый год становятся больше, необходимо будет поступить по-другому – разобрать часть фундамента. Далее, для крупных сооружений нужно будет использовать более прочный материал, например, стальной прокат.

### 3.4 Способы усиления фундамента на сваях

Укрепление свайных фундамента возможно, если провести следующие мероприятия:

Использование железобетонных обойм. Если ростверк основания высокий, ствол является доступным. Появившиеся при усадке основания поперечные и продольные трещины на сваях будут быстро расширяться и здание со временем разрушится. Их укрепление при помощи железобетонных обойм не допустит появление новых трещин и расширение старых. Обойма – монолитная пустотелая конструкция. Ее длина равняется высоте сваи над поверхностью плюс 1 метр, на который ее нужно будет погрузить в почву. Это не допустит, чтобы основание просело, и РВС разрушился.

					<i>Методы ремонта свайного основания</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

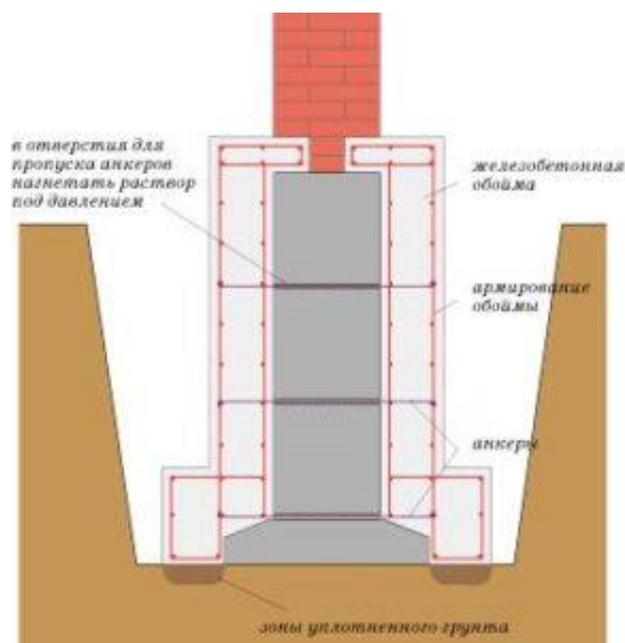


Рисунок 6 – Использование железобетонных обойм

Усиление свайного фундамента при реконструкции здания возможно и при помощи дополнительных свай. Используется данный метод в том случае, когда нагрузка на фундамент возрастает. Такое происходит, когда надстраивают сверху дополнительный этаж. Работы по усилению происходят так: вплотную к стволу в том месте, где просел фундамент, погружают забивную или буронабивную сваю. Если мероприятие проводится с использованием буронабивного элемента, рядом со стволом старой бурят несколько скважин. Их после монтажа скважины армируют и затем заливают бетоном. Используя данный метод при ремонте фундамента своими руками, можно работать не с каждой сваей, а через одну, две.[6]

Метод «рубашки». Как укрепить опору, если она полностью покрыта трещинами и появляются новые щели? Чтобы не допустить дальнейшей усадки, усиливают конструкцию так — вокруг опор, которые нужно укрепить, бурят скважины. Их размер должен быть от 5 до 8 см. Причем, рядом со сваями должна пройти хотя бы одна скважина. Затем внутрь подготовленных скважин нагнетают раствор цемента.[6]

## 4. Метод конечных элементов к применению основания и фундамента РВС

### 4.1 Суть метода КЭ

Современная вычислительная техника позволяет проводить расчеты сооружений с более подробным описанием их внутренней структуры и с более точным учетом действующих нагрузок. Для этого разработаны специальные методы расчета, среди которых наибольшее распространение получил метод конечных элементов (МКЭ).

Метод конечных элементов – это метод расчета сооружений, основанный на рассмотрении сооружения как совокупности типовых элементов, называемых конечными элементами (КЭ).

В дискретном методе мы рассмотрели три типовых стержневых элементов, которые используются и в МКЭ как конечные элементы. Например, ферменным (рис.7 а), а плоским стержневым конечным элементом (рис.7(б)). При расчете пространственных рам используется КЭ бруса (рис.7 в). В расчетах плоских тел (плит или пластин) используются треугольный (рис.7 г) или четырехугольный (рис.7 д) конечные элементы. При расчете пространственных сооружений могут использоваться призматический КЭ (рис. 7 е) или тетраэдральный КЭ (рис.7 ж) и др. Для расчета различных сооружений разработано множество других КЭ. [7]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием			
Разраб.		Ахметшин Р.Р.			Метод КЭ к применению основания и фундамента РВС	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Валитова Е.Ю.					44	120
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

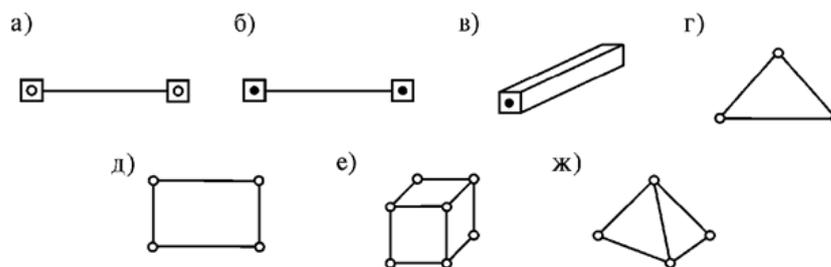


Рисунок 7 – Виды конечных элементов

МКЭ – дискретный метод. В этом методе сооружение делится на определенное число КЭ, соединенных между собой в узлах конечно-элементной модели. А нагрузка, действующая на сооружение, переносится в узлы. Это позволяет определять НДС сооружения через узловые усилия и перемещения конечно-элементной модели.

#### 4.2 Основы МКЭ

Деформируемое тело (конструкция) разбивается на конечные элементы (рис. 8). Конечные элементы могут иметь различную форму и различные размеры. В результате разбивки создаётся сетка из границ элементов. Пересечения этих границ образуют узлы. На границах и внутри элементов могут быть созданы дополнительные узловые точки. Ансамбль из всех конечных элементов и узлов является основой конечно-элементной модели деформируемого тела. Дискретная модель должна достаточно хорошо покрывать область исследуемого объекта.

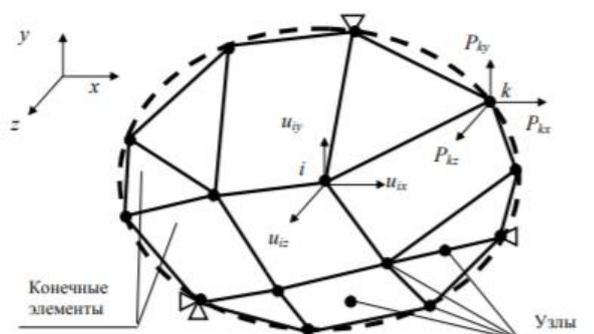


Рисунок 8 – Дискретная модель

Выбор типа, формы и размера конечного элемента (КЭ) зависит от вида напряжённо-деформированного состояния, формы и нагрузки исследуемого тела. Стержневой КЭ применяется для моделирования одноосного напряжённого состояния при растяжении-сжатии, а также в задачах о кручении или изгибе. Плоский (двумерный) КЭ в виде, например, треугольной или четырёхугольной пластины используется для моделирования плоского напряжённого или плоского деформированного состояния. Объёмный (трёхмерный) КЭ в виде, например, тетраэдра, шестигранника или призмы служит для анализа объёмного напряжённого состояния. КЭ в форме кольца применяется в случае осесимметричного напряжённого состояния. Для расчёта изгиба пластины берётся соответствующий плоский КЭ, а для расчёта оболочки используется оболочечный КЭ. В тех зонах деформируемого тела, где ожидаются большие градиенты напряжений, нужно применять более мелкие КЭ или элементы большего порядка.

Конечные элементы наделяются различными свойствами, которые задаются с помощью констант и выбора нужных математических соотношений. Например, для стержневого КЭ задаются константы  $k_{xy}, k_{yz}, k_{zx}$  и  $k_{xy}, k_{yz}, k_{zx}$ . Конечные элементы Узлы  $z, x, y$  (рис. 8). Конечно-элементная модель ферменного КЭ указывается площадь поперечного сечения, а если ферменный КЭ двумерный, то корректируется содержание соответствующих матриц. Задаваемые свойства материала КЭ должны отражать физические условия деформирования. Кроме упругих свойств – модуля упругости и коэффициента Пуассона, если необходимо, должны вводиться коэффициент теплового расширения, плотность и другие физические характеристики. [7]

Все элементы и узлы нумеруются. Нумерация узлов бывает общей (глобальной) для всей конечно-элементной модели и местной (локальной) внутри элементов. Нумерацию элементов и общую нумерацию узлов желательно производить так, чтобы трудоёмкость вычислений была

наименьшей. Существуют алгоритмы оптимизации этой нумерации. Должны быть определены массивы связей между номерами элементов и общими номерами узлов, а также между местными и общими номерами узлов.

### 4.3 Аппроксимация КЭ

Имея КЭ разного типа, при выборе конечно-элементной модели сооружения можно вводить узлы с разным числом степеней свободы. Например, в плоской системе могут рассматриваться узлы как с тремя степенями свободы (рис. 9 а), так и с двумя (рис. 9 б) или даже с одной степенью свободы. В первом случае учитываются два линейных (поступательных) и одно угловое перемещение узла, во втором – два линейных перемещения, а в третьем – лишь одно поступательное перемещение. В пространственной системе узлы могут иметь шесть (рис.9 в) или три степени свободы (рис.9 г).

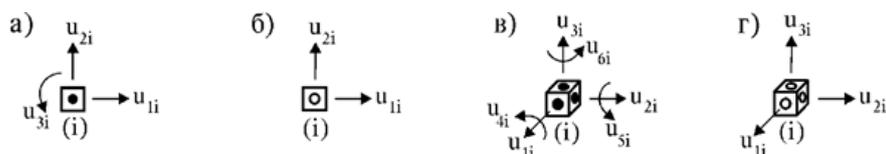


Рисунок 9 – Узлы с разным числом степеней свободы

Для упорядочения степеней свободы и соответствующих перемещений узлов КЭ все они нумеруются в определенном порядке и собираются в общий вектор перемещений  $u$ .

Чтобы воспользоваться принципом Лагранжа, вводятся так называемые координатные функции, аппроксимирующие непрерывное поле перемещений внутри КЭ через перемещения ее узлов:[7]

$$u = Ca \quad (1)$$

Здесь  $\tilde{u}$  – вектор перемещений внутренних точек КЭ,  $C$  – матрица координатных функций,  $\alpha$  – вектор коэффициентов. Элементы

матрицы  $C$  выбираются в виде полиномов, непрерывных внутри КЭ. Если в полиноме учитывается минимальное число членов, то такой КЭ называется симплекс-элементом. При учете большего числа членов полинома КЭ называется комплекс-элементом.

В качестве простейшего примера рассмотрим ферменный КЭ с узлами  $i$  и  $j$  (рис.10, а) в местной системе координат  $\tilde{x}$ . Его узлы имеют по одной поступательной степени свободы по оси  $\tilde{x}$  и соответствующие им узловые перемещения  $u_{1i}$  и  $u_{1j}$ . Допустим, что в узлах КЭ приложены силы  $P_{1i}$  и  $P_{1j}$  (рис. 10 б)

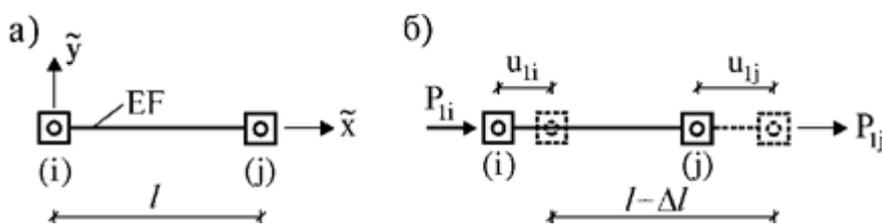


Рисунок 10 – Ферменный КЭ

#### 4.4 Перенос нагрузки в узлы

В расчетной модели сооружения по МКЭ нагрузка должна быть приложена только в узлах. Поэтому действующую на систему внеузловую нагрузку необходимо переносить в узлы.

Порядок переноса нагрузки в узлы расчетной модели в простых случаях остается таким же как и ранее. Например, в стержневых системах используется таблица метода перемещений.

Если к прямоугольному КЭ действует изменяющаяся по линейному закону распределенная нагрузка (рис.11 а), то узловые силы (рис.11 б) определяются по формулам [7]

$$P_k = \frac{l}{2} \left( \frac{2}{3} q_1 + \frac{1}{3} q_2 \right) \quad (2)$$

$$P_m = \frac{l}{2} \left( \frac{1}{3} q_1 + \frac{2}{3} q_2 \right) \quad (3)$$

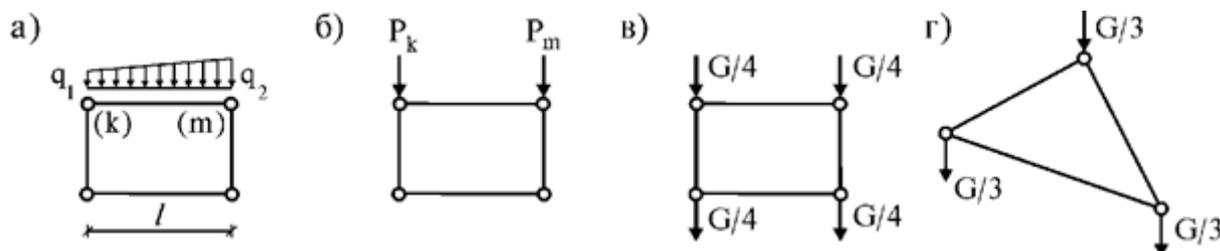


Рисунок 11 – Перенос нагрузки в узлы

При переносе объемной нагрузки, например собственного веса четырехугольного КЭ, в каждый узел нужно прикладывать четвертую часть его веса  $G$  (рис.11 в). При переносе собственного веса треугольного КЭ в каждый узел прикладывается его третья часть (рис.11 г).

В общем случае вектор узловой нагрузки определяется по формуле

$$P = \int_V H \cdot P \cdot dV \quad (4)$$

#### 4.5 Порядок расчета МКЭ

В настоящее время разработаны вычислительные комплексы, позволяющие рассчитывать на компьютере сложные и разнообразные сооружения на различные воздействия. К таким относятся расчетные комплексы NASTRAN, ANSYS, ЛИРА, СУМПАК и др.

Эти расчетные комплексы рассчитаны на использование мощных компьютеров, разнообразной вспомогательной аппаратуры, сложных компьютерных программ. Они состоят из трех основных частей:

1. Препроцессор – предназначен для подготовки и ввода исходных данных в компьютер. Используется для формирования расчетной модели сооружения (автоматического разбиения на КЭ по задаваемой сетке), определения координат узлов, геометрических и физических характеристик КЭов, проверки правильности и полноты исходных данных. Дает возможность обзора расчетной модели в разных ракурсах на мониторе.

2. Процессор – блок математического расчета МКЭ. Входящие в него компьютерные программы предназначены для: составления и решения разрешающего уравнения; вычисления перемещений и деформаций, внутренних усилий и напряжений; проверки на прочность и жесткость; решения задач динамики и устойчивости.

3. Постпроцессор – предназначен для обработки результатов расчета, представления их в виде эпюр, в удобной для анализа табличной, графической и анимационной формах.[7]

Алгоритм расчета сооружений МКЭ состоит из следующих основных этапов:

1. Выбор расчетной модели.
2. Перенос нагрузки в узлы.
3. Определение матриц жесткостей КЭов.
4. Перевод матриц жесткостей КЭов в общую систему координат.
5. Сборка глобальной матрицы жесткости К.
6. Учет граничных условий.
7. Решение разрешающего уравнения  $Ku=P$ .
8. Вычисление внутренних усилий.
9. Обработка результатов расчета.

## 5. Расчетная часть

### 5.1 Обоснование расчета

Несмотря на строгие нормы и правила проектирования, строительства и эксплуатации объектов хранения нефти в резервуарных парках случаются аварии вследствие эксплуатационных повреждений, а также вследствие изменения геологических свойств грунта. Технологический расчет позволяет показать обработку вычислений при определении деформации основания и фундамента резервуаров. Технологические расчеты на прочность свай основания, фундамента РВС позволяют доказательством того, что служат основой на стадии решения проблемы [9]. Суть расчета свайного основания и фундамента заключается в том, что мы определяем несущую способность свай по грунту, наделяем основание и фундамент приложенными нагрузками и проводим расчет, после чего проводим анализ свай сравнивая нагрузку на каждую сваю, они должны быть в допуске.

#### 5.1.1 Исходные данные к расчету

Необходимо произвести технологический расчет:

- определить максимальную деформацию свай основания подземного контура днища резервуара по заданным параметрам.

Согласно теме ВКР рассмотрим исключительно свайное основание и фундамент РВС, остальную массу которая оказывает нагрузку на основание посчитаем из типового проекта [17].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием</i>			
Разраб.		Ахметшин Р.Р			<b>Расчетная часть</b>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Валитова Е.Ю.					51	120
Консульт.						<b>ТПУ гр. 2Б7Б</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Таблица 1 – Основные размеры элементов конструкции

Элемент	Диаметр, мм.	Высота, мм.	Длина, мм.	Ширина, мм.	Количество, шт.
Фундаментная плита	15200	400	-	-	1
Фундаментное кольцо	15200	300	-	-	1
Сваи	-	5000	200	200	40
Свайные оголовки	-	200	400	400	40

Таблица 2 – Масса наполненного РВС

№ п/п	Элемент	Масса, кг
1	Площадка на крыше	2153
2	Крыша	12729
3	Стенка	24909
4	Днище	8811
5	Вода	2000000
Итого:		2048602

Объект исследования – поврежденное свайное основание со смещением фундаментной плиты резервуара вертикального стального типа РВС объемом 2000 м<sup>3</sup>.

Рассмотрим объект, у которого свайное основание повреждено, сваи под номером 1, 2, 3 вышли из строя, а монолитная железобетонная конструкция – фундаментная плита, имеет смещение – 1020 мм.

### 5.1.2 Моделирование конструкции

Согласно [17] моделируем свайное основание и фундамент резервуара вертикального стального. За основу берем резервуар вертикальный с поврежденным основанием и с дефектно установленной плитой, поскольку сам РВС нам не нужен создаем элементы конструкции в КОМПАС-3D.

Сперва моделируем сваи со свайными оголовками следующими размерами: свайный оголовок:  $h = 200$  мм,  $a = 400$  мм,  $b = 400$  мм,  $n = 40$ ; свая:  $h = 5000$  мм,  $a = 200$  мм,  $b = 200$  мм,  $n = 40$ ;

В разделе «деталь» в плоскости X в соответствии с размерами чертим свайный оголовок, далее функцией «элемент выдавливания» выдавливаем деталь, после чего в таком же порядке чертим сваю, на выходе получаем (рис. 12).

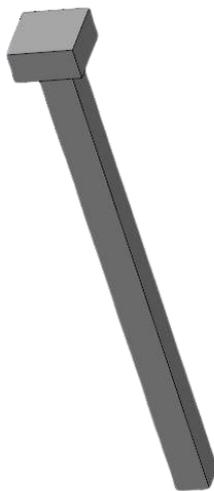


Рисунок 12 – Свая со свайным оголовком

Создаем следующий элемент конструкции – фундаментное кольцо с типовыми размерами:  $D_1 = 15200$  мм,  $D_2 = 13180$  мм,  $h = 300$  мм,  $n = 1$ ;

Чертим окружность с указанным диаметром  $D_1$ , после чего чертим окружность меньшим диаметром  $D_2$  по аналогии осуществляем выдавливание элементов. В итоге получаем (рис.13)

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

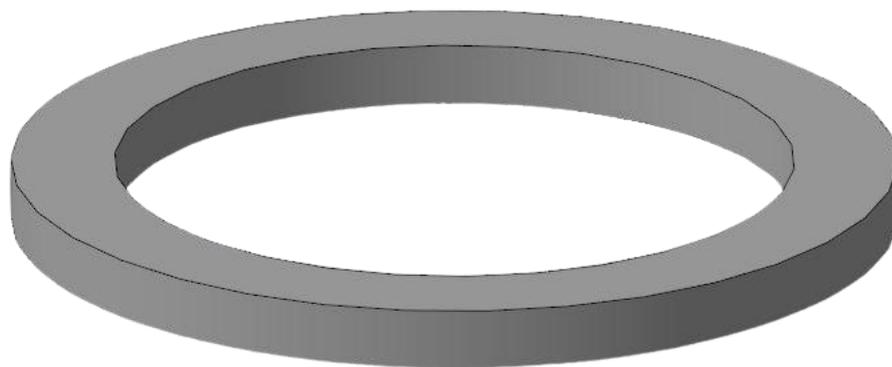


Рисунок 13 – Фундаментное кольцо

Моделируем завершающий элемент конструкции – фундаментная плита. Размеры:  $D = 15200$  мм,  $h = 400$  мм,  $n = 1$ ;

В плоскости  $X$  чертим окружность диаметром  $D$ , функцией выдавливания получаем следующий элемент (рис. 14)



Рисунок 14 – Фундаментная плита

Закрывающим этапом моделирования является – сборочная модель.

Выбираем вкладку «сборка» и добавляем ранее смоделированные модели, после чего нажимаем вкладку «сборка» - «совпадения» и получаем готовую сборочную модель (рис.15)

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

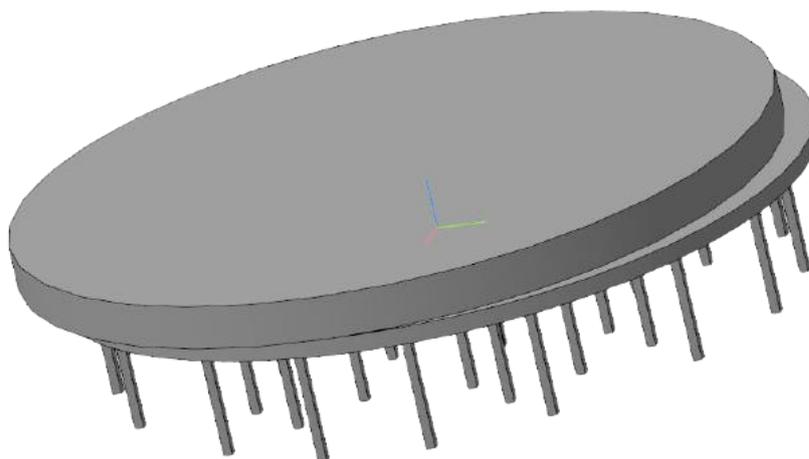


Рисунок 15 – Сборочная модель свайного основания и фундамента

## 5.2 Расчет эффективных свойств железобетона

Для того, чтобы корректно рассчитать нагрузку на сваи нам необходимо определить эффективные свойства железобетона элементов конструкции: фундаментной плиты, фундаментного кольца и свай.

Используя смесевую модель для определения эффективных свойств железобетона найден модуль Юнга для каждого элемента конструкции.

Здаем  $N$  и  $d$ , где  $N$  – количество стержней арматуры,  $d$  – диаметр арматуры;

Для начала найдем площадь арматуры по формуле:

$$S_a = N \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 0.002 \quad (5)$$

Находим размеры сечения:

$$S_s = 2 \cdot 0.3 = 0.6 \quad (6)$$

Коэффициент наполнения:

$$c = \frac{S_a}{S_s} = \frac{0.002}{0.6} = 0.004 \quad (7)$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Площадь бетона:

$$Sc = (1 - c) \cdot Ss = (1 - 0.004) \cdot 0.6 = 0.598 \quad (8)$$

Модуль Юнга железобетона определяем по смесевой модели:

$$E = E_a \cdot c + (1 - c) \cdot E_c \quad (9)$$

Модуль Юнга железобетона для плиты:

$$E = 2 \cdot 10^{11} \cdot 0.004 + (1 - 0.004) \cdot 3 \cdot 10^{10} = 3,07 \cdot 10^{10}$$

где,  $E_c = 3 \cdot 10^{10}$  – модуль Юнга для бетона [10],  $E_a = 2 \cdot 10^{11}$  – модуль Юнга для арматуры [11];

Определение эффективных свойств железобетона для свай основания и фундаментного кольца рассчитываем по аналогии.

### 5.3 Расчет несущей способности свай по грунту

Расчетные методы следует использовать для оценки несущей способности свай-стоек при проектировании сооружений всех уровней ответственности.

Расчетное сопротивление скального грунта для всех видов забивных свай, опирающихся на скальные и слабдеформируемые грунты, следует принимать 20000 кПа.

Площадь сваи:  $A = 0.2^2 = 0.04 \text{ м}^2$ ;

$K_s$  - коэффициент, учитывающий снижение прочности ввиду трещиноватости скальных грунтов, принимаемый по таблице 3, согласно СП 24.13330.2011

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Таблица 3 – Степень трещиноватости

Степень трещиноватости	Показатель качества породы RQD, %	Коэффициент снижения прочности $K_s$
Очень сильнотрещиноватые	0-25	0,05-0,15

Находим несущую способность трещиноватого грунта по формуле:

$$R = R_c \cdot K_s \quad (10)$$

где -  $R_c = 20000$  кПа – несущая способность скального грунта,  $K_s = 0,1$  – коэффициент снижения прочности,

$$R = 20000000 \cdot 0,1 = 2 \cdot 10^6 \quad (11)$$

Несущая способность трещиноватого грунта нам необходима для расчета предельной нагрузки на сваю:

$$F = R \cdot A = 2 \cdot 10^6 \cdot 0,04 = 8 \cdot 10^4 \quad (12)$$

где -  $R = 2 \cdot 10^6$  Па – несущая способность скального грунта,  $A = 0,04$  – площадь сваи;

Тем самым, мы нашли предельную нагрузку на сваю с заданными характеристиками, данный параметр нам понадобится для выявления дефектных свай в модели конструкции.

## 5.4 Расчет 3D модели конструкции в ANSYS

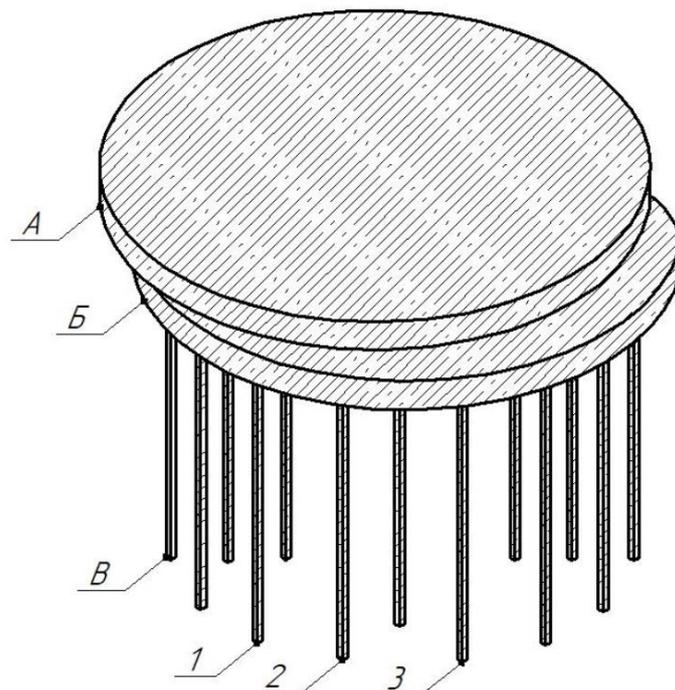


Рисунок 16 – Расчетная схема свайного основания и фундамента

А – фундаментная плита, Б – фундаментное кольцо, В – сваи; 1, 2, 3 – разрушенные сваи

После того, как мы смоделировали конструкцию, и нашли необходимые параметры проводим расчет в программе ANSYS.

Получаем конечно-элементную модель (рис. 17), количество узлов составляет – 12759 шт., а количество элементов – 4356 шт. Фундаментная плита и кольцо состоят из гексаэдральных элементов, а сваи из тетраэдральных элементов.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

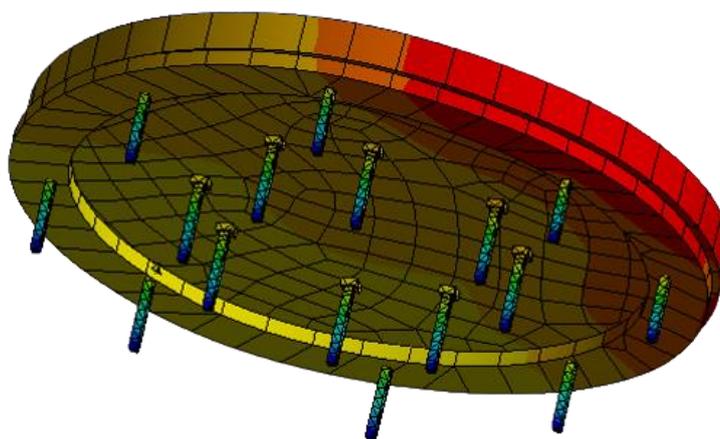


Рисунок 17 – Конечно-элементная модель

На конструкцию подаем нагрузку в виде суммарной массы РВС и его наполнения (табл. 2).

#### 5.4.1 Расчет конструкции. Свайное основание в норме

Задаем проектные параметры использования РВС, под действием приложенной внешней силы в конструкции появляются внутренние напряжения, которые в свою очередь находятся в допуске, а именно напряжения свай из (табл. 4) не больше рассчитанной предельной нагрузки на сваю, равновесие выполняется:

$$F_{\text{свай}} < F_{\text{рассч.}} = 80000 \text{ Н}$$

Таблица 4. Расчетные нагрузки на сваи. Свайное основание в норме.

№ сваи	Нагрузка
1	59587
2	58149
3	60529
4	55700
5	51710
6	53424
7	51425

Продолжение таблицы 4

8	52674
9	59109
10	56052
11	49079
12	49746
13	51257
14	49248
15	48276
16	48262
17	48949
18	51428
19	47517
20	47627
21	48034
22	49266
23	52134
24	48744
25	47745
26	47523
27	47113
28	47279
29	49248
30	47868
31	46811
32	46735
33	46005
34	46063
35	45720
36	46839
37	45999
38	45987

					<i>Расчетная часть</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

Продолжение таблицы 4

39	46451
40	48688

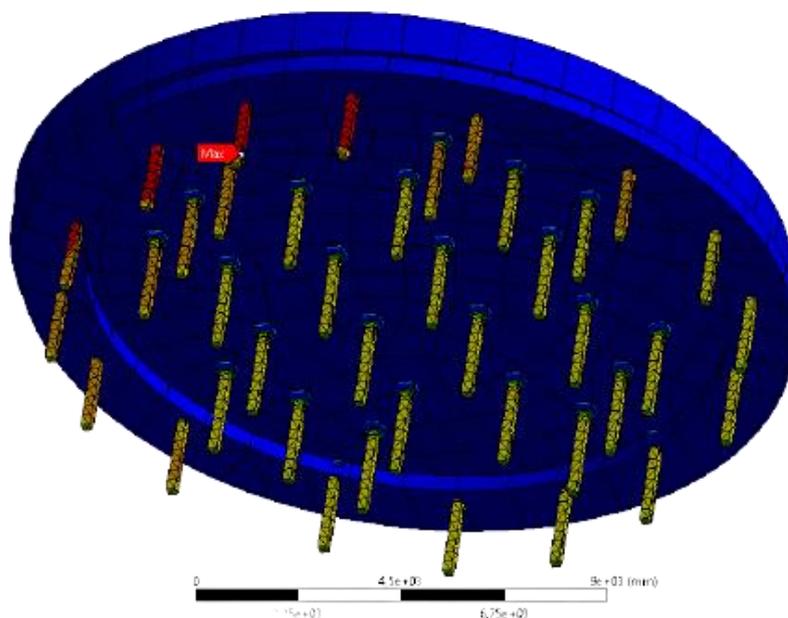


Рисунок 18 – Трехмерная модель конструкции, сваи в норме

**5.4.2 Расчет конструкции. Сваи 1, 2, 3 исключены из расчета.**

Сваи под номером 1, 2, 3 нагружены больше остальных (рис. 19) – вышли из строя, исключаем их из модели и проводим расчет, исходя из результатов расчета (табл. 5), делаем вывод, что из-за недостающего количества свай нагрузка превышает норму, вследствие чего последует просадка и перекося данной конструкции, равновесие не выполняется:

$$F_{\text{свай}} > F_{\text{расч.}} = 80000 \text{ Н}$$

Таблица 5 – Расчетные нагрузки на сваи. Сваи 1, 2, 3 исключены из расчета.

№ сваи	Нагрузка
1	-
2	84418
3	-
4	58845
5	64583
6	47566
7	78304
8	98433
9	-
10	94687
11	53295
12	73965
13	80719
14	67842
15	51496
16	45239
17	44369
18	44788
19	43677
20	44785
21	49381
22	60435
23	56033
24	49821
25	46716
26	44449
27	44324
28	44637
29	46107

Продолжение таблицы 5

30	47062
31	44392
32	46741
33	44473
34	45226
35	43145
36	43194
37	42173
38	42062
39	39862
40	42756

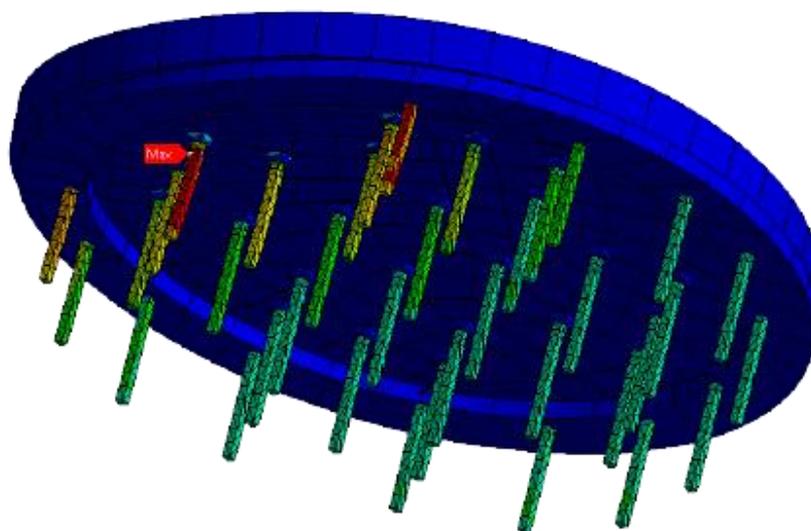


Рисунок 19 – Трехмерная модель конструкции. Сваи вышедшее из строя.

После того, как мы исключили 3 сваи мы видим, что нагрузку начали испытывать рядом стоящие сваи, а фундамент потерпел перекос.

### 5.4.3 Расчет конструкции. Ремонт свай № 2

Суть расчета заключается в том, что мы провели восстановительные работы свай № 1, которая несет основную нагрузку (рис.20), исходя из результатов расчета (табл. б), мы видим, что ремонт одной свай невозможен, так как не выполняется равновесие нагрузок:

$$F_{\text{свай}} > F_{\text{расч.}} = 80000 \text{ Н}$$

Таблица б – Расчетные нагрузки на свай. Ремонт свай №2.

№ свай	Нагрузка
1	-
2	70795
3	94728
4	58291
5	58087
6	51603
7	63303
8	71224
9	-
10	73347
11	51354
12	59539
13	63947
14	56957
15	49740
16	47237
17	47234
18	48772
19	45937
20	46516
21	48668
22	54553

Продолжение таблицы 6

23	54869
24	49761
25	47562
26	46262
27	45927
28	46114
29	47816
30	47391
31	45759
32	46612
33	45289
34	45595
35	44592
36	45366
37	44400
38	44274
39	43829
40	46751

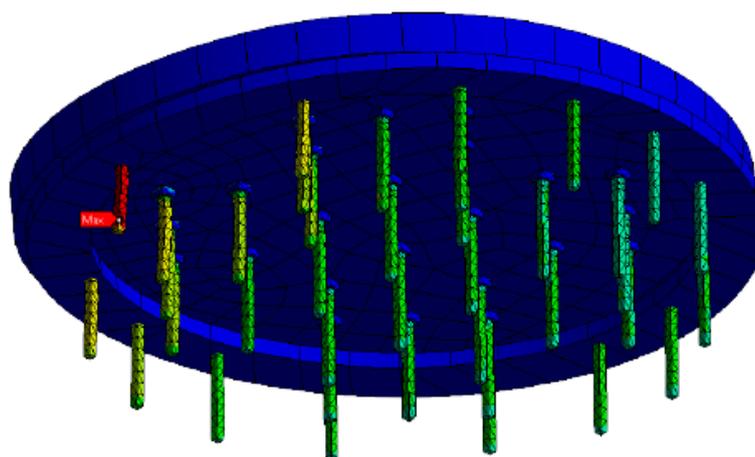


Рисунок 20 – Трехмерная модель конструкции. Ремонт одной сваи.

Делаем вывод, что ремонт одной сваи невозможен.

#### 5.4.4 Расчет конструкции. Ремонт свай № 1, 3

Расчет конструкции обосновывается тем, что восстановительные работы свай под номером 1, 3 кроме несущей основную нагрузку (рис. 21), являются положительной итерацией, так как по результатам расчета (табл. 7) выполняется равновесие нагрузок:

$$F_{\text{свай}} < F_{\text{расч.}} = 80000 \text{ Н}$$

Таблица 7 – Расчетные нагрузки на сваи. Ремонт свай № 1, 3.

№ сваи	Нагрузка
1	74446
2	62356
3	-
4	55394
5	53635
6	51734
7	56523
8	62607
9	75674
10	62863
11	49572
12	55002
13	56888
14	53070
15	48858
16	47459
17	47849
18	49958
19	46702
20	46987
21	48249
22	50988

Продолжение таблицы 7

23	51967
24	48471
25	47321
26	46876
27	46555
28	46777
29	48682
30	47804
31	46349
32	46834
33	45756
34	45996
35	45241
36	46054
37	45223
38	45255
39	45005
40	47021

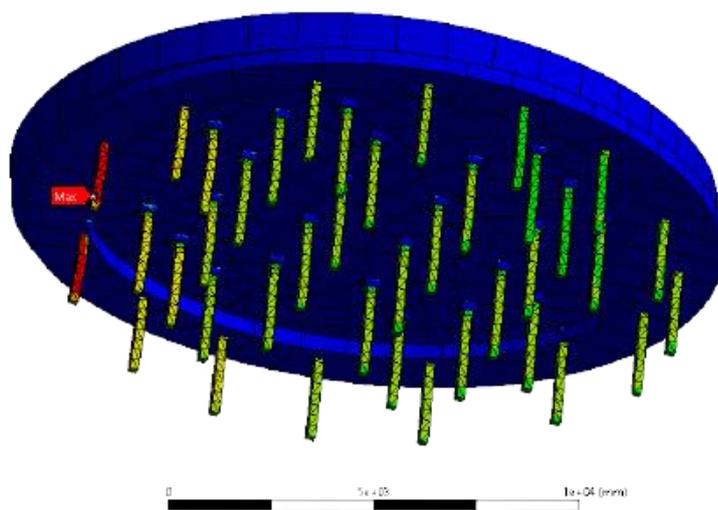


Рисунок 21 – Трехмерная модель конструкции. Ремонт свай № 1, 3.

На основании приведенных итераций можем сделать заключение, что ремонтные мероприятия свай №1, 3, кроме несущей основную нагрузку (свая №1), являются допустимыми, так как нагрузка на сваи в пределах нормы, что означает – основание и фундамент «спасены», помимо этого стоит отметить, что в ходе ремонтных мероприятий были восстановлены две сваи из трех, во-первых это экономически выгоднее, во-вторых РВС может начать работу в более скором времени.

### **5.5 Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации**

Мероприятия разрабатываются согласно повреждениям, в нашем случае подойдут усиление ростверков, а также полная или частичная замена свай.

Усиление ростверков, способом, который называется торкретирование. Это — нанесение цементного раствора под давлением на предварительно очищенную поверхность пескоструйным аппаратом или стальными щетками.

Для этого поверхность сначала тщательно продувают, после чего завершают процедуру, промывая подготовленную поверхность поданной под давлением водой. Затем крепят к анкерам металлическую сетку (размер ячеек 6-10 см). Для фиксации сетки можно применить вязальную проволоку.

Полная или частичная замена свай, иногда опоры под резервуаром настолько разрушены, что необходимо их заменить. Как делать демонтаж свайного фундамента, если, например, необходимо удаление свай под резервуарами и замена их новыми, то разбирать сооружение нет необходимости. Так, если произошла усадка и столбы полностью провалились, для укрепления фундамента резервуара вертикального стального можно нарастить оголовки каждой опоры. Оголовками называют торец опоры, который находится сверху, прямо под фундаментом РВСа.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Наращивать опоры можно при помощи оголения арматуры. К ней приваривается необходимой высоты элементы, устанавливается обрешетка и заливаются бетоном. Если столбы выдавило, удаляют оголовки, для чего излишнюю часть осторожно разрушают до нужной высоты, а затем срезают армирование.

					<i>Расчетная часть</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

## **6. Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

В целевой рынок входят организации отраслей добычи и транспортировки полезных ископаемых, а также коммунальное хозяйство, т.е. отрасли в которых наблюдается широкое применение резервуаров.

Для данных коммерческих организаций критерием сегментирования является производство и ремонт. Сегментируем технологию ремонта свайного основания и фундамента РВС 2000 м3 по критерию строительство и ремонт.

Основными сегментами данного рынка являются нефтяная и газовая промышленность на территории Российской Федерации, на них и будет направлена ориентация разработки. В будущем возможна ориентация на коммунальное хозяйство.

### **6.1.2 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.

В ходе исследования проанализированы конкурентные технические решения, используемые на сегодняшний день в промышленности России и стран зарубежья в области уменьшения разбрызгивания ручной дуговой сварки. Широкое применение нашел способ уменьшения силы тока при разрыве перемычки.

					<i>Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ахметшин Р.Р</i>			<b>Финансовый менеджмент</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Валитова Е.Ю.</i>					70	120
<i>Консульт.</i>		<i>Клемашева Е.И.</i>				<b>ТПУ гр. 2Б7Б</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Однако на сегодняшний день применяют разные техники для осуществления данного метода сварки.

Используемые техники уменьшения разбрызгивания электродного металла:

- 1) А – ручная дуговая сварка покрытыми электродами;
- 2) В – ручная дуговая сварка неплавящимся электродом;
- 3) С – механизированная сварка в среде защитных газов.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i B_i \quad (13)$$

где К-конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$ – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$ – балл  $i$ -го показателя.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии	Вес критерия	Баллы			Конкурентность		
		БА	БВ	БС	КА	КВ	КС
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение Производительности труда пользователя	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителям)	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,12
3. Уровень качества сварных соединений	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
4. Энергоэкономичность	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
5. Надежность	0,06	5	1	3	0,3	0,06	0,18
6. Уровень производимого Шума	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
7. Необходимость в высококвалифицированных специалистах	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	5	1	2	0,4	0,08	0,16
9. Простота эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
10. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	5	2	3	0,25	0,2	0,15

Таблица 9 – Экономические критерии оценки эффективности

1.Конкурентоспособность продукта	0,06	5	1	2	0,3	0,06	0,12
2.Уровень проникновения на рынок	0,05	2	2	3	0,1	0,25	0,2
3.Цена	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
4.Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
5.Срок окупаемости	0,05	5	2	3	0,25	0,1	0,15
6.Наличие сертификации разработки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	75	44	56	4,75	2,9	3,32

Исходя из проведенного выше анализа можно сделать вывод, что технология "А" имеет ряд преимуществ над своими аналогами. При использовании данной технологии значительно снижается процент брака и повышается производительность работы что, безусловно, повышает количество и качество выпускаемых изделий. Также за счет более рационального использования электрода, уменьшается количество потерь электродного металла, что снижает себестоимость выпускаемых изделий, при этом за счет повышения качества нет необходимости снижать цену на товар. Также стоит отметить наличие широкого диапазона возможностей при использовании данной технологии, а именно возможности использования электродов любого покрытия, что не могут обеспечить аналоги.

### 6.1.3 SWOT –анализ

SWOT анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его осуществлению. Этот анализ проводят

для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится этот анализ в три этапа.

### Первый этап

Данный этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны проекта – это его факторы, которые характеризуют конкурентоспособную сторону научно–исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

К сильным сторонам проекта относятся:

- уменьшение разбрызгивание электродного металла –С1;
- возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями –С2;
- сварка деталей разных толщин –С3;
- уменьшение трудозатрат на очистку около шовной зоны от брызг – С4;
- возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов –С5.

К слабым сторонам проекта относятся:

- использование дополнительного электронного оборудование – Сл.1;

					Финансовый менеджмент	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

- требуется незначительное повышение мощности источника питания –

Сл.2.

К возможностям проекта относятся:

- внедрение схемы, уменьшающей разбрызгивающие на основе тиристора на рынок за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1;

- финансовая поддержка спонсора – В2;

- возможность распространения разработки для стран зарубежья – В3.

К угрозам относятся:

- недостаток финансов на реализацию проекта – У1;

- отсутствие спроса на новые технологии производства – У2.

Второй этап

Данный этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны						
Возможности		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	0	+	+	+
	В2	+	+	-	+	+
	В3	+	+	-	+	+
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	+	+	+
	У2	+	-	+	-	-

Продолжение таблицы 10

	У1	-	+
	У2	-	-
	У3	+	-

Анализ интерактивной матрицы показал следующие направления проекта: В1С3, В2С4, В1Сл.1, У1С3, У2С1, У3С3, У2Сл.2.

Третий этап

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT–анализа.

Таблица 11 – SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно – исследовательского проекта: Уменьшение разбрызгивание электродного металла – С1. Возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями – С2. Сварка деталей разных толщин – С3. Уменьшение трудозатрат на очистку околосшовной зоны отбрызг – С4. Возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С5.</p>	<p>Слабые стороны научно исследовательского проекта: Использование Дополнительного электронного оборудования – Сл.1. Требуется незначительное Повышение мощности Источника питания –Сл.2.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

В результате проведения SWOT анализа определили сильные и слабые стороны проекта, выявили возможные и угрозы по его осуществлению.

Продолжение таблицы 11

<p>Возможности: Внедрение схемы уменьшающей Разбрызгивание на Основе тиристорана Рынок засчет достоинств и Вытеснение устаревших разработок – В1. Финансовая поддержка спонсора – В2. Возможность распространения разработки для стран зарубежья – В3.</p>	<p>В1С3 – в результате, есть Возможность использования технологий для сварки других материалов, невзирая на толщину, что позволит улучшить спектр Применения технологии; В2С4 – некоторые виды сплавов вообще не рекомендуется дополнительно механически очищать, что ускорит время выполнения операции.</p>	<p>В1Сл.1 – с повышением Цен на комплектующие Резко возрастет Первоначальный вклад в Массовое производство, Что составит трудности На начальном этапе налаживания производства.</p>
<p>Угрозы: Недостаток финансов На реализацию проекта – У1. Отсутствие спроса на Новые технологии производства – У2.</p>	<p>У1С3 – некоторые Компании не захотят рисковать, применяя Новые технологии, что Помешает развитию проекта; У2С1– шов Станет длинней, потребуется Проработки новых тех. карт.</p>	<p>У2Сл.2 – уменьшения разбрызгивания Потребуется повышения Мощности источника, Потребуется новые установки.</p>

Выявили, что проект имеет отличительное преимущество и особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

#### 6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Коммерциализация инновационного продукта – процесс совпадения форматов поведения покупателя и продавца инновационного продукта относительно возможности использования, стоимости, перехода прав

собственности на инновационный продукт (или рыночное освоение инновационного продукта).

На данном этапе производится оценка степени готовности проекта к коммерциализации и определение уровня собственных знаний для ее проведения или завершения.

При проведении анализа по таблице 4, приведенной ниже, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла

– выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов

–имеется положительное заключение независимого эксперта.

Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4

–знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию,

- выполняю и могу консультировать.

Таблица 12 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний разработчиками
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5

Продолжение таблицы 12

2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	0	5
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	0	3

Продолжение таблицы 12

9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	5
10	Разработана стратегия реализации научной разработки	2	5
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	0	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	3
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	5
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15	Проработан механизм реализации научного проекта	1	1
ИТОГО БАЛЛОВ		43	5

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (14)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;  $B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Анализируя выше приведенную таблицу, значение  $B_{\text{сум}}$  получилось от 40 до 55, то такая разработка считается средней, а знания разработчика достаточными для ее коммерциализации.

При коммерциализации научно–технических разработок владелец интеллектуальной собственности преследует вполне определенную цель, которая во многом зависит от того, куда в последующем он намерен направить полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств для продолжения своих научных исследований и разработок (получение финансирования, оборудования, уникальных материалов, других научно–технических разработок и т.д.), одноразовое получение финансовых ресурсов для каких–либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания.

При этом время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Задача данного раздела – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности. Для того чтобы это сделать необходимо ориентироваться в возможных вариантах.

В данной ВКР выбран метод инжиниринга и передачи интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия. При выборе данных методов коммерциализации возможно предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно–технических услуг, связанных с проектированием. Также

строительством и вводом объекта в эксплуатацию с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции. Так же планируется писать коммерческое предложение потенциальным покупателям, это предприятия строительство и ремонт трубопроводов в России и странах зарубежья.

## 6.2 Планирование научно-исследовательских работ

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

### 6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	Научный руководитель, исполнитель
Выбор направления	3	Поиск и изучение материала по теме	Исполнитель, научный руководитель
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель
	5	Календарное планирование работ	

Продолжение таблицы 14

Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Исполнитель
	7	Подбор нормативных документов	Исполнитель, научный руководитель
	8	Проведение расчетов по теме	Исполнитель
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Исполнитель, научный руководитель
	10	Вывод по цели	Исполнитель

### 6.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

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

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости

$t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (15)$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (16)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

$T_{\text{вых}} = 104$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$  – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу, после заполнения таблицы 15 строим календарный план-график.

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

					Финансовый менеджмент	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

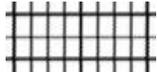
Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнитель и			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											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель			2	2	2	5	5	5
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук.-испол.			1	1	1	4	4	4
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Испол.-рук.			1	1	1	4	4	4
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель			1	2	2	4	5	5
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель			2	2	2	5	5	5
Изучение Литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Исполнитель			10	10	10	17	17	17
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Испол.-рук.			3	4	4	7	8	8



Продолжение таблицы 16

7	Подбор нормативных документов	Испол.-рук.	7										
8	Проведение расчетов по Теме	Исполнитель	12										
9	Анализ результатов	Испол.-рук.	5										
10	Вывод по цели	Исполнитель	6										

 - исполнитель;  - руководитель

После составления календарного плана-графика проведения ВКР определили последовательность и сроки выполнения отдельных работ.

### 6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

#### 6.3.1 Расчет материальных затрат

Таблица 17 – Расчет материальных затрат

Наименование	Количество			Цена за ед., руб.	Затраты на оборудование, (Зм), руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бетон, т.	0,8	0,6	0,6	13000	10400	7800	7800
Грунт, т.	0,75	0,1	0,3	48000	36000	4800	14400
Сваи, шт.	2	1	3	15000	30000	15000	45000
Металлопрокат, т.	-	10	20	45000	0	450000	900000
Электроды, т.	-	0,01	1	1000	0	100	1000
Итого:					76400	477700	968200

#### 6.3.2 Затраты на специальное оборудование для научных работ

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Количество			Цена за ед., руб.	Затраты на оборудование (Зо), руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3
Компьютер, шт.	1	1	1	30000	30000	30000	30000
Оборудование для монтажа свай	1	1	2	115000	115000	115000	230000
Оборудование для забивки свай	1	1	1	1000000	1000000	1000000	1000000
Оборудование для подготовительных работ	1	1	1	350000	350000	350000	350000
Сварочное оборудование		1	2	245000		245000	490000

Продолжение таблицы 18

Шлифовальное оборудование		1	2	100000		100000	200000
Кран		1	1	1000000		1000000	1000000
Итого					1495000	2840000	3300000

**6.3.3 Основная заработная плата исполнителей системы**

Заработная плата зависит от трудоемкости работы, величины оклада, тарифных ставок. Учитывается и премия (20 – 30% от тарифа, оклада).

Таблица 19 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категории	Трудоемкость, чел – дн.			Заработанная плата, приходящаяся на один чел. – дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Календарное планирование работ по теме	Рук., Исп.	2	3	2	1,16	2,32	3,48	2,32
2	Составление и утверждение тех. Задания		7	9	8	0,93	6,51	8,37	7,44
3	Подбор и изучение материалов	Рук.	2	2	2	0,93	1,86	1,86	1,86
4	Согласование материалов по теме	Исп.	12	12	12	0,23	2,76	2,76	2,76

Продолжение таблицы 19

5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Рук.	8	9	9	0,23	1,84	2,07	2,07
6	Выполнение монтажных работ	Исп.	6	9	8	0,23	1,38	2,07	1,84
7	Оценка результатов исследования	Рук., Исп	4	5	6	1,16	4,64	5,8	6,96
Итого:							21,31	26,41	25,25

Таблица 20 – Баланс годового рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные дни/ праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени: - отпуск/невыходы по болезни	66	52
Действительный годовой фонд рабочего времени	233	247

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{TC} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p \quad (17)$$

$Z_{TC}$  – з/п по тарифной ставке, руб.;

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

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 30%;

$Z_m$  – месячный оклад работника, руб.;

$Z_{дн}$  – среднедневная з/п работника, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.;

$Z_{осн}$  – основная з/п одного работника.

Таблица 21 – Расчет основной заработной платы Исп.1

	З <sub>тс</sub> , руб.	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> раб. дн.	З <sub>осн.</sub> , руб.
Руководитель	23262	0,3	0,4	1,3	51413	2674	20	53480
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	1126	37	41660
Итого:								95140

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы Исп.2

	З <sub>тс</sub> , руб.	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> раб. дн.	З <sub>осн.</sub> , руб.
Руководитель	23262	0,3	0,4	1,3	51413	2674	23	64180
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	1126	43	48410
Итого:								112590

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы Исп.2

	З <sub>тс</sub> , руб.	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> раб. дн.	З <sub>осн.</sub> , руб.
Руководитель	23262	0,3	0,4	1,3	51413	2674	29	74870
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	1126	49	55170
Итого:								130040

#### 6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей системы

ТК РФ предусматривает гарантированные выплаты для работников за работу условия которой отклоняются от нормальных условий труда.

Рассчитаем их по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (18)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной з/п (принимаем = 0,12 – 0,15).

Таблица 24 – Расчет дополнительной заработной платы Исп.1

	к <sub>доп</sub>	З <sub>осн.</sub> , руб	З <sub>доп.</sub> , руб
Руководитель	0,13	53480	6952
Исполнитель	0,13	41660	5416
Итого:		<b>95140</b>	<b>12368</b>

Таблица 25 – Расчет дополнительной заработной платы Исп.2

	<b>к<sub>доп</sub></b>	<b>З<sub>осн.</sub>, руб</b>	<b>З<sub>доп.</sub>, руб</b>
Руководитель	0,13	64180	8343
Исполнитель	0,13	45410	6293
<b>Итого:</b>		<b>112590</b>	<b>14636</b>

Таблица 26 – Расчет дополнительной заработной платы Исп.3

	<b>к<sub>доп</sub></b>	<b>З<sub>осн.</sub>, руб</b>	<b>З<sub>доп.</sub>, руб</b>
Руководитель	0,13	74870	9733
Исполнитель	0,13	55170	7172
<b>Итого:</b>		<b>130040</b>	<b>16905</b>

### 6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Законодательство РФ предписывает отчисления в пенсионный фонд, по обязательному медицинскому страхованию, государственному социальному страхованию.

Рассчитаем размер отчислений по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (19)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды ( $k_{\text{внеб}} = 0,302$  (30,2%)).

Таблица 27– Отчисления во внебюджетные фонды Исп.1

<b>Исполнитель</b>	<b>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %</b>	<b>З<sub>осн.</sub>, руб</b>	<b>З<sub>доп.</sub>, руб</b>	<b>З<sub>внеб.</sub>, руб</b>
Руководитель	0,302	53480	6952	18250
Исполнитель	0,302	41660	5416	14216
<b>Итого:</b>				<b>32466</b>

Таблица 28– Отчисления во внебюджетные фонды Исп.2

Исполнитель	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	Зосн., руб	Здоп., руб	Звнеб., руб
Руководитель	0,302	64180	8343	21901
Исполнитель	0,302	48410	6293	16520
Итого:				38421

Таблица 29– Отчисления во внебюджетные фонды Исп.3

Исполнитель	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	Зосн., руб	Здоп., руб	Звнеб., руб
Руководитель	0,302	74870	9733	25550
Исполнитель	0,302	55170	7172	18827
Итого:				44377

#### Накладные расходы

Прочие расходы относим к накладным расходам (коммунальные услуги, техническо-организационные затраты, услуги связи).

Рассчитаем их по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1/5) * k_{\text{нр}}, \quad (20)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл1}} = (76400 + 1495000 + 95140 + 12368 + 32466) \cdot 0,16 = 273819 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{накл2}} = (477700 + 2840000 + 112590 + 14636 + 38421) \cdot 0,16 = 557335 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл3}} = (968200 + 3300000 + 130040 + 16905 + 44377) \cdot 0,16 = 713523 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Таблица 30 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1.Материальные затраты НИИ	76400	477700	968200	Пункт 3.5.1
2.Затраты на специальное оборудование для научных работ	1495000	2840000	3300000	Пункт 3.5.1
3.Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	95140	112590	130040	Пункт 3.5.2
4.Затраты по дополнительной заработной плате исполнительской темы	12368	14636	16905	Пункт 3.5.3
5.Отчисления во внебюджетные фонды	32466	38421	44377	Пункт 3.5.4
6.Накладные расходы	273819	557335	713523	16% от суммы ст. 1-5
7.Бюджет затрат НИИ	1985186	4040682	5173045	Сумма ст. 1-6

**6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

**6.4.1 Оценка сравнительной эффективности 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 финансовый показатель разработки определяется как:

$$I\phi = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (21)$$

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

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I1 = \frac{1985186}{5173045} = 0.383;$$

$$I2 = \frac{4040682}{5173045} = 0.781;$$

$$I3 = \frac{5173045}{5173045} = 1.$$

Больше 1 – затраты увеличиваются в разгах от 0 до 1 – затраты удешевляются.

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

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i \quad (22)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;  $a_i$  – весовой коэффициент i-го параметра;

$b_i$  – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже.

					Финансовый менеджмент	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Таблица 31 – Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Объект исследования, критерии	Весовой коэфф. параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда Пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
4. Энергосбережение	0,20	4	3	3
5. Надежность	0,25	4	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4	4
ИТОГО	1	3,94	3,15	3,5

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,01 = 3,94;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 = 3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 = 3,5.$$

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

$$I_{исп} = \frac{I_{p-исп}}{\frac{Финр}{Финр}} \quad (23)$$

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_p - \text{исп1}}{I_{\text{исп1/финр}}} = \frac{3,94}{0,1833} = 21,495;$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_p - \text{исп2}}{I_{\text{исп2/финр}}} = \frac{3,15}{0,3587} = 8,7817;$$

$$I_{\text{исп3}} = \frac{I_p - \text{исп3}}{I_{\text{исп3/финр}}} = \frac{3,5}{1} = 3,5.$$

Выбираем наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,1833	0,3587	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,94	3,15	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	21,495	8,7817	3,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,51	2,48	1

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

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

## 7 Социальная ответственность. Введение

В данном разделе рассматривается возможное влияние используемого оборудования, сырья, энергии, продукции и условий работы человека на окружающую среду, а так же техника безопасности при работе с оборудованием и действия при чрезвычайных ситуациях.

Конструкции вертикальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов в процессе эксплуатации подвергаются различным силовым воздействиям: давление покрытия снегового покрова, давление продукта, избыточное давление в газовом пространстве резервуара, температурные воздействия и др. Эти факторы приводят к деформированию стенок в результате неравномерной нагрузки, особенно при наличии крена резервуара, и увеличению погрешности измерения объема продукта содержащегося в резервуаре. Поэтому вопрос о нахождении наиболее современного, энергоемкого, безопасного и экономичного метода обнаружения различных дефектов резервуаров реконструкции является важнейшей задачей для эксплуатирующих организаций. В данной работе рассматриваются дефекты, которые могут возникать на резервуарах, причины возникновения дефектов и методы их устранения. После рассмотрения существующих методов, делается вывод об экономической целесообразности их использования. В разделе социальная ответственность, рассматривается резервуар, как опасный производственный объект, анализ причин возникновения опасных и вредных факторов и чрезвычайных ситуаций.

					<i>Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ахметшин Р.Р</i>			<b>Социальная ответственность</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Валитова Е.Ю.</i>					98	120
<i>Консульт.</i>		<i>Фех А.И.</i>				<b>ТПУ гр. 2Б7Б</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

## **7.1 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 №б9-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.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г., дополнения к ним от 25.07.1995 г.

Из вышеупомянутых документов можно сделать вывод: эксплуатационно-монтажные работы проводятся лицами, работающими вахтовым методом. Данный вид работ регулируется Трудовым Кодексом РФ. К работам, выполняемым вахтовым методом, не могут привлекаться работники в возрасте до восемнадцати лет, беременные женщины и женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, а также лица, имеющие 31 противопоказания к выполнению работ вахтовым методом в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. Вахтой считается общий период, включающий время выполнения работ на объекте и время междусменного отдыха. Продолжительность вахты не должна превышать одного месяца. Рабочее время и время отдыха в пределах учетного периода регламентируются графиком работы на вахте, который утверждается работодателем. Работникам, выполняющим работы вахтовым методом, предоставляются надбавки и коэффициенты к заработной плате, а также социальные пакеты (пенсионный фонд, медицинская страховка, оплата санаторного лечения, оплата путевок в детские лагеря и др.). Рациональная организация рабочей зоны обеспечивает удобную рабочую позу, возможность применения передовых приемов и методов труда, минимальные траектории движений рабочего и движений предметов труда, соблюдение строгой последовательности, при которой один элемент работы плавно переходит в другой. При этом размещение средств оснащения и предметов труда должно подчиняться основным требованиям, нарушение которых ведет к непроизводительным затратам рабочего времени и энергии работника, преждевременному утомлению и снижению

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

производительности труда, нерациональному использованию производственных площадей.

## 7.2 Производственная безопасность

Рассмотрим вредные и опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при обслуживании резервуарного парка. Нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов можно увидеть в таблице 1.

Таблица 33 – Нормативные значения вредных и опасных факторов

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы			Нормативные документы
	Проектир	Ремонт	Эксплуат	
1.Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением	+	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ [18] ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ [19]
2.Отклонение показателей микроклимата		+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [20] ГОСТ 12.0.003-2015 [21] СНиП 2.04.14-88*[22]
3.Превышение уровней шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 [23]
4.Превышение уровней вибрации		+	+	ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ [24] ГОСТ ISO 2954-2014 [25]
5.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СанПиН 2.2.4.1294-03 [26]
6.Повышенная запыленность и загазованность	+	+	+	СанПиН 2.2.4.1294-03 [27] ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ [28]

Продолжение таблицы 33

7.Контакт с животными, пресмыкающимися	+	+	+	Р 3.5.2.2487-09 [29]
8.Движущиеся машины и механизмы	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-14* [30]
9.Поражение электрическим током	+	+	+	ГОСТ ИЕС 61140-2012 [31] ГОСТ Р 12.4.234-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) [32]

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, 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

спецодежду со специальными видами обогрева. Работники должны быть обучены мерам защиты от обморожения и оказанию доврачебной помощи.

Интенсивность теплового облучения от работающих агрегатов и от нагретых поверхностей не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 50% поверхности тела, 70 Вт/м<sup>2</sup> при облучении 25-50% поверхности тела и 100 Вт/м<sup>2</sup> при облучении менее 25%. Максимальная температура при этом 28°C (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.

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

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

Превышение уровней шума.

Уровни шума на рабочих местах не должны превышать значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляют не более 50 дБА. На рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов уровень шума не должен превышать 75 дБА, а уровень вибрации в помещениях допустимых значений по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 категория 3, тип «в».

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

Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА.

Снизить уровень шума в помещениях можно с использованием средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи) с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создают однотонные занавески из плотной ткани, повешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения. Ширина занавески должна быть в 2 раза больше ширины окна.

В качестве СИЗ Государственным стандартом предусмотрены заглушки- вкладыши (многократного или однократного пользования, вкладыши "Беруши" и др.), заглушающая способность которых составляет 6-8 дБ. 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;

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

- применением средств виброзащиты, снижающих воздействие на работающих вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения;
- организационно-техническими мероприятиями.

#### 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/м<sup>3</sup>, для природного газа ПДК 300 мг/м<sup>3</sup>.

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

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности и загазованности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны. Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах, защитных очках и комбинезонах. При загазованности траншеи или котлована в результате утечки газа необходимо

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

прекратить работу и вывести людей, запретив курить, зажигать спички или пользоваться открытым огнем.

### 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

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

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.

### Пожарная и взрывная безопасность

В процессе хранения нефти в резервуаре, углеводороды, входящие в состав нефтяных паров при взаимодействии с воздухом, образуют взрывоопасную смесь. Одна из причин образования паровоздушных смесей это утечки через фланцевые соединения приемо-раздаточных патрубков резервуара. Нефть относится к категории и группе взрывоопасных смесей - ПА–ТЗ, где ПА – категория смеси, соответствующая промышленным парам нефти, ТЗ – группа, соответствующая температуре самовоспламенения свыше 200°С до 300°С.

Резервуарный парк относится:

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

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

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.

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

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

### 7.3 Экологическая безопасность

При эксплуатации необходим осуществлять мероприятия и работы по охране окружающей среды, которые должны включать предотвращение потерь природных ресурсов, предотвращение попадания загрязняющих веществ в почву, водоёмы и атмосферу.

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;

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

– 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.

#### Защита атмосферы

При хранении нефтепродуктов в резервуаре образовывается газоздушная смесь, которая через дыхательные клапаны выходит в атмосферу, это называется «большие дыхания» резервуара.

Уменьшение газового пространства, это один из наиболее эффективных методов борьбы с потерями от испарения и выбросом в окружающую среду. Также поддержание всего транспортного парка в исправном состоянии, осуществление постоянного контроля на соответствие требованиям нормативов уровня выбросов в атмосферу оксидов азота и окиси углерода в составе выхлопных газов и регулировка двигателей [33].

Немаловажным фактором является в целом состояние резервуара. Наличие коррозии и различных видов дефектов также приводит к большим потерям и выбросам. Резервуары и прилегающую территорию содержат в чистоте, и оборудуют средствами пожаротушения и молниеотводами.

#### Защита гидросферы

Производственно-дождевые сточные воды нефтеперекачивающих станций и нефтебаз перед сбросом их в водоемы и водотоки должны быть очищены. Необходимая степень очистки должна быть обоснована с учетом места сброса сточных вод и установленного норматива предельно допустимого сброса загрязняющего вещества.

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

Нормы предельно допустимого сброса загрязняющих веществ со сточными водами устанавливаются в разрешениях на специальное водопользование в соответствии с «Инструкцией о порядке согласования и выдачи разрешений на спецводопользование» [34].

При попадании нефти в водоемы, необходимо ликвидировать ее дальнейшее распространение с помощью боновых заграждений и удалить нефтесборщиками. Собранную нефть размещают в специальных сборных резервуарах для последующей утилизации, исключая вторичное загрязнение производственных объектов и объектов окружающей среды. Тонкие слои нефти, оставшиеся на поверхности воды после сбора нефтесборщиками, нефть, оставшаяся в лагунах, рукавах, заливах, убирается сорбентами. Остаточные нефтяные загрязнения, нефть, оставшаяся на плесах, берегах, между растительностью, смываются водой, собираются на поверхности воды между берегом и боновыми заграждениями, затем убирается с помощью сорбентов, которые наносятся на водную поверхность и после пропитывания остаточной нефтью собираются и вывозятся на специальные полигоны, где утилизируются или сжигаются.

### Защита литосферы

Литосфера – твердая оболочка Земли, включающая земную кору и мантию. Почва, наряду с Мировым океаном оказывает решающее значение на всю биосферу. Активно участвует в круговороте веществ и энергии в природе, поддерживает газовый состав атмосферы Земли.

Источниками загрязнения почвы нефтью на нефтеперекачивающих станциях магистральных нефтепроводов и нефтебазах являются неплотности запорной арматуры, фланцевых и муфтовых соединений, сварных стыков; утечки вследствие коррозионных повреждений резервуаров; продукты зачистки резервуаров.

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

Загрязнение почв нефтешламом приводит к значительному экологическому и экономическому ущербу: понижается продуктивность лесных ресурсов, ухудшается санитарное состояние окружающей среды.

Приказом по предприятию назначается лицо, ответственное за сбор, временное хранение и организацию своевременного вывоза нефтешлама, образующихся в результате проведения работ. На участке должен проводиться постоянный контроль за состоянием рабочих емкостей и контейнеров с отходами. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям техники безопасности, санитарногигиеническим нормам и выше перечисленным инструкциям. Места сбора и накопления отходов должны быть оборудованы углекислотными огнетушителями, ящиками с песком, лопатой, войлоком, кошмой или асбестом.

Земельные участки, отведенные в постоянное пользование, благоустраиваются с использованием предварительно снятого почвеннорастительного слоя. Земли, передаваемые во временное пользование, подлежат восстановлению (рекультивации). Земельные участки приводятся в пригодное для использования по назначению состояние в ходе работ, а при невозможности этого не позднее, чем в течение года после завершения работ.

Немаловажным фактором является в целом состояние резервуара. Наличие коррозии и различных видов дефектов также приводит к большим потерям выбросам.

Резервуары и прилегающую территорию содержат в чистоте, и оборудуют средствами пожаротушения и молниеотводами.

#### **7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, опасного природного процесса, стихийного бедствия, которая приводит к человеческим жертвам,

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

наносит ущерб здоровью населения и природной среде, а также вызывает значительные материальные потери и нарушение условий жизни людей [35].

На объектах для хранения нефти могут произойти различного рода аварии, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям. Это и пожары и взрывы при проведении ремонтных работ с несоблюдением требований безопасности по ремонту и эксплуатации.

Чрезвычайные ситуации в резервуарном парке могут возникнуть по различным причинам, например:

- паводковые наводнения;
- лесные пожары;
- по причинам техногенного характера (аварии) и др.

Аварии могут привести к чрезвычайным ситуациям. Возможными причинами аварий могут быть:

- ошибочные действия персонала при производстве работ;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- отказ электрооборудования и отключение электроэнергии;
- производство ремонтных работ без соблюдения необходимых организационно-технических мероприятий;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- факторы внешнего воздействия (ураганы, удары молнией и др.).

Одними из примеров чрезвычайных ситуаций могут быть пожары или взрывы при проведении работ в газоопасных местах при очистке резервуара.

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

Данные пожары и взрывы относятся к чрезвычайным ситуациям техногенного характера. С целью предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с возникновением взрывов или пожаров необходимо применить следующие меры безопасности:

- перед началом работ переносным газоанализатором проверяется уровень загазованности воздушной среды, при этом содержание паров нефти и газов не должно превышать предельно –допустимой концентрации по санитарным нормам;

- в процессе работы следует периодически контролировать загазованность, а в случае необходимости обеспечить принудительную вентиляцию;

- для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности работники должны быть оснащены спецодеждой, спецобувью и другие средства индивидуальной защиты (очки, перчатки, каски), которые предусмотрены типовыми и отраслевыми нормами [36].

Порядок оповещения в ЧС:

Первичная информация о чрезвычайной ситуации поступает на пульт старшему сотруднику охраны [37].

Дежурный сотрудник с получением сообщения о чрезвычайной ситуации обязан:

- уточнить метеоданные, оценить обстановку; включить кнопку запуска электросирены

- доложить Управляющему (генеральному директору) и главному инженеру о масштабах аварии и с их разрешения задействовать Схему оповещения и сбора руководящего состава;

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

- доложить оперативному дежурному ГУ МЧС;
- по громкоговорящей связи объявить информацию по территории нефтебазы и для населения, проживающего вблизи объекта;
- по техническим средствам связи объявить сигнал «Объявлен сбор» и сообщить информацию городской пожарной части;
- оповестить и организовать сбор комиссии по ЧС ПБ;
- сделать запись в оперативном журнале о чрезвычайной ситуации и принятых мерах;
- подготовить информацию для донесений в ГУ МЧС;
- по прибытии руководителя – Управляющего (генерального директора), главного инженера доложить о выполненных мероприятиях;
- Организация оповещения об обстановке органов управления привлекаемых сил, рабочих и служащих объекта осуществляется по радиотрансляционной сети, поисковой, телефонной связи или посыльными;

### **Вывод по разделу**

Резервуары входят в состав опасных производственных объектов, которые могут стать причиной аварий. Всевозможные аварийные последствия, которые связаны с безопасностью труда работников, а также условиями охраны окружающей среды необходимо снизить. В разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, оказываемые на людей при строительстве, монтаже, эксплуатации резервуаров, а также способы защиты и предупреждения. Необходимо ответственно подходить к данному вопросу, так как это напрямую влияет на здоровье работника и жизни в целом. Хотелось бы отметить, что необходимо соблюдать выше указанные нормативы, ГОСТы.

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

## Заклучение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы

- выполнен литературный обзор по теме выпускной квалификационной работы;
- выявлены конструктивные особенности основания и фундамента резервуара вертикального стального типа РВС;
- разработана трехмерная модель свайного основания и фундамента для расчета МКЭ;
- произведены технологические расчеты исследования на прочность основания и фундамента на стадии эксплуатации объекта;
- разработаны рекомендации по организации мероприятий по ремонту свайного основания и фундамента.

Расчет эффективных характеристик сделан по смесевой модели. Расчет произведен в соответствии с таблицей 6.11, 6.2.12 по СП 63.13330.2018.

Выполнен расчет несущей способности свай по грунту и определили предельную нагрузку на сваю согласно таблицы 7.1 по СП 24.13330.2011.

В результате проведения расчета, методом конечных элементов, определили, что для безопасного функционирования свай основания и фундамента необходимо производить ремонтные мероприятия, достаточно восстановить две сваи № 1, 3 из трех поврежденных, для того чтобы предельная нагрузка на сваю была в допуске.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием			
Разраб.		Ахметшин Р.Р			Заклучение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Валитова Е.Ю.					115	120
Консульт.						ТПУ гр. 2Б7Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Разработаны рекомендации мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации свай основания и фундамента, а именно: нарастить оголовок опор №1, №3. Нарращивание произвести при помощи оголения арматуры, приварить необходимой высоты элементы, установить обрешетку и залить бетоном.

Все поставленные задачи исследования решены, цель работы достигнута

Задание на выполнение выпускной квалификационной работы выполнено в полном размере:

					<i>Заключение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		116

## Список использованной литературы

- 1) . ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов;
- 2) ГОСТ 31385-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти нефтепродуктов;
- 3) Виды фундаментов и оснований под резервуары / журнал УРАЛНЕФТЕМАШ // [uralneftemash.com]. – 2020 – 15 апр. - <https://uralneftemash.com/blog/fundamenty-i-osnovaniya-pod-rezervuary/>
- 4) СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах
- 5) СТРОИТЕЛЬСТВО ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ РЕЗЕРВУАРОВ РВС / журнал РЕЗЕРВУАРОСТРОИТЕЛЬ // [r-stroitel.ru]. – 2021 – 25 марта - <https://r-stroitel.ru/construction/fundament/>
- 6) Усиление и ремонт свайных фундаментов / журнал Фундамент х // [fundamentx.ru]. – 2017 – 19 мая - <https://fundamentx.ru/svajnyj-fundament/usilenie-i-remont-svajnyh-fundamentov.html>
- 7) Применение метода конечных элементов в строительстве / журнал НАВИКОМ // [it-nv.ru]. – 2020 – 12 фев. - [http://www.it-nv.ru/articles/primenenie\\_metoda\\_konechnih\\_elementov\\_v\\_stroitelstve](http://www.it-nv.ru/articles/primenenie_metoda_konechnih_elementov_v_stroitelstve)
- 8) НПЗ-ИЭ-10.020 Инструкция по эксплуатации резервуаров вертикальных стальных;

					<i>Разработка мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации РВС с поврежденным основанием</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ахметшин Р.Р</i>			<i>Список использованной литературы</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Валитова Е.Ю.</i>					117	120
<i>Консульт.</i>						<i>ТПУ гр. 2Б7Б</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

- 9) СТО-СА-03-002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов;
- 10) ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
- 11) Эксплуатация стальных вертикальных резервуаров в сложных условиях / В. Б. Галеев. - М. : Недра, 1981. - 149 с.
- 12) Галеев В.Б. Эксплуатация стальных вертикальных резервуаров в сложных условиях
- 13) Розенштейн И.М. Аварии и надежность стальных резервуаров;
- 14) СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты;
- 15) СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции, табл. 6.11;
- 16) СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции, пункт 6.2.12;
- 17) Т.П. 704-1-167.84 Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические для хранения нефтепродуктов;
- 18) ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- 19) ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам;
- 20) СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;

					Список использованной литературы	Лист
						118
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 21) ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (ИУС 12-2016);
- 22) СНиП 2.04.14-88\* Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов;
- 23) ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание);
- 24) ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования;
- 25) ГОСТ ISO 2954-2014 Вибрация;
- 26) СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
- 27) СанПиН 2.2.4.1294-03 Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений;
- 28) ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2);
- 29) Р 3.5.2.2487-09 Руководство по медицинской дезинсекции;
- 30) ГОСТ 12.1.003 -14\* Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;
- 31) ГОСТ ИЕС 61140-2012 Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования;
- 32) ГОСТ Р 12.4.234-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги. Общие технические требования и методы испытаний.
- 33) ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.

					Список использованной литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

- 34) ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
- 35) Бигус Г.А. Основы диагностики технических устройств и сооружений / Г.А. Бигус, Ю.Ф. Даниев, Н.А. Быстрова, Д.И. Галкин. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – С. 445.
- 36) ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
- 37) ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

					<i>Список использованной литературы</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		120