

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта»

УДК 622.692.23-025.71-034.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Лысенко А.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антропова Н.А.	к.г.-м.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2020г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового промышленного оборудования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6А	Лысенко А.В.

Тема работы:

«Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-81/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	23.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – резервуар вертикальный стальной.</p> <p>Предмет исследования – технические решения по сооружению резервуаров на грунтах различного типа.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>Введение 1. Литературный обзор. 2. РВС, классификация, назначения, технические параметры, конструктивные особенности. Сведения о грунтах и их свойствах. 3. Основания и фундаменты под РВС, их виды и функции. 4. Техническое решение по сооружению РВС 20 000 м³, расчет давления на грунт. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Таблицы, рисунки, схемы</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Рыжакина Т.Г., доцент</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Черемискина М.С., ассистент</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>10.02.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Антропова Н.А.	к.г.-м.н, доцент		10.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Лысенко А.В.		10.02.2020

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

Студенту:

Группа 2Б6А	ФИО Лысенко Анна Владимировна
-----------------------	---

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»/ Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. <i>Литературные источники.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	2. <i>Методические указания по разработке раздела.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	3. <i>Нормативные справочники.</i>
	4. <i>Налоговый кодекс РФ</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. <i>Описание потенциальных потребителей;</i> 2. <i>Анализ конкурентных технических решений;</i> 3. <i>SWOT-анализ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. <i>Планирование работ;</i> 2. <i>Разработка графика Ганта;</i> 3. <i>Формирование бюджета затрат на научное исследование.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	1. <i>Определение интегрального показателя эффективности научного исследовани.</i> 2. <i>Расчет показателей ресурсоэффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*
3. *Альтернативы проведения НИ*
4. *График проведения и бюджет НИ*
5. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		31.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Лысенко А.В.		31.01.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6А	Лысенко Анна Владимировна

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 кубических метров в зависимости от типа грунта

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования - резервуар вертикальный стальной. Область применения – нефтяная промышленность, для хранения и учета нефтепродукта.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ Отраслевое соглашение по организациям нефтяной, газовой отраслей промышленности и строительства объектов нефтегазового комплекса Российской Федерации на 2020 - 2022 годы "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Климатические условия – Повышение уровня шума – Повышение уровня вибрации – Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны – Недостаточная освещенность рабочей зоны – Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися. <p>Опасные факторы</p> <ul style="list-style-type: none"> – Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования – Электробезопасность – Пожарная и взрывная безопасность на рабочем месте
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>При строительстве резервуара вертикального стального объемом 20000 м³ сопровождается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – загрязнением атмосферного воздуха; – нарушением гидрогеологического режима;

	<ul style="list-style-type: none"> – повреждением почвенно-растительного покрова; – изъятием земель; – уничтожением лесных массивов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Чрезвычайные ситуации могут возникнуть при строительстве РВС 20000 м ³ , в результате нарушения техники безопасности. Возможные ЧС: механические повреждения оборудования, сооружений, конструкций; разливы нефти; взрывы и пожары. Наиболее типичной ЧС является пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М. С.	-		27.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6А	Лысенко Анна Владимировна		27.02.2020

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	23.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
19.02.2020	<i>Введение</i>	8
02.03.2020	<i>Обзор литературы</i>	7
23.03.2020	<i>Резервуары и их классификация. Классификация грунтов и характеристика их свойств</i>	15
09.04.2020	<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	15
29.04.2020	<i>Техническое решение по сооружению РВС 20 000 м3</i>	15
12.05.2020	<i>Финансовый менеджмент</i>	10
26.05.2020	<i>Социальная ответственность</i>	10
02.06.2020	<i>Заключение</i>	10
09.06.2020	<i>Презентация</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Антропова Н. А.	к.г.-м.н, доцент		10.02.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		10.02.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 98 страниц, 14 рисунков, 21 таблицы, 3 схем, 29 источников литературы.

Ключевые слова: резервуар, РВС, оборудование резервуаров, основание резервуара, осадка резервуара, нагрузки, грунты, слабые грунты.

Объект исследования: вертикальный стальной резервуар типа РВС.

Цель работы: разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта.

Предмет исследования: сооружение резервуаров вертикальных стальных типа РВС при их строительстве в зависимости от типа грунта.

В работе приведена классификация резервуаров, приведены их технические параметры, приведены основные типы грунтов, их особенности, приведены основания под резервуары и фундаменты, приведены расчеты нагрузок на грунт (гидравлическое давление, снеговые нагрузки, давление на грунт резервуара), проведены экономические расчеты затрат на планировочные работы.

Для выполнения аттестационной работы использовался текстовый редактор Microsoft Word, презентация подготовлена с помощью Microsoft Power Point.

					Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Лысенко А.В.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					10	98
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Определения, сокращения, нормативные ссылки

Определения:

Резервуар: это наземное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения и измерения хранимого продукта.

Резервуар вертикальный стальной: наземное строительное сооружение, предназначенное для приёма, хранения, учёта 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.

Общий срок службы резервуара: назначенный срок безопасной эксплуатации, в течение которого резервуар не достигнет предельного состояния с вероятностью γ 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 γ .

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.

Грунт: любые горные породы, почвы, осадки и техногенные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы и как часть геологической среды и изучаемые в связи с инженерно-

					Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Лысенко А.В.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					11	98
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

хозяйственной деятельностью человека.

Грунт скальный: грунт, состоящий из кристаллитов одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи кристаллизационными и/или цементационными.

Грунт дисперсный: грунт, состоящий из совокупности твердых частиц, зерен, обломков и др. элементов, между которыми есть физические, физико-химические или механические структурные связи; образуется в результате выветривания скальных грунтов с последующей транспортировкой продуктов выветривания водным или эоловым путем и их отложения.

Мерзлые грунты: грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями

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

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

Сокращения

РВС – резервуар вертикальный стальной;

РВСП – резервуар вертикальный стальной с понтоном;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;

ГЖ – горючая жидкость;

КДС – клапан дыхательный совмещённый;

КДМ – клапан дыхательный механический;

АК – клапан аварийный;

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

СМДК – совмещённый механический дыхательный клапан;
 ПВ – патрубок вентиляционный;
 ЛЗ – люк замерный;
 ЛМ – люк монтажный;
 ЛС – люк световой;
 ЛЛ – люк лаз;
 ГПСС – генератор пены средней кратности;
 ПП – пробоотборник плавающий резервуарный;
 ПСР ОТ – пробоотборник стационарный резервуарный органного
 типа;
 ПСР – пробоотборник стационарный секционный резервуарный;
 МУ – механизм управления хлопушкой боковой;
 МУВ – механизм управления хлопушкой верхней;
 ХП – хлопушка;
 ПРУ – приёмораздаточное устройство;
 КС – кран сифонный;
 ПРП – приёмораздаточный патрубок;
 КЖ – кольцо жесткости;
 ЧС – чрезвычайная ситуация.

Нормативные ссылки

ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти нефтепродуктов.

ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.

ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

					<i>Определения, сокращения, нормативные ссылки</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ Биологическая безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности.

СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.

СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.

СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.

СП 52.13330.2011 Свод правил Естественное и искусственное освещение.

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м³.

РД 23.020.00-КТН-279-07 Методика обследования фундаментов и оснований резервуаров вертикальных стальных.

					Определения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Оглавление

Введение	18
1. Обзор литературы	20
1.1. Объекты и методы исследования	21
2. Резервуар вертикальный стальной	22
2.1. Резервуары и их классификация.	22
2.1.1. Технические параметры	25
2.1.2. Оборудование резервуара.....	26
2.1.3. Особенности конструкции РВС	29
2.2. Общие сведения о грунтах	33
2.2.1. Классификация грунтов и характеристика их свойства	33
3. Основания и фундаменты под РВС.....	40
3.1. Основания под резервуар, их виды и функции	40
3.1.1. Естественные основания	40
3.1.2. Естественное основание с подсыпкой	41
3.1.3. Искусственные основания.....	43
3.1.3.1. Искусственные основания для разных видов слабых грунтов... ..	44
3.1.4. Укрепление грунта основания.....	46
3.2. Фундаменты под резервуары вертикальные стальные	49
3.2.1. Кольцевой железобетонный фундамент.....	50
3.2.2. Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты	53
3.2.3. Свайные фундаменты	54
3.2.4. Конструкции фундаментов для строительства резервуаров в сложных геологических условиях.....	55
3.3. Приемка основания и фундамента	57
4. Техническое решение по сооружению РВС 20 000 м ³	60

					<i>Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко А.В.</i>			Оглавление		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					15	98	
<i>Консульт.</i>							НИ ТПУ гр. 2Б6А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>							

4.1.	Исходные данные	60
4.2.	Расчет давления на грунт РВС 20000м ³	61
4.3.	Сооружение искусственного основания для РВС 20000м ³	63
4.3.1.	Расчет давления на искусственное основание РВС 20000 м ³	64
4.4.	Готовое техническое решение строительства основания для РВС 20000 м ³	64
5.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
5.1.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	66
5.1.1.	Потенциальные потребители результатов исследования	66
5.1.2.	Анализ конкурентных технических решений	66
5.1.3.	SWOT-анализ	68
5.2.	Планирование научно-исследовательских работ	69
5.2.1.	Структура работ в рамках научного исследования	69
5.2.2.	Разработка графика проведения научного исследования	69
5.3.	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	72
5.3.1.	Расчет материальных затрат НТИ	72
5.3.2.	Основная заработная плата исполнителей темы	73
5.3.3.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	75
5.3.4.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ..	75
5.3.5.	Накладные расходы	76
5.3.6.	Формирование бюджета затрат НТИ	76
5.4.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	77
6.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	80
6.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
6.2.	Производственная безопасность	81

					Оглавление	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

6.2.1. Анализ выявленных вредных факторов и мероприятий, направленных на их устранение.....	82
6.2.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	88
6.3. Экологическая безопасность	92
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	93
Заключение	95
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	96

Введение

Нефть является не только сырьем для производства топлива для транспортных средств, но и основой для множества производимых товаров в различных сферах производства, начиная от синтетических каучуков и заканчивая продуктами питания и лекарствами. Количество добываемой нефти и ее потребления постоянно увеличивается. В 2019 году Россия заняла второе место в мире по добыче сырой нефти, что составило около 555 миллионов тонн. К первому кварталу 2020 Россия завладела 13,5% рынка по добыче нефти, при этом значения ежедневной добычи нефти достигли 1,5 миллионов тонн.

Неотъемлемой частью магистрального нефтепровода являются резервуары и резервуарные парки. Резервуары осуществляют немалое количество важных функций, таких как: поддержание постоянного давления, распределение и учет нефти и нефтепродукта, отстой продукта и подготовка нефти до товарных качеств (очистка, обессоливание нефти). Нефтяная промышленность нуждается в строительстве новых резервуаров, поскольку большая часть действующих резервуаров либо нуждается в демонтаже, либо превысила свой срок эксплуатации. Весной этого года из-за политической ситуации в мире свободных резервуаров практически не осталось, и в качестве емкостей для хранения нефтепродукта пришлось использовать танкеры и железнодорожные цистерны, что усложнило все технологические процессы.

При строительстве резервуаров большое значение имеет тип грунта, поскольку от его особенностей зависят технические параметры резервуара (геометрические, конструктивные и пр.), необходимые для нормального функционирования в течение всего срока эксплуатации. С течением времени

					<i>Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко А.В.</i>			Введение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					18	98
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

происходит изменение свойств грунтов в результате воздействий природного или технологического факторов. Перемена в физико-механических свойствах грунтов ведет к изменению технических решений, касающихся оснований резервуара, за счет приобретения новых значений плотности, устойчивости, водонепроницаемости и разрыхляемости грунта.

Цель выпускной квалификационной работы: Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта.

Предмет исследования – сооружение резервуаров вертикальных стальных типа РВС при их строительстве в зависимости от типа грунта.

Основные задачи исследования:

1. Характеристика оборудования, конструктивных особенностей резервуаров вертикальных стальных.
2. Классификация грунтов с целью выявления наиболее предпочтительных для строительства.
3. Рекомендовать виды оснований и фундаментов для резервуаров, их особенности в зависимости от типа грунта.
4. Техническое решение по сооружению резервуара и оценка его эффективности.
5. Рассчитать затраты на проведение научного исследования.
6. Рассмотреть все опасные и вредные факторы, оказываемые на людей при строительстве резервуара вертикального стального, а так же способы предупреждения и защиту. Рассмотреть воздействие на экологию и мероприятия по устранению вредного антропогенного фактора.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

1. Обзор литературы

Для написания выпускной квалификационной работы были использованы руководящие документы, ГОСТы и СНиПы. Основные вопросы по классификации, техническим характеристикам, конструктивным особенностям, проектированию, сроку службы и многим другим ключевым задачам в области построения резервуаров обозначены ГОСТ [1;4].

Углубленно изучены руководящие документы, а также стандарты организаций, прописывающие правила проектирования, изготовления и монтажа РВС для нефти и нефтепродуктов [2,7].

Были изучены нормативные документы о грунтах[4,11]. Рассмотрены их классификации и свойства, имеющие большое значение при строительстве резервуаров вертикальных стальных типа РВС.

Рассмотрены СНиПы к основаниям и фундаментам резервуаров, их типы и конструктивные решения [5,8,10]. Проанализированы нормативные документы, прописывающие нагрузки и воздействия на основания и фундаменты резервуаров [6,9,12].

В данной работе был исследован вопрос зависимости вида основания РВС от типа грунта. Разобраны виды фундаментов, применимых к грунтам различной категории. А так же предложен ряд мер по эффективному и экономичному выбору вида основания для РВС в зависимости от геологических условий.

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

					<i>Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко А.В.</i>			<i>Обзор литературы</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					20	98
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ гр. 2Б6А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

1.1. Объекты и методы исследования

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной типа РВС. Основные технические характеристики: номинальный объёмом – 20 000 м³, с внутренним диаметром стенки – 39,9 м, с высотой стенки 17,88 м, высотой налива продукта – 17,1 м.

РВС располагается в Александровском районе Томской области, принадлежит предприятию АО "Транснефть - Центральная Сибирь", в частности структурному подразделению РНУ «Стрежевой» НПС «Александровская».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
					Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта		
Разраб.		Лысенко А.В.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.				21	98
Консульт.					НИ ТПУ гр. 2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					

2. Резервуар вертикальный стальной

2.1. Резервуары и их классификация.

Различные виды резервуаров используются для хранения нефти и нефтепродуктов. Резервуар – это наземное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения и измерения хранимого продукта.

Резервуары предназначены для выполнения следующих задач:

- Приём, хранение, выдача и учёт (количественный и качественный) нефтесодержащих стоков, нефти и нефтепродуктов;
- Хранение и отстой пластовой воды и механических примесей;
- Хранение пожарной и питьевой воды;
- Хранение жидких пищевых, химических продуктов, а также минеральных удобрений.

Для хранения сжиженных газов используются изотермические резервуары, для горячей воды – баки-аккумуляторы.

В зависимости от функций и назначений резервуара, в производственных процессах могут эксплуатироваться различные их виды и модификации:

- По виду расположения;
- По объему;
- По материалу изготовления;
- По местоположению;
- По виду назначения;
- По методам изготовления;
- По классу опасности.

Резервуары устанавливаются как под землёй, так и над землёй.

Подземные резервуары – резервуары, заглубленные в грунт или обсыпанные

					Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Лысенко А.В.			Резервуар вертикальный стальной	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					22	98
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

грунтом. К ним относятся резервуары, обсыпка которых превышает уровень нефтепродукта на 0,2 м, а ширина составляет более 3 м. Наивысший уровень хранимой жидкости в таких резервуарах должен быть ниже минимальной планировочной отметки прилегающей площадки не менее чем на 0,2 м.

Наземные резервуары – резервуары, днище которых расположено на одном уровне с минимальной планировочной отметкой прилегающей площадки или выше нее в пределах 3 м от стенки резервуара. В районах Крайнего Севера с вечной мерзлотой устанавливаются резервуары на свайных опорах.

Для хранения сравнительно небольших объемов нефти и нефтепродукта устанавливают горизонтальные стальные резервуары, емкость которых не превышает 1000 м³.

Для изготовления применяются металлические, железобетонные, стальные, синтетические материалы, а также льдогрунтовые. Как в нашей стране, так и за рубежом, наибольшее распространение получили резервуары, изготавливаемые из стали.

Резервуар вертикальный стальной (РВС) - наземное строительное сооружение (рис. 1.1), предназначенное для приёма, хранения, учёта и выдачи темных и светлых нефтепродуктов, химикатов, нефти, воды и всевозможных жидкостей.



Рис. 1.1 Резервуар вертикальный стальной

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Резервуары делятся на две группы. Резервуары, предназначенные для хранения жидкостей при избыточном давлении до 0,07 МПа включительно и температуре до 120°C, относятся к первой группе. Ко второй группе относятся резервуары, работающие под давлением более 0,07 МПа.

Вертикальные стальные резервуары изготавливают внутренним объёмом 100 - 120 000 м³. Резервуарным парком называется объединение резервуаров в группу, сосредоточенное в одном месте.

Существует несколько методов изготовления и монтажа листовых металлоконструкций РВС:

– в рулонном исполнении – резервуары рулонной сборки, для которых листовые конструкции стенки, днища, понтона и крыш (стационарной, плавающей) изготавливаются и монтируются в виде рулонируемых полотнищ;

– в полистовом исполнении – резервуары полистовой сборки, изготовление и монтаж всех листовых конструкций которых ведётся из отдельных листов;

– 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 рулонируемых полотнищ.

Класс опасности присваивается резервуарам в зависимости от их объема:

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

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

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

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

По назначению РВС подразделяются на:

- сырьевые резервуары (используются для хранения сырой нефти);
- технологические резервуары (используются в технологических процессах, отстоя и подрезки нефти, для сброса пластовой воды);
- товарные РВС предназначены для хранения товарной нефти (обезвоженной и обессоленной).

Резервуар состоит из поясов, а их количество определяется объёмом резервуара и его высотой.

Возможно несколько модификаций изготовления поясов:

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

2.1.1. 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 γ 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 γ .

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Типы резервуаров по конструктивным особенностям:

- вертикальные цилиндрические резервуары РВС со стационарной конической или сферической крышей вместимостью до 20 000 м³ (при хранении ЛВЖ) и до 50 000 м³ (при хранении ГЖ);
- резервуары вертикальные цилиндрические со стационарной крышей и плавающим понтоном вместимостью до 50 000 м³;
- резервуары вертикальные цилиндрические с плавающей крышей вместимостью до 120 000 м³.

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 [4]:

– 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 газовой обвязкой и установкой улавливающей легкие фракции;

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

2.1.2. Оборудование резервуара

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Все резервуары снабжены разнообразным оборудованием. На рис. 1.2 представлен резервуар с основным оборудованием.

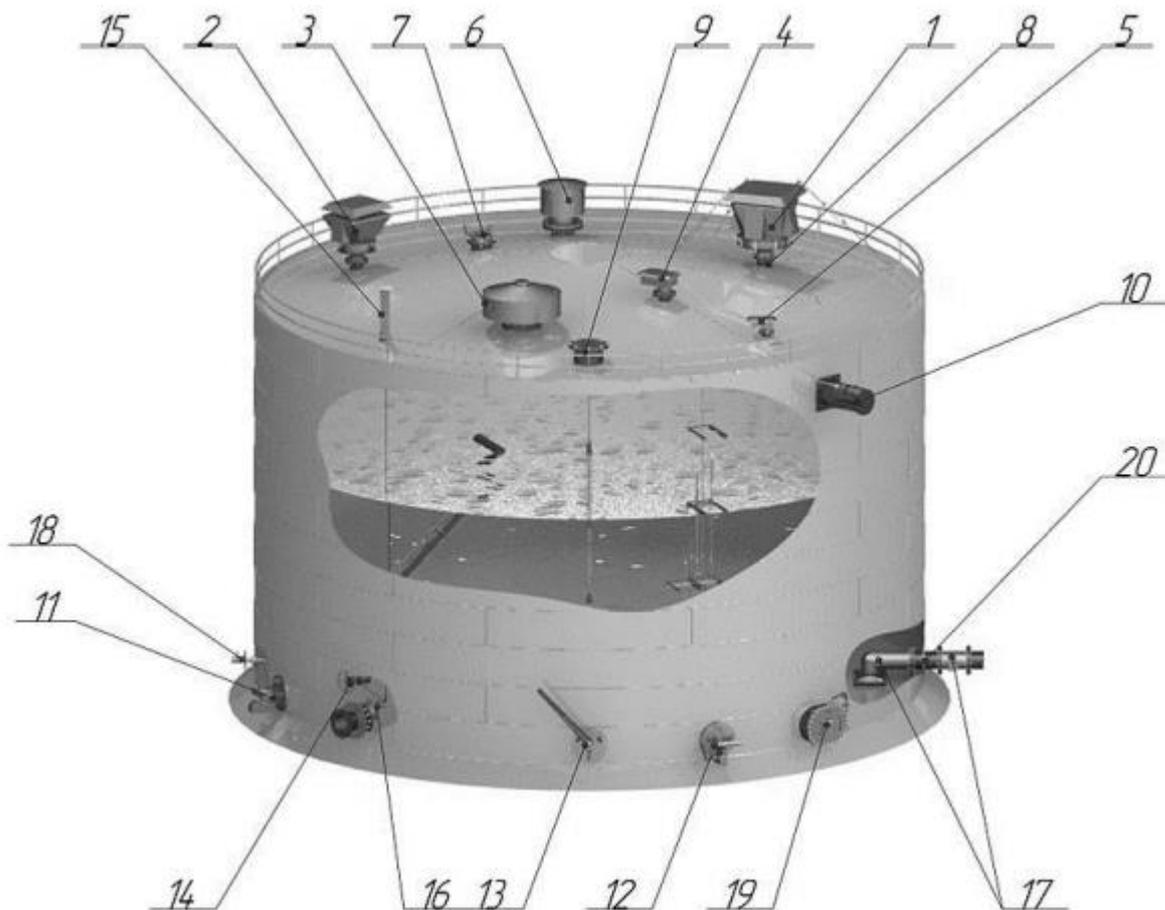


Рис. 1.2. Конструкция и состав РВС

1 - клапан дыхательный совмещённый (КДС); 2 - клапан дыхательный механический (КДМ); 3 - клапан аварийный (АК); 4 - совмещённый механический дыхательный клапан (СМДК); 5 - клапан дыхательный механический (КДМ-50); 6 - патрубок вентиляционный (ПВ); 7 - люк замерный (ЛЗ); 8 - люк монтажный (ЛМ); 9 - люк световой (ЛС); 10 - генератор пены средней кратности (ГПСС); 11 - пробоотборник плавающий резервуарный (ПП); 12 - пробоотборник стационарный резервуарный органного типа (ПСР ОТ); 13 - пробоотборник стационарный секционный резервуарный (ПСР); 14 - механизм управления хлопушкой боковой (МУ-1); 15 - механизм управления хлопушкой верхней (МУВ); 16 - хлопушка (ХП); 17 - приёмораздаточное устройство (ПРУ); 18 - кран сифонный (КС); 19 - люк-лаз (ЛЛ); 20 - приёмораздаточный патрубок (ПРП).

Назначение установленного на резервуаре оборудования:

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

- клапан дыхательный предназначен для герметизации газового пространства резервуаров с нефтепродуктами и регулирования давления в этом пространстве в заданных пределах;
- клапан предохранительный предназначен для защиты резервуара от механического разрушения путём автоматического сброса избыточного давления; – клапан аварийный предназначен для аварийного сброса внутреннего избыточного давления в резервуаре с нефтепродуктами при интенсивном нагревании газового пространства;
- люк замерный служит для опускания замерных приспособлений и пробоотборников при определении уровня взлива и отборе проб газойля атмосферного. Он монтируется на патрубке монтажном ПМ, приваренном к крыше резервуара;
- люк световой расположен на крыше резервуара и предназначен для осмотра внутренней полости резервуара;
- люк-лаз овальный предназначен для осмотра и проведения ремонтных работ внутри резервуара у его основания;
- люк-лаз цилиндрический один предназначен для осмотра и проведения ремонтных работ внутри резервуара у его основания, второй для монтажа устройства размыва донных отложений (мешалка);
- приёмно-раздаточные устройства, установленные на приёмном и раздаточном патрубках предназначены для предотвращения потерь бензина из резервуара. В случае разрыва технологических трубопроводов или отказа размещённых на нём запорных устройств ПРУ устанавливаются снаружи резервуара. В случае отказа запорных устройств или аварии, ПРУ может быть быстро закрыто, перекрывая проход бензина в трубопровод.
- кран сифонный предназначен для забора и спуска подтоварной (отстоявшийся) воды со дна резервуара;

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

– устройство размыва донных отложений в резервуаре, предназначено для перемешивания, предотвращения выпадения осадков, размыва донных отложений и усреднения характеристик по объёму резервуара;

– пробоотборник стационарный многоколонный резервуарный предназначен для отбора проб нефтепродуктов с каждого из пяти уровней резервуаров с нормальным или повышенным давлением;

– камера низкократной пены предназначена для образования и подачи пены низкой кратности на тушение пожара горючей жидкости в резервуаре.

2.1.3. Особенности конструкции РВС

В состав резервуара входят несущие и ограждающие конструкции.

Основные несущие конструкции включают в себя: стенку, включая врезки патрубков и люков, крайки днища, бескаркасную крышу, каркас и опорное кольцо каркасной крыши, анкерные крепление стенки, кольца жесткости [1].

Ограждающие конструкции резервуара: центральная часть днища, настил стационарной крыши, плавающая крыша, понтон [1].

Стенки РВС изготавливаются из металлических листов, обычно используются листы размером 1,5×3 м или 1,5×6 м. При этом толщина нижнего пояса может варьироваться от 6 мм для резервуара объемом 1000 м³ до 25 мм для резервуара объемом 120 000 м³. Для верхнего пояса резервуара толщина колеблется в пределах от 4 до 10 мм. Чтобы предотвратить разрушение резервуара от взрыва паровоздушной смеси в замкнутом объеме, производят ослабление верхнего сварного шва с крышей резервуара.

Днища резервуаров могут быть плоскими или коническими с уклоном от центра или к центру. Для РВС вместительностью менее 1000 м³ допускается применение плоских днищ, а более объёмные конструкции

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

требуют установки конических днищ. Минимальная толщина стали для днища у резервуара до 1000 м³ составляет 4 мм. Днище у более габаритных РВС дополнительно укрепляется кольцевой окрайкой толщиной не меньше 6 мм.

Окрайки днища резервуара — это утолщённые, по сравнению с центральной частью, листы, которые располагаются по его периметру в зоне опирания стенки.

Пояс стенки резервуара — это цилиндрический участок стенки, который состоит из листов одной толщины, при этом высота пояса равна ширине одного листа.

В зависимости от объема резервуара и его инженерных особенностей, крыша резервуара может иметь разнообразную конструкцию. Так, крыша может быть: плоской, каркасной конической, купольной, самонесущей сферической, с понтоном (РВСП) или без, стационарной или плавающей (РВСПК); плавающая крыша может быть однодечной (ПК) и двудечной (ПДК).

Стационарные крыши резервуаров подразделяются на следующие типы:

- самонесущая коническая крыша;
- самонесущая сферическая крыша;
- каркасная коническая крыша;
- купольная крыша.

Крыши любой конструкции должны удерживаться только по периметру опирания на стенку резервуара или на кольцо жесткости. Минимальная толщина настила, либо любого компонента внутренних и внешних элементов каркаса крыш должна составлять 4 мм, исключением является припуск на коррозию [1].

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Плавающие крыши в свою очередь подразделяются на однодечные и двухдечные. Однодечные применяются в районах с расчетным весом снегового покрова до 240 кг/м^2 , двухдечные не имеют ограничений. В рабочем положении плавающая крыша должна полностью контактировать с поверхностью хранимого продукта. В опорожненном резервуаре крыша находится на стойках, опертых на днище резервуара [1].

Плавающие крыши для резервуаров применяются в ряде случаев при:

- объеме резервуара больше $5\,000 \text{ м}^3$ и выше ;
- допустимом соотношении диаметра (D) высоты (H) резервуара $D/H \geq 1,5$;
- max нормативная снеговая нагрузка:
 - ✓ $1,0 \text{ кПа}$ для резервуаров диаметром до 30 м ;
 - ✓ $1,5 \text{ кПа}$ для резервуаров диаметром от 30 м до 60 м ;
 - ✓ свыше $1,5 \text{ кПа}$ для резервуаров диаметром более 60 м [1].

Плавающие крыши должны быть обеспечены стоком ливневых вод с поверхности к ливнеприемному устройству для дальнейшего отвода за пределы крыши и резервуара. Ливнеприемное устройство однодечной плавающей крыши должно быть оборудовано клапаном, исключающим попадание хранимого продукта на плавающую крышу при нарушении герметичности трубопроводов водоспуска [1].

Плавающие крыши необходимо правильно спроектировать, чтобы избежать их потопления или неисправности ее конструктивных узлов и приспособлений, а также конструктивных элементов, расположенных на стенках и днище резервуара, в процессе наполнения или опорожнения РВС.

Плавающая крыша целиком контактирует с поверхностью хранимой жидкости. В опорожненном резервуаре крыша располагается на стойках, которые используют для опоры днище резервуара.

					Резервуар вертикальный стальной	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Кольца жесткости устанавливаются на стенки резервуара для повешения устойчивости и обеспечения прочности резервуара в процессе эксплуатации, а также для достижения правильной геометрической формы.

Существует несколько типов колец жесткости:

- верхнее ветровое кольцо для резервуаров без стационарной крыши или для резервуаров со стационарными крышами специальных типов, имеющих повышенную деформативность в плоскости основания крыши;
- верхнее опорное кольцо для резервуаров со стационарными крышами;
- промежуточные для обеспечения устойчивости при воздействии ветровых и сейсмических нагрузок;
- промежуточные формообразующие кольца для резервуаров, сооружаемых методом рулонирования [2].

По всему периметру стенки резервуара кольца жесткости полным проплавлением соединяются встык и характеризуются неразрывным сечением. В зоне монтажных стыков стенки рулонизируемых резервуаров, а также на отдельных участках демонтаж элементов колец запрещен.

Разрешается установка колец на накладках. Монтажные стыки колец жесткости должны располагаться на расстоянии не менее 150 мм от вертикальных и горизонтальных швов (расстояние от оси горизонтальной полки кольца до оси сварного шва) стенки [2].

Кольца жесткости (КЖ) должны иметь опоры, выполняемые в виде ребер или подкосов, если их ширина превосходит толщину горизонтального элемента кольца более чем в 16 раз. Расстояние между опорами не должно превышать высоту внешней вертикальной полки кольца более чем в 20 раз.

При использовании на резервуаре устройства охлаждения кольца жесткости, устанавливают КЖ определенной конструкции, не способной препятствовать орошению стенки резервуара ниже уровня самого кольца.

					<i>Резервуар вертикальный стальной</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

Если кольцо жесткости способно собирать воду, его обеспечивают сточными отверстиями.

По результатам данной главы можно сделать вывод, что наибольшее влияние грунт оказывает на днище резервуара. Днище РВС вместимостью 20000 м³ должен быть конической формы, толщиной не менее 6 мм. Поскольку данный резервуар относится ко II классу опасности, следует использовать комбинированный метод изготовления РВС.

2.2. Общие сведения о грунтах

Грунт и грунтовые воды являются одним из основных критериев при строительстве фундамента для резервуара.

Грунт - любые горные породы, почвы, осадки и техногенные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы и как часть геологической среды и изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека [3].

Грунт может быть использован в качестве:

- материала для основания зданий и сооружений;
- среды для размещения в них сооружений;
- материала самого сооружения.

2.2.1. Классификация грунтов и характеристика их свойства

Различают грунты в соответствии с классом (по природе структурных связей), типом (по генезису), видом (по вещественному, петрографическому или литологическому составу) и разновидностям (по количественным показателям состава, строения, состояния и свойств грунтов).

Грунты делятся на несколько классов по общему характеру структурных связей:

- 1) Грунт скальный - грунт, состоящий из кристаллитов одного или

					<i>Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко А.В.</i>			Общие сведения о грунтах	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					33	98
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи кристаллизационными и/или цементационными [3].



Рис. 2.1 Скальный грунт

2) Грунт дисперсный – грунт, состоящий из совокупности твердых частиц, зерен, обломков и др. элементов, между которыми есть физические, физико-химические или механические структурные связи; образуется в результате выветривания скальных грунтов с последующей транспортировкой продуктов выветривания водным или эоловым путем и их отложения [3].



Рис. 2.2 Дисперсный грунт

3) Мерзлые грунты – грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями. Мерзлые грунты являются четырехкомпонентными системами, в которых кроме твердой, жидкой и газообразной фаз, существует лед [3].



Рис. 2.3 Мерзлые грунты

Грунты подразделяются на несколько типов в зависимости от условий образования.

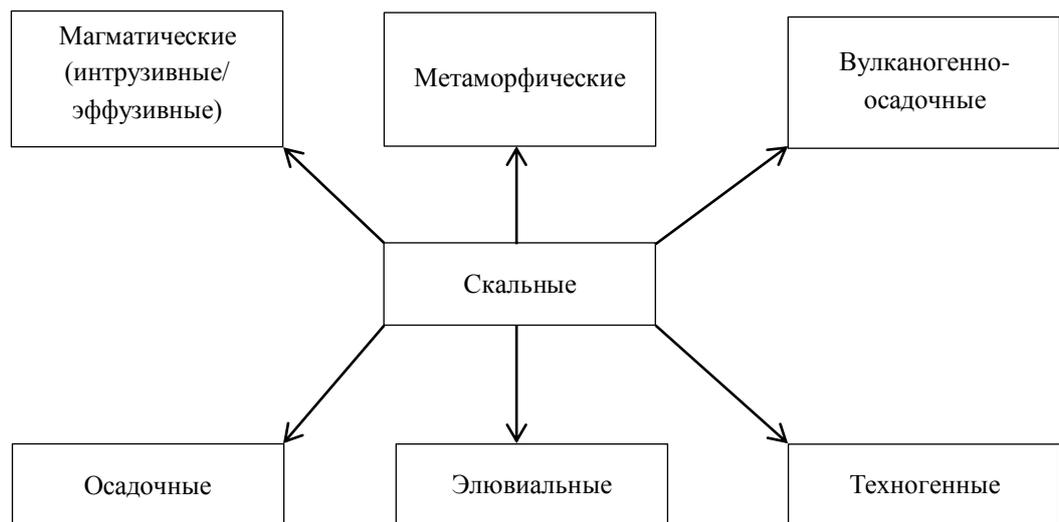


Схема 1. Типы скальных грунтов

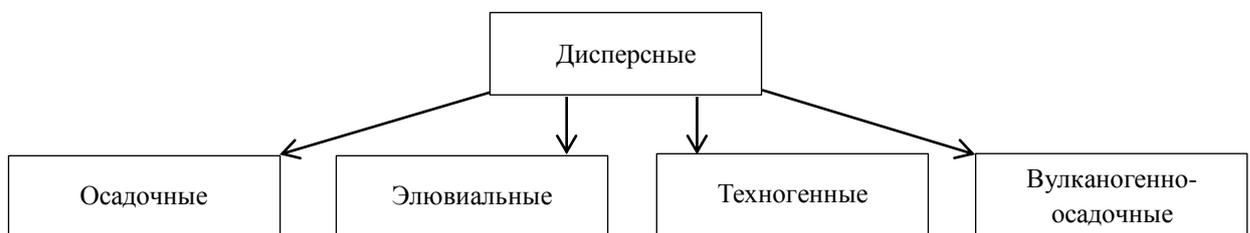


Схема 2. Типы дисперсных грунтов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

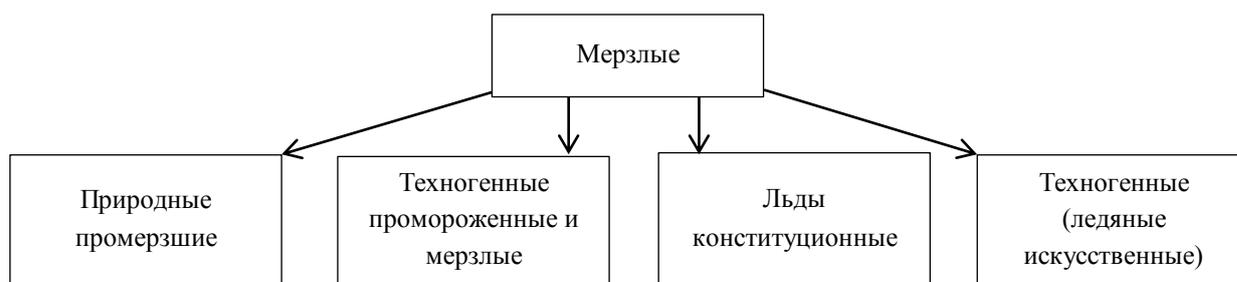


Схема 3. Типы мерзлых грунтов

Приведем характеристики всех типов грунта:

- Магматические (интрузивные/эффузивные) – горные породы, образовавшиеся из магмы, которая проникает в верхние горизонты Земли (интрузивные) или на ее поверхность (эффузивные);
- Осадочные – горные породы, образовавшиеся в результате преобразования континентальных или морских осадков под действием низких давлений и температур;
- Метаморфические – горные породы, образовавшиеся из осадочных и магматических под влиянием высоких температур, давлений и газо-водных растворов;
- Вулканоогенно-осадочные – горные породы, образовавшиеся путем смешения вулканоогенного и осадочного материалов;
- Элювиальные – горные породы, образовавшиеся продуктами выветривания скальных и полускальных пород;
- Техногенные – грунты, образовавшиеся в результате горнотехнической, инженерно-строительной, сельскохозяйственной и других видов человеческой деятельности.
- Природные промерзшие – грунты с отрицательной температурой, образовавшиеся в условиях естественного залегания
- Техногенные замороженные и мерзлые – грунты с отрицательной температурой, образовавшиеся в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека.

– Льды конституционные - льды, образовавшиеся в результате промерзания влажных дисперсных пород.

– Техногенные (ледяные искусственные) – грунты, образующиеся при целенаправленном искусственном промораживании любых природных или техногенных грунтов или при намораживании искусственных льдов.

Помимо качественных характеристик грунт обладает количественными показателями, характеризующими их вещественный состав, строение, состояние и свойства. К таким показателям относят: предел прочности на одноосное сжатие, пористость, степень растворимости, коэффициент водонасыщения, степень плотности, показатель текучести, относительная деформация просадочности, степень пучинистости, льдистость и др. [3].

Свойства грунтов во многом определяются условиями образования, структурой и составом пород. К основным строительным свойствам грунтов, влияющим на технологию производства, трудоемкость и стоимость земельных работ, относятся:

- плотность;
- влажность;
- сцепление;
- разрыхленность;
- угол естественного откоса;
- размываемость.

Скальные грунты наиболее подходят для строительства, поскольку обладают необходимой прочностью и устойчивостью к проседанию. Данный грунт также обладает стойкостью к колебаниям температур и воздействию влаги, что делает его надежным и долговечным основанием.

Не все виды дисперсных грунтов благоприятны в качестве оснований для строительства. Песчаным грунтам присуща равномерная плотность и

					<i>Общие сведения о грунтах</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

отсутствие вспучивания при замерзании, а сооружения, построенные на песке, обеспечивают минимальную и быструю усадку грунта, что делает песчаные грунты неплохим основанием для строительства. Однако, глинистые грунты являются неблагоприятными для строительства. Грунты такого вида подвержены сжимаемости, размываемости и вспучиванию при промерзании, кроме того, под действием нагрузок от сооружения дают просадку. При использовании дисперсных грунтов следует прибегать к использованию искусственного основания или фундамента.

Наименее пригодными для строительства являются мерзлые грунты вследствие морозного пучения. При строительстве сооружения на данном грунте необходимо использование фундамента.

РНУ «Стрежевой» НПС «Александровская» находится на севере Томской области. Рассмотрим характерный для данной местности тип грунта (рис.2.4.).

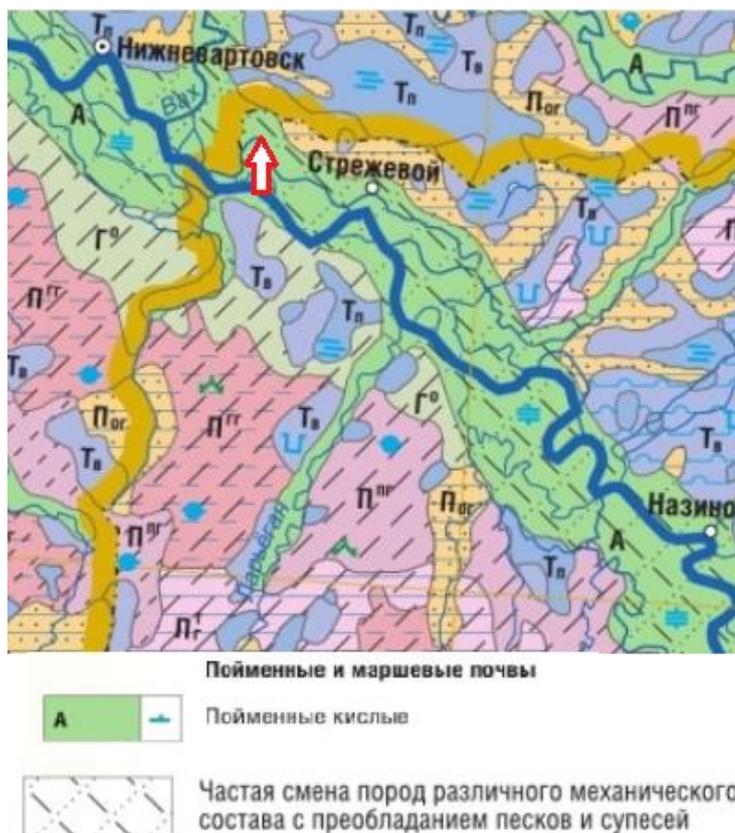


Рис. 2.4. Почвенная карта

По данным атласа почв РФ на территории НПС преобладают пески и супеси. Данные виды грунта относятся к классу дисперсных грунтов осадочного типа.

Песчаные грунты обладают высокой водонепроницаемостью и при замерзании не вспучиваются, поскольку обладают низкой пористостью. Коэффициент сжатия песка низкий, однако, для данного грунта характерно быстрое и хорошее уплотнение при увеличении нагрузки, что увеличивает его несущую способность. Осадка строения, возведенного на песке, прекращается довольно быстро.

Супесь обладает водонепроницаемыми свойствами и высоким коэффициентом трения. Для данного грунта характерна хорошая вязкость и низкая пластичность. Супесь обладает низкой пористостью, вследствие чего мало подвергается пучению. Супесь обладает низкой несущей способностью в сравнении с песчаным грунтом.

По данной главе можно сделать вывод о том, что сооружение резервуара будет производиться на территории с достаточно благоприятным для строительства грунтом. Однако, поскольку пески и супеси относятся к классу дисперсных грунтов, следует прибегнуть к использованию технического решения для достижения необходимой прочности и устойчивости основания под РВС.

					Общие сведения о грунтах	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

3. Основания и фундаменты под РВС

Основным этапом при проектировании резервуара, а также при его строительстве является проектирование его основания и фундамента. Необходимо отметить, что именно от этого этапа в дальнейшем зависит работоспособность, срок эксплуатации резервуара и многое другое. В процессе эксплуатации происходит воздействие на грунт веса резервуара и его содержимого, что может привести к нарушению геометрии, разрушению основания. Для предотвращения перечисленных последствий необходимо строительство фундамента.

Конструкция фундаментов должна обеспечивать устойчивость основания и развитие его деформаций в размерах, позволяющих нормально эксплуатировать все системы и устройства резервуара, а также прочность материала его конструкции.

Проектирование основания и фундамента под резервуар должно выполняться с учетом положений ГОСТ 31385-2016 [1], СП 22.13330.2011 [10], СП 24.13330.2011 [14]; СП 25.13330.2012 [15]; СП 14.13330.2018 [13] и других дополнительных требований.

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

Существует два вида оснований по фундаментам для РВС:

- естественные;
- искусственные.

3.1. Основания под резервуар, их виды и функции

3.1.1. Естественные основания

Естественные основания не нуждаются во вспомогательных

					Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Лысенко А.В.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.				40	98
Консульт.					Основания и фундаменты под РВС		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					
					НИ ТПУ гр. 2Б6А		

мероприятиях по упрочнению грунта, поскольку они обладают необходимой прочностью и плотностью. Сопротивление естественного основания обеспечивает допустимые значения деформации под действием нагрузки, не превышающие предельных значений. Скальные и нескальные грунты являются подходящими для устройства естественных оснований.

Свойства необходимые грунтам для естественных оснований:

- малая и равномерная сжимаемость (большая плотность, которая дает малую и равномерную осадку грунта);
- нерастворимость грунтовыми, дождевыми и талыми водами.

В период эксплуатации резервуара за счет уплотнения грунтов происходит осадка фундамента. Грунт может получить неравномерное уплотнение, если напряжение по подошве фундамента будет превышать расчетное, в результате чего возникают потери устойчивости фундаментальной части, а также достижение предельного состояния прочности.

Расчеты оснований и фундамента позволяют определить величину влияния осадки на резервуар. Расчет оснований для строительства резервуара вертикального стального состоит в вычислении давлений на грунты и величин осадок грунтов основания, возникающих при этих давлениях, оказанных на грунты различного типа. После расчета, если возникают недопустимые величины осадок, как правило, для грунтов со слабой несущей способностью (водонасыщенные грунты, торфы, пучинистые грунты) характерные для Западной Сибири, необходимо принимать соответствующие меры. Для снижения осадок необходимо увеличить подошву фундамента, либо использовать искусственное основание.

3.1.2. Естественное основание с подсыпкой

Естественное основание с подсыпкой является переходным инженерным решением между естественным и искусственным основанием,

					<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

оно используется для увеличения надежности конструкции, и из экономических соображений.

Естественное основание с подсыпкой может быть естественное основание с песчаной подушкой и грунтовой подушкой выполняемой в виде подсыпки на основание.

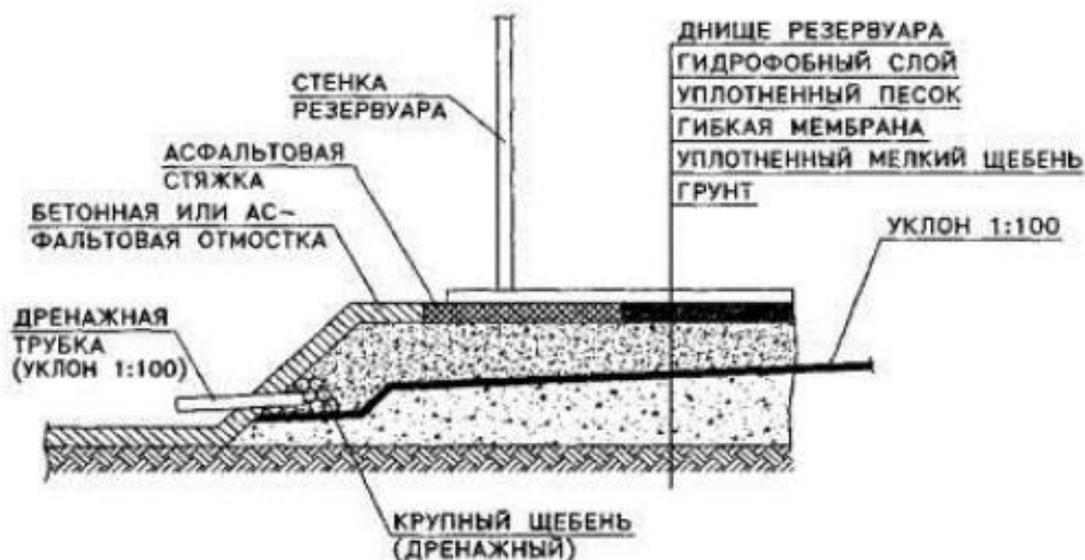


Рис. 3.1 Грунтовая подушка

Основные функции, которые выполняет подсыпка на основание:

- распределения давления от металлоконструкции резервуара на основание;
- производить дренаж днища;
- обеспечивать антикоррозийную защиту днища.

Материалы, которые используют для подсыпки основания:

- уплотненный крупный песок;
- щебень;
- гравий;
- гравийно-песчаную смесь.

Грунтовая подушка (рис. 3.1) формируется слоями толщиной около 150 мм, слои утрамбовываются с помощью катков массой от 5 до 10 тонн.

Высота подушке может быть от 0,2 до 2,5 м, все зависит от геологических условий строительной площадки.

Для обеспечения дренажа грунтовой подушки и осуществления контроля за протечками, при повреждении днища резервуара необходимо по периметру фундамента на расстоянии 5 м друг от друга установить радиальные дренажные трубки $D = 45$ мм, которые будут закрыты с торцов пластиковой сеткой 10×10 мм [2].

Чтобы обеспечить антикоррозийную защиту днища по верху подсыпки необходимо уложить гидрофобный слой из битумно-песчаной смеси толщиной не менее 50 мм, состоящей из формованной в горячем состоянии смеси следующих компонентов: 9 % битума, растворенного в чистом керосине, 10 % портландцемента и 81 % чистого песка [2].

Поскольку резервуар имеет неравномерную осадку, подсыпка зачастую имеет вверху уклон от центра к краям. Такой метод также позволяет снизить приток хранимой нефти или нефтепродукта к откачивающим устройствам. Подъем центральной части днища резервуара имеет большое значение для его работоспособности и срока эксплуатации, так как осадка днища резервуара может достигать до 2 м.

Если грунт, имеющий слабую несущую способность или пучинистый грунт, расположенный в районах с глубоким сезонным промерзанием грунтов, залегает на малую глубину, не превышающую 3 м, то необходимо производить замену такого грунта с местным уплотнением песчаного или глинистого грунта, зачастую привозного. Если залегание таких грунтов превышает 3 м, то такой метод экономически не выгоден, в связи с ростом расходов на выравнивание резервуаров, установленных таким методом.

3.1.3. Искусственные основания

Искусственное основание используют в случаях, когда для строительства РВС используют слабые грунты или грунты, не

					<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

выдерживающие оказываемого на них давления. Для увеличения прочности грунта можно использовать уплотнения, химические закрепления, а также забивку бетонных или песчаных свай. К искусственным основаниям так же относятся свайные основания и фундаменты глубокого заложения, передающие нагрузку от сооружения на более прочные грунты, залегающие на большей глубине от поверхности земли.

Уплотнение грунта можно достичь несколькими методами: с помощью катков (весом самих механизмов), с помощью трамбовки (ударным способом), с помощью вибраторов (вибрационный способ).

Максимальный результат в процессе уплотнения грунта достигается при определённых значениях его влажности:

- песчаные грунты 8-17% влажности;
- супесчаные грунты 15-18% влажности;
- суглинки 17-20% влажности;
- глинистые грунты 20-25%.

Для уплотнения связных грунтов, а также небольших по толщине слоев несвязных грунтов используются катки. Кроме того, большое распространение получило уплотнение трамбовками, сбрасываемыми с различных кранов или копров. Железобетонные или металлические плиты весом 1-2 т поднимают на высоту 1-2 м и более и сбрасывают вниз. В результате грунт уплотняется на глубину до 1 м. Данный метод применим как для связных, так и несвязных грунтов. Вибрирование применяют для уплотнения только несвязных грунтов при помощи глубинных вибраторов. Этот метод наиболее эффективен при уплотнении песчаных грунтов с содержанием пылеватых и глинистых частиц не более 20 %.

3.1.3.1. Искусственные основания для разных видов слабых грунтов

					<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

Для грунтов с просадочными свойствами применяется комплекс мер для снижения их отрицательных свойств по всей толщ просадки. Если данные меры невозможно применить, следует установить свайный фундамент, который будет полностью прорезать просадочную толщу.

Полная или частичная замена слоя набухающего грунта на не набухающий, а также использование компенсирующих песчаных подушек и свайных фундаментов – комплекс мер, применимый к набухающим грунтам.

Если строительство резервуара происходит на водонасыщенных, пылеватоглинистых и биогенных грунтах, а также илах, следует применить различные мероприятия для снижения расчетных деформаций основания относительно допустимых:

- устройство свайных фундаментов;
- полная или частичная замена таких грунтов на песок, щебень, либо гравий;
- предустроичное уплотнение грунтов временной перегрузкой основания (допустимо уплотнения грунтов временной нагрузкой в период гидроиспытания резервуаров в соответствии со специальной программой).

Образование карстовых полостей в некоторых грунтах приводит к оседанию и провалу грунта, что является значительной проблемой, поскольку приводит к нарушению геометрии резервуара и снижению его работоспособности, и иногда к аварийным ситуациям и отказам.

Карстовые полости – это полости, образующиеся в толще земной коры, в районах распределения легкорастворимых горных пород, эти породы постепенно разрушаются, что приводит к образованию карстовых форм, оседанию и провалу грунта.

Для исключения образования карстовых деформаций при проектировании резервуаров следует производить следующий комплекс мероприятий: заполнение карстовых полостей, закрепление закарстованных

пород и вышележащей толщи; различные водозащитные мероприятия; прорезка карстовых пород глубокими фундаментами. В районах активного образования карстовых полостей строительство резервуаров не допускается.

Для использования свайных фундаментов в строительстве РВС концы свай заглубляют в малосжимаемые грунты. Данная технология позволяет не допускать предельных деформаций резервуаров. Применяют свайные основания как по всей площади дна резервуара (свайное поле), так и только под стенкой резервуара (кольцевой).

Если в результате применения всех мероприятий не исключена вероятность превышения предельных деформаций, либо применение данных мер не рационально как с экономической, так и с инженерно-технической точки зрения, следует использовать компенсаторы в узлах подключения трубопроводов. Компенсаторы – это специальные устройства, обеспечивающие прочность и надежность узлов при осадке резервуаров. Кроме того необходимо предусмотреть устройства для выравнивания резервуаров.

В процессе строительства и эксплуатации РВС в районах с вечномерзлыми грунта для сохранения грунтов в мерзлом состоянии следует использовать защиту от высоких температур хранимой нефти и нефтепродуктов. Для достижения этого результата применяют проветриваемые подполья («высокий ростверк») или теплоизоляционные материалы в сочетании с принудительным охлаждением грунтов – «термостабилизацией».

3.1.4. Укрепление грунта основания

На срок эксплуатации, а также технические характеристики резервуара оказывают влияние неравномерные осадки основания, которые возникают на слабых грунтах. На таких грунтах следует проводить

					<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

специальные мероприятия по подготовке основания при строительномонтажных работах резервуара.

Требования к грунтовой подушке основания под резервуар:

1. Грунтовые подушки должны быть выполнены из послойно уплотненного влажного грунта, модуль деформации которого после уплотнения должен быть не менее 15 МПа, коэффициент уплотнения – не менее 0,90;

2. Уклон откоса грунтовой подушки должен быть не более 1:1,5;

3. Ширина горизонтальной части поверхности подушки за пределами окрайки должна быть равна: для резервуаров объемом до 1000 м³ – 0,7 м, более 1000 м³ – 1,0 м, независимо от объема, в районах с сейсмической активностью от 7 баллов и более – 1,0 м;

4. Поверхность подушки за пределами периметра резервуара (горизонтальная и наклонная части) должна быть защищена отмосткой.

Для упрочения грунта основания без его замены существуют разнообразные методы.

I. Метод предварительного наполнения резервуара

Наиболее распространенный метод уплотнения грунтов основания и усовершенствования их строительных свойств включает в себя предварительное или частичное наполнение резервуара. Данный способ является достаточно простым и экономичным, поскольку полезная нагрузка резервуаров на основание, в большой степени превышающая нагрузку веса строительных конструкций, может быть быстро снята. Однако, в виду технологических сложностей, описываемый метод занимает существенное количество времени.

II. Метод уплотнения основания глубинным водопонижением

Данный метод применим к строительным площадкам с грунтами, обладающими высокой водоотдачей. Наибольшая эффективность

					Основания и фундаменты под РВС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

достигается при использовании этого метода в районах Крайнего Севера, где откачка воды из слоев грунта, расположенных ниже границы сезонного промерзания, возможна круглый год.

Для описанного метода необходимы водопонизительные установки. В состав данной установки входят колодцы-скважины, которые располагаются по краю, а один в центре основания. Максимальное понижение подземных вод может составлять 8 м, откачка производится до начала строительства и в период гидравлического испытания.

III. Метод уплотнения основания насыпью

В данном методе применяется насыпь высотой в несколько метров, нагрузки от насыпи выдерживаются несколько недель до начала монтажа резервуара. Насыпь с переменной высотой применяется для непрочного слоя грунта для равномерной его осадки. Результат применения этого метода будет считаться положительным, если пригруз будет в 1,5-2 раза больше чем нагрузки от заполненного резервуара. Для резервуаров с большими размерами насыпь может достигать 8-10 м, а период выдержки занимать несколько месяцев. Насыпь, превышающую площадь застройки резервуара, возводят для укрепления основания под стенкой. Описанный метод является достаточно действенным, однако обладает значительным изъяном: значительным объемом земляных работ. Вследствие чего, применение данного метода в районах Крайнего севера Западной Сибири затруднительно, что связано с длительным зимним периодом, сопровождающимся низкими температурами.

IV. Методы химического и термического закрепления грунта

Суть метода заключается в закреплении грунтов оснований РВС при помощи инъекционирования химически активными веществами, а именно электрохимическое закрепление раствором хлористого кальция. Данный метод считается не перспективным для использования на строительных

					<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

площадках со слабыми грунтами, в результате высоких экономических затрат.

На слабых грунтах возможно применение обжига на глубину 10 м и более. Данный метод является не выгодным, поскольку он сопровождается большим расходом топлива (80 – 100 кг мазута на 1 п. м скважины).

3.2. Фундаменты под резервуары вертикальные стальные

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

Фундаменты делятся на несколько категорий в зависимости от их формы:

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

Основным фактор, влияющим на выбор типа фундамента для резервуара, является грунт, а именно его характеристики: сжатие, пучинистость, сезонное промерзание, глубина залегания и пр. Кроме того большое значение имеет объем самого резервуара и величины нагрузок, передающихся от РВС грунту. Наиболее эффективно строительство фундамента на естественном основании, поскольку данный метод является экономически выгодным, по причине полного или частичного отказа от свай под днищем резервуара.

Перед строительством фундамента совершают отвод грунтовых вод и осадков из-под днища резервуара.

Все работы по устройству фундамента под резервуар проводятся до начала его монтажа. Проектную отмостку основания (фундамента),

					<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

фундамент под шахтную лестницу и опоры под подводящие трубопроводы следует реализовывать после монтажа металлоконструкций резервуара.

3.2.1. Кольцевой железобетонный фундамент

На практике часто используется строительство фундамента под стенку в сочетании с подсыпкой.

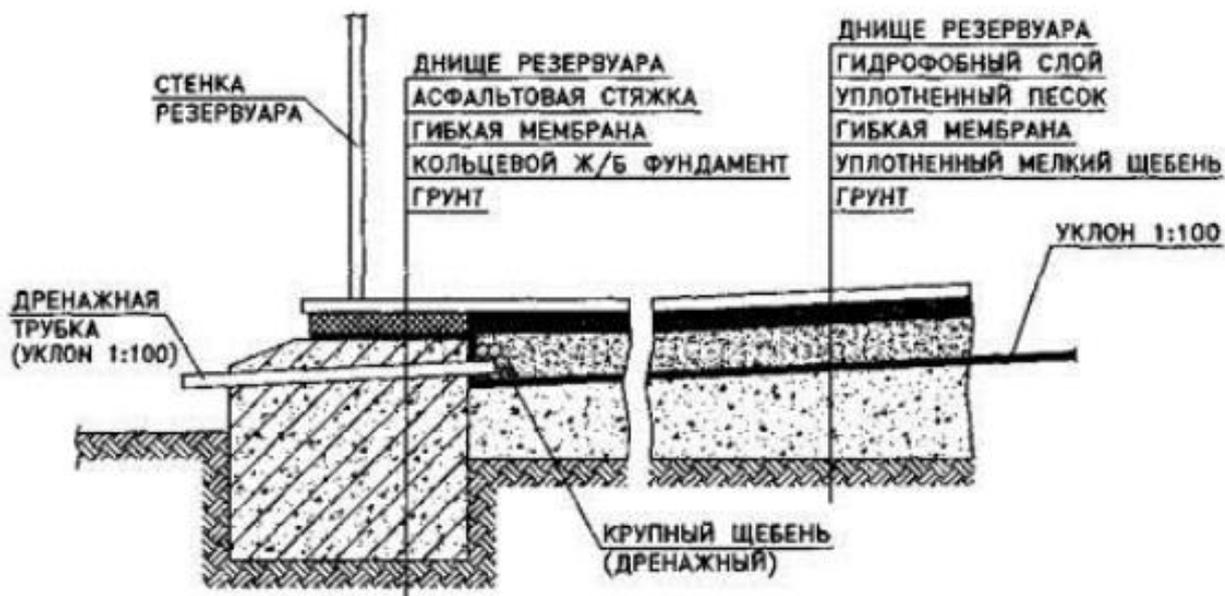


Рис. 3.2 Кольцевой железобетонный фундамент

Кольцевой железобетонный фундамент (рис.3.2) используется при наличии значительных контурных нагрузок по периметру стенки или при необходимости установки анкеров.

Ширина кольцевого фундамента должна быть не менее 0,8 м для резервуаров объемом до 3000 м³ и не менее 1,0 м для резервуаров объемом свыше 3000 м³. Толщина железобетонного кольца принимается не менее 0,3 м [1].

Подобное техническое решение позволяет достигнуть устойчивости подсыпки, не увеличивая жесткости узла сопряжения днища со стенкой. Помимо этого, такая конструкция не оказывает воздействия на неравномерность осадки резервуара.

Использование фундамента в виде кольцевой стенки является рациональным способом, поскольку такая стенка способна передавать нагрузку на подстилающие плотные слои за счёт прорезания слабых верхних слоев основания.

При строительстве резервуаров в сейсмических районах наличие кольцевого железобетонного фундамента является обязательным. Ширина кольца должна быть не менее 1,5 м, а толщина не менее 0,4 м [1].

Кольцевые фундаменты с подсыпками из гравия и щебня широко используются на практике. Кроме того, применяются железобетонные кольцевые фундаменты, расположенные непосредственно под стенкой, а также фундаменты в виде железобетонной подпорной стенки, находящейся за пределами резервуара (рис 3.3).

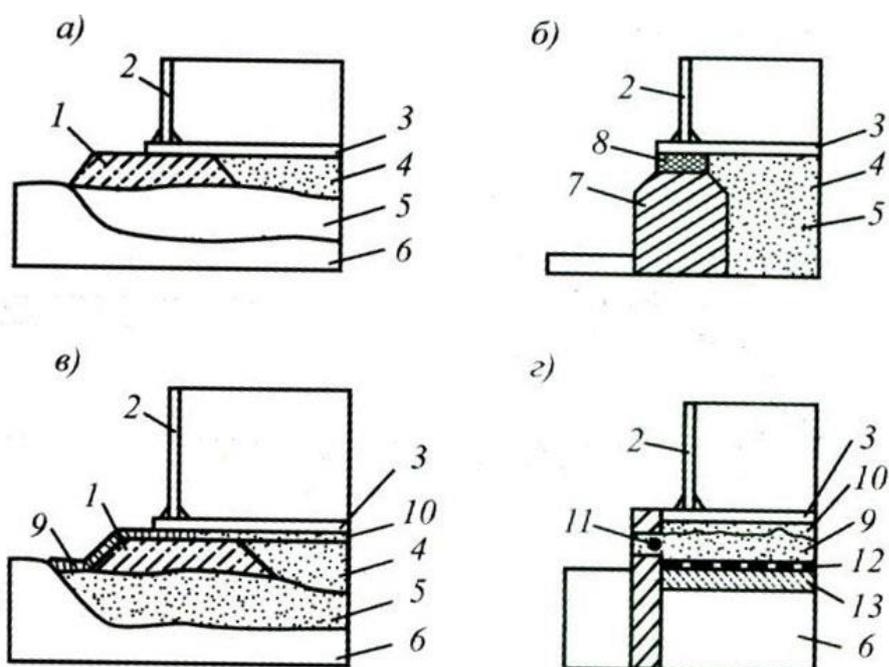


Рис.3.3 Фундаменты РВС

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

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

Для колец в виде подпорной стенки используют подсыпку из песчано-гравийной смеси.

Железобетонные фундаменты производят из монолитного железобетона, при этом поперечное сечение имеет прямоугольную форму.

Существует еще конструкции фундамента резервуара на естественном основании со щебеночным кольцом под стенкой. У такого фундамента осадка составляет 15 см. Особенность такого фундамента состоит в том, что под стенкой использует не песок, а щебень для создания щебеночной или гравийной насыпи высотой не менее 60 см, шириной по верху 1-2 м (рис. 3.4).

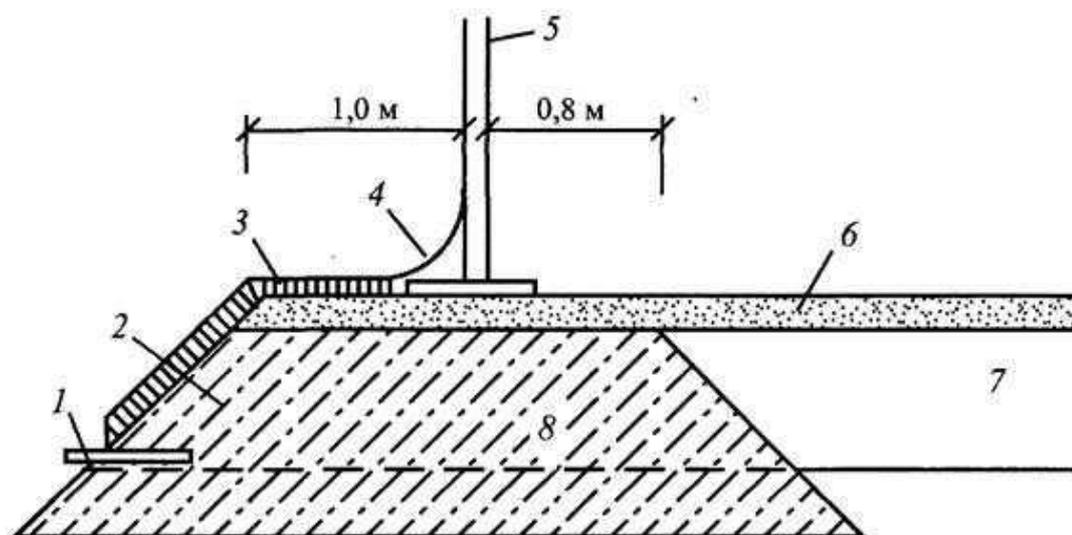


Рис.3.4. Подушка из щебня под стенкой РВС.

1 – дренажные трубки; 2 – кольцевая подушка; 3 – асфальт; 4 – гидроизоляция; 5 – стенка; 6 – подсыпка из щебня; 7 – песок; 8 – песчаная подушка

Щебень укладывается слоями по 0,2 м, и трамбуется. Под днищем по всей его плоскости устраивают щебенчатый слой (6, рис.3.4) толщиной не менее 0,1 м, с закладкой дренажной трубкой диаметром равный 9 см.

Для резервуаров с большим объемом применяются конструкции, для которых в зависимости от типа грунта устанавливают песчаный фундамент-подсыпку под днищем, либо железобетонный или кольцевой фундамент под стенкой РВС.

Подсыпку с внешней стороны фундамента следует устанавливать под пологим откосом 1:5, в нижней части. Насыпь оборудуют дренажными трубками и защищают асфальтовым покрытием. Между дном резервуара и железобетонным кольцом фундамента устанавливают амортизационный асфальтовый слой равный 0,2 м.

Песчано-гравийную подушку покрывают асфальтовой эмульсией и цементом, затем укатывают для уплотнения. Данные меры помогают снизить часть нагрузки с подушки и передать ее на железобетонное кольцо.

3.2.2. Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты

Существуют фундаменты в виде сплошной железобетонной плиты (рис.3.5).

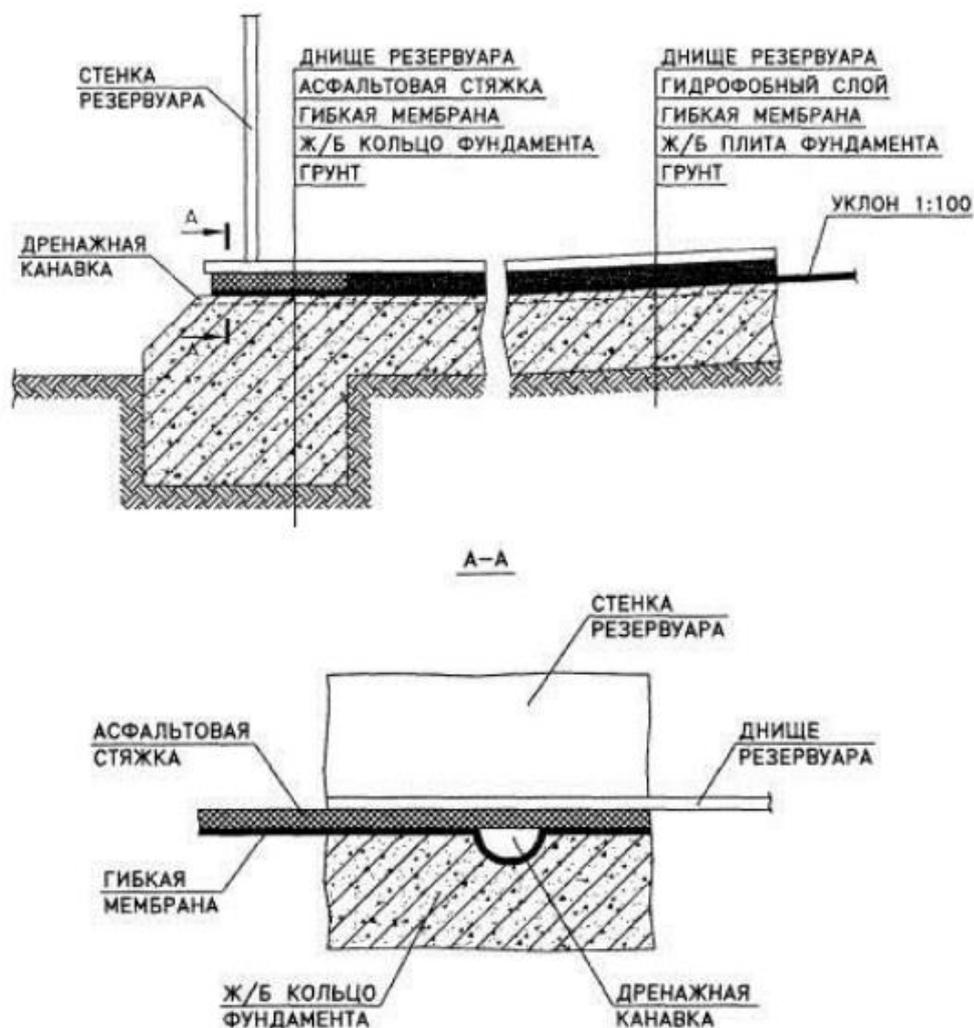


Рис. 3.5. Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Такие фундаменты рекомендуется устанавливать под резервуары диаметром не более 15 м на намерзлых грунтах, а также для всех резервуаров при хранении в них этилированных бензинов, реактивного топлива или иных ядовитых продуктов. Для обнаружения возможных протечек продукта железобетонная плита должна иметь уклон не менее 1 % от центра к периметру, а также радиально расположенные дренажные канавки [1].

При использовании данного фундамента резервуар базируется на железобетонной плите, которая располагается на поверхности основания или ниже планировочной отметки. Для уменьшения бокового перемещения грунта используют железобетонную стенку, которая заглубляется ниже подошвы плиты по ее периметру.

3.2.3. Свайные фундаменты

Свайные фундаменты применяются для строительства РВС на слабом грунте. Использование свай помогает добиться допустимого уровня осадки резервуара.

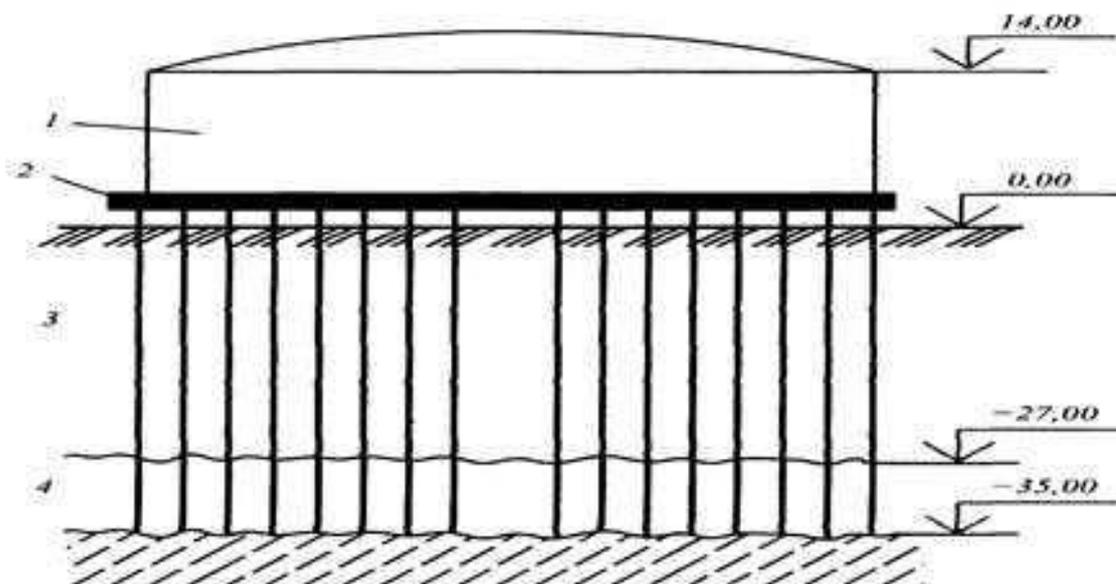


Рис. 3.6: Свайный фундамент РВС:

1 – резервуар; 2 – плита ростверка; 3 – слабая морская глина; 4 – плотная глина

					Основания и фундаменты под РВС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Применение свайных фундаментов в строительстве не обеспечивает получения желаемого результата, и зачастую капиталовложения, сравнимые со стоимостью самой металлоконструкции, не окупаются.

Временами, в процессе гидроиспытаний, осадка основания такого фундамента превосходила расчетные значения, и достигала половины величины осадки, предусмотренной на весь срок службы РВС.

Свайной фундамент обладает низкой эффективностью. За счет больших размеров фундаментов в плане свай, имеющие длину 0,25 диаметра резервуара и менее, подвергаются большим вертикальным напряжениям в основании резервуара. Повышение глубины заложения условного фундамента несколько снижает напряжения, но не оказывает большого влияние на осадку данного фундамента.

Нередко применение свайных фундаментов является опасным, поскольку иногда на больших глубинах в основании резервуара могут находиться слои сжимаемых грунтов. В процессе бурения и отбора образцов грунта с больших глубин не всегда удается определить данный тип грунта в виду технических сложностей.

Существуют различные конструкции свайных фундаментов для слабых грунтов:

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

3.2.4. Конструкции фундаментов для строительства резервуаров в сложных геологических условиях

Для уменьшения неравномерности осадки основания РВС при большой толщине грунтов, обладающих слабыми несущими способностями,

					Основания и фундаменты под РВС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

следует увеличить жесткость кольцевого фундамента. Применение массивного ленточного железобетонного фундамента под стенку резервуара позволяет достичь желаемого результата (необходимую жесткость конструкций по окружности).

Условие заглубления подошвы ниже границы сезонного промерзания грунта является определяющим критерием при выборе высоты фундамента под РВС. Для снижения высоты фундамента используют промежуточную щебеночную подушку, которая передает нагрузки от резервуара на фундамент. Площадь поперечного сечения выбирается относительно малой, в связи с небольшими значениями нагрузки на такой фундамент.

Фундамент по сторонам обсыпается непучинистым материалом.

Для выравнивания края резервуара при неравномерных осадках, по контуру фундамента под просевшей частью резервуара в щебеночной подушке выполняют приямок и устанавливают подъемное устройство (например, домкрат), опирающийся на железобетонный фундамент. После подъема края резервуара на необходимую отметку подъемное устройство снимают и приямок засыпают.

Резервуары, вмещающие большие объемы, подвергаются узловым моментам в местах примыкания стенок к днищу, что влияет на напряженно – деформированное состояние днища и основания под ним. Для уменьшения крутящего момента применяют железобетонное кольцо, расположенное по наружному контуру стенки резервуара вместе с металлическими ребрами жесткости в виде раскосов (рис.3.7). Количество раскосов обуславливается конструктивно или расчетом в зависимости от объема резервуара.

					<i>Основания и фундаменты под РВС</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

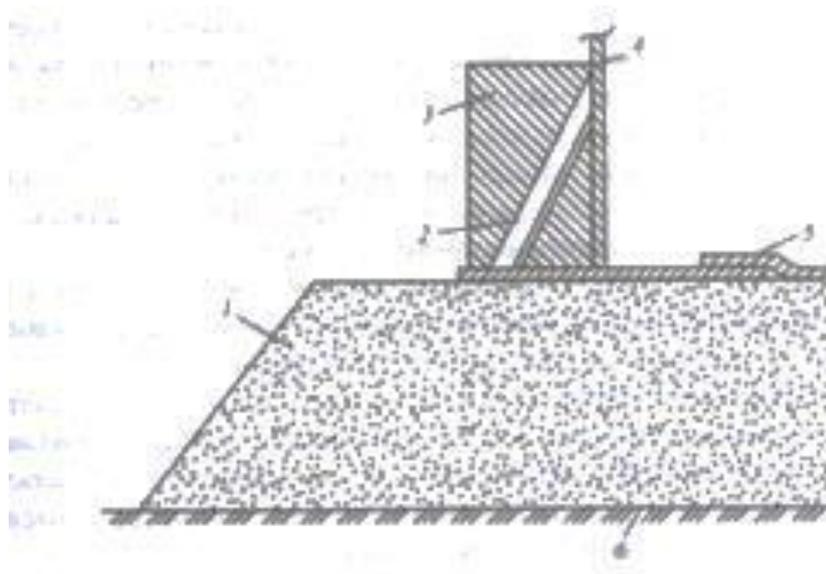


Рис. 3.7 Усиление узла примыкания стенки к днищу:

1 – песчаная подсыпка; 2 – раскосы; 3 – железобетонное кольцо; 4 – стенка РВС; 5 – днище РВС; 6 – основание

3.3. Приемка основания и фундамента

При приемке основания и фундамента под резервуар, они должны соответствовать требованиям рабочих чертежей проекта. Для этого необходимо проверить:

- правильность разбивки осей резервуара;
- наличие обозначенного центра основания (в центре должен быть забит знак из трубы диаметром D_y 40 мм на глубину 500 - 600 мм);
- соответствие уклона основания проектному;
- отметки поверхности основания и фундамента;
- обеспечение отвода поверхностных вод от основания;
- соответствие гидроизоляционного слоя проектному;
- соответствие фундамента под шахтную лестницу проектному [1].

Любое отклонение от физических размеров оснований и фундаментов не должно превышать величин указанных в табл. 3.1 [5].

					Основания и фундаменты под РВС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Таблица 3.1 – допустимые отклонения от физических размеров

Наименование параметров	Предельное отклонение при диаметре резервуара, мм		
	До 12 м	от 12 м до 25 м	от 25 м
Отметка центра основания при:			
плоском	0; +10	0; +20	0; +30
с подъемом к центру	0; +20	0; +30	0; +40
с уклоном от центра	0; -20	0; -30	0; -40
Отметки поверхности периметра грунтового основания, определяемые в зоне расположения стенки:			
разность отметок смежных точек, через каждые 6 м	±6	±8	-
разность отметок любых других точек	12	16	-
Отметки поверхности кольцевого фундамента (гидроизолирующего слоя), определяемые в зоне расположения стенки:			
разность отметок смежных точек, через каждые 6 м	±8	±8	±8
разность отметок любых других точек	+12	+12	+12
Ширина кольцевого фундамента, через каждые 6 м	0; +50	0; +50	0; +50
Наружный диаметр кольцевого фундамента, четыре измерения (под углом 45°)	±20	От +40 до -30	От +60 до -40
Толщина гидроизолирующего слоя на поверхности кольцевого фундамента	±5	±5	±5

Подводя итог данной главы, можно сделать вывод о том, что не все грунты требуют строительства основания или фундамента. В качестве естественных оснований подходят скальные и нескальные грунты, обладающие равномерной и малой сжимаемостью, а также нерастворимостью водами. Данные грунты обеспечивают допустимые значения деформации под действием нагрузки. Переходным решением между естественным и искусственным основанием является естественное основание с подсыпкой. В таком случае для увеличения надёжности конструкции используют песчаную или грунтовую подушку. При использовании искусственного основания используют уплотнения, а также бетонные или песчаные сваи. Главной задачей фундамента является распределение нагрузки сооружения на грунт основания. Строительство кольцевого железобетонного фундамента позволяет достигнуть устойчивости основания и снижает неравномерность осадки резервуара. Фундамент в виде сплошной железобетонной плиты рекомендуется использовать при сравнительно малых диаметрах резервуара на мерзлых грунтах. На слабом

грунте предпочтительно использовать свайный фундамент. Однако, не всегда применение данного вида фундамента обеспечивает допустимый уровень осадки резервуара, и зачастую капиталовложения не окупаются.

					Основания и фундаменты под РВС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

4. Техническое решение по сооружению РВС 20 000 м³

4.1. Исходные данные

Для расчета возьмем РВС 20 000 м³ изготавливаемый компанией «Газовик-Нефть». Технические характеристики резервуара представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – технические характеристики резервуара РВС 20 000 м³

Параметры резервуара	Единицы измерения	Значения
Номинальный объем	м ³	20000
Внутренний диаметр стенки	мм	39990
Высота стенки	мм	17880
Плотность продукта	кг/м ³	900
Высота налива	мм	17100
Стенка:		
Количество поясов	шт.	12
Припуск на коррозию	мм	–
Толщина верхнего пояса	мм	11
Толщина нижнего пояса	мм	16
Днище:		
Количество окраек	шт.	22
Припуск на коррозию	мм	–
Толщина центральной части	мм	5
Толщина окраек	мм	12
Крыша:		
Количество балок.	шт.	36
Припуск на коррозию	мм	–
Несущий элемент	–	I 25Б1
Толщина настила	мм	5
Масса конструкций:		
Стенка	кг	225136
Днище	кг	57408
Крыша	кг	106048
Лестница	кг	1766
Площадки на крыше	кг	6859
Люки и патрубки	кг	3651
Комплекующие конструкции	кг	4502
Каркасы и упаковка	кг	27372
Всего	кг	432742

Местом сооружения резервуара является Томская область – IV район по

					Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Лысенко А.В.			Техническое решение по сооружению РВС 20000 м ³	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					60	98
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

снеговому покрову, нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли $S_g = 240 \text{ кг/м}^2 = 2,4 \text{ кПа}$ [6]. Нормативное избыточное давление $P_{и n} = 2 \text{ кПа}$ [1], нормативное значение вакуума $P_{вак n} = 0,25 \text{ кПа}$ [7].

4.2. Расчет давления на грунт РВС 20000м³

Нагрузки, передаваемые с корпуса на основание и фундамент резервуара, определяются в зависимости от конструктивных, технологических, климатических, сейсмических нагрузок и их сочетаний.

Для определения давления на грунт необходимо рассчитать следующие нагрузки [13]:

1. *Нагрузка от гидростатического давления жидкости $P_{жс}$ (кПа):*

$$P_{жс} = \rho \cdot g \cdot H, \text{ где} \quad (1)$$

ρ – плотность нефти или нефтепродукта в резервуаре, кг/м³ (табл. 4.1);

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

H - высота налива продукта, м (табл. 4.1).

$$P_{жс} = 900 \cdot 9,81 \cdot 17,1 = 153,6 \text{ кПа} .$$

2. *Нагрузка от избыточного давления $P_{и}$ (кПа):*

$$P_{и} = \gamma_{f и} \cdot P_{и n}, \text{ где} \quad (2)$$

$\gamma_{f и}$ – коэффициент надёжности по нагрузке для избыточного давления, принимаемый равным 1,2;

$P_{и n}$ – нормативное значение избыточного давления (см. пункт 4.1).

$$P_{и} = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ кПа}.$$

3. *Нагрузка от конструкции веса резервуара $P_{к}$ (кПа):*

$$P_{к} = \frac{m_{к}}{F} \cdot g, \text{ где} \quad (3)$$

$m_{к}$ – масса резервуара, кг (табл. 4.1);

F – площадь днища резервуара, м²;

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

					Техническое решение по сооружению РВС 20000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$P_k = \frac{4 \cdot 432742}{3,14 \cdot (39,9 + 2 \cdot 0,00016)^2} \cdot 9,81 = 3,4 \text{ кПа.}$$

4. Снеговая нагрузка S (кПа):

$$S = S_g \cdot \mu, \text{ где} \quad (4)$$

S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, кПа (см. пункт 4.1);

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый равным 0,85 [6].

$$S = 2,4 \cdot 0,85 = 2,04 \text{ кПа.}$$

5. Нагрузка относительно разряжения (вакуум) $P_{\text{вак}}$ (кПа):

$$P_{\text{вак}} = \gamma_{f \text{ вак}} \cdot P_{\text{вак} n}, \text{ где} \quad (5)$$

$\gamma_{f \text{ вак}}$ – коэффициент надёжности по нагрузке для избыточного давления, принимаемый равным 1,2;

$P_{\text{вак} n}$ – нормативное значение избыточного давления (см. пункт 4.1).

$$P_{\text{вак}} = 1,2 \cdot 0,25 = 0,3 \text{ кПа.}$$

6. Ветровая нагрузка $P_{\text{вет}}$ (кПа):

$$P_{\text{вет}} = \gamma_{f \text{ вет}} \cdot w_0 \cdot k \cdot c, \text{ где} \quad (6)$$

$\gamma_{f \text{ вет}}$ – коэффициент надёжности по нагрузке для ветровой нагрузки, принимаемый равным 0,5 [8];

w_0 – нормативное значение ветрового давления (по табл. 5 [6]), равный 0,23 кПа;

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (по пункту 6.5. [6]), равный 0,85;

c – аэродинамический коэффициент (по пункту 6.6. [6], прил. 4), равный 1.

$$P_{\text{вет}} = 0,5 \cdot 0,23 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,0978 \text{ кПа.}$$

7. Сейсмическая нагрузка S_k (кПа):

					Техническое решение по сооружению РВС 20000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Сейсмическая нагрузка не учитывается, поскольку сейсмичность данного района составляет 5 баллов [9].

Результирующее давление РВС 20000 м³ на грунт:

$$P = P_{ж} + P_{и} + P_{к} + S + P_{вак} + P_{вет} = 153,6 + 2,4 + 3,4 + 2,04 + 0,3 + 0,0978 = 161,84 \text{ кПа} = 0,162 \text{ МПа.}$$

Давление резервуара на грунт должно быть меньше допустимого, т.е.

$$P < P_{доп}, \text{ где} \quad (7)$$

$P_{доп}$ – допустимое давление на грунт (несущая способность грунта), зависящее от типа грунта.

Таблица 4.2. – значения допустимого давления на грунт

Грунты	Категория грунта	Допустимое давление на грунт $P_{доп}$, МПа
Слабые (глины и суглинки в пластичном состоянии, супесь и пылевидные пески средней плотности)	I	0,15
Средней прочности (глины и суглинки на границе скальвания, пески)	II	0,15÷0,35
Прочные (глины и суглинки в твердом состоянии, гравий, лёсс)	III	0,35÷0,5
Скальные основания	IV	> 0,5

Грунт на территории сооружения обладает I категорией, следовательно $P_{доп} = 0,15$ МПа.

Давление, оказываемое на грунт резервуаром, превышает допустимое, следовательно, будет происходить не допустимая осадка резервуара. Поскольку грунт не обеспечивают допустимые осадки резервуаров, необходимо предложить инженерные мероприятия по использованию искусственного основания или фундамента.

4.3. Сооружение искусственного основания для РВС 20000м³

Использование естественного основания для сооружения резервуара не возможно, поскольку строительство происходит на слабом грунте, не выдерживающем оказываемого на него давления. В данном случае необходимо использовать искусственное основание.

Грунт, залегающий на территории сооружения, относится к водонасыщенным. Используя пункт 3.1.3.1. рекомендуется полная замена грунта менее сжимаемым.

Среди грунтов, используемых для замены естественного основания (песок, щебень, гравий) предпочтение отдается гравию, за счет низкого коэффициента сжимаемости.

4.3.1. Расчет давления на искусственное основание РВС 20000 м³

Давление, оказываемое на грунт резервуаром, рассчитано в пункте 4.2. ($P = 0,162$ МПа).

Грунт, на который произошла замена естественного основания, относится к III категорией. Его допустимое давление на грунт варьируется от 0,35 МПа до 0,5 МПа. Даже при выборе гравия с мелким размером обломков, данный тип основания способен выдержать нагрузки резервуара, т.к. выполняется условие: $P < P_{\text{доп}}$ ($0,162 \text{ МПа} < 0,35 \text{ МПа}$).

4.4. Готовое техническое решение строительства основания для РВС 20000 м³

На НПС «Александровская» эксплуатируется РВС 20000 м³. В качестве фундамента используется кольцевой фундамент с применением песчано-гравийной подушки (Рис. 4.1.).



Рис. 4.1. – РВС 20000 м³ на НПС «Александровская»

Переходным решением между естественным основанием и использованием фундамента является применение искусственного

					Техническое решение по сооружению РВС 20000 м ³	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

основания. Поскольку грунты, расположенные на данной территории, не обладают необходимой несущей способностью, следует использовать либо искусственное основание, либо применение фундамента. Однако, как показали расчеты в пункте 4.3., искусственное основание в виде замены имеющего грунта на гравий способно выдержать нагрузку, передаваемую резервуаром. Следовательно, строительство фундамента для данного резервуара является не рациональным.

В данной главе было рассчитано давление, оказываемое резервуаром на естественный грунт. Несущая способность грунта не способна выдержать данное давление, вследствие чего было предложено техническое решение по сооружению искусственного грунта. Было проведено сравнение предложенного технического решения и имеющегося в действительности, а также объяснена нерациональность в существующих принятых мерах.

					<i>Техническое решение по сооружению РВС 20000 м³</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В выпускной квалификационной работе рассматриваются технические решения по сооружению РВС. Целью экономического анализа является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

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

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В данный момент в нефтегазовой промышленности России и стран СНГ используется более 40 тысяч резервуаров, различной конфигурации и вместимости. Большая их часть характеризуется значительным износом оборудования. С каждым годом увеличивается число аварий и отказов, связанных с эксплуатацией резервуаров перешедших свои эксплуатационные нормы.

Любое нефтегазовое предприятие стремится увеличить свою экономическую эффективность и уменьшить потери в использовании ресурсов. Выбор правильных технических решений при строительстве резервуара позволяет компании сэкономить средства на строительстве, энерго- и трудозатратах, а также экономически выгодно эксплуатировать резервуар.

Технические решения, предлагаемые в данном проекте, должны заинтересовать большую часть нефтегазовой отрасли.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

					<i>Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко А.В.</i>			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					66	98
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Показатели оцениваются по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	К ₁	К ₂	К ₃
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
2.Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	5	0,6	0,6	0,75
3. Надежность	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75
4. Безопасность	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Цена	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75
2. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
4.Уровень проникновения на рынок	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
Итого:	1	26	32	36	3,25	4	4,6

Б₁ – резервуар вертикальный стальной;

Б₂ – резервуар вертикальный стальной с основанием;

Б₃ – резервуар вертикальный стальной с фундаментом;

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

Где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Из таблицы 5.1 можно сделать вывод, что наибольшей эффективностью пользуется резервуар вертикальный стальной с фундаментом. Данный резервуар является наиболее конкурентно способным по таким показателям как удобство в эксплуатации, надёжность и безопасность.

5.1.3. SWOT-анализ

SWOT – анализ помогает выявить факторы внешней и внутренней среды, влияющие на реализацию проекта. Факторы делятся на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Таблица 5.2 – Матрица SWOT

Факторы SWOT	Сильные стороны проекта: 1. Разнообразные технологические решения в технологии строительства; 2. Наличие опытного руководителя; 3. Актуальность проекта; 4. Применяемые методики соответствуют требованиям нормативных документов; 5. Широкая область применения.	Слабые стороны проекта: 1. Отсутствие на предприятии собственного специалиста, способного произвести внедрение проекта; 2. Недостаточное количество современных источников; 4. Транспортировка оборудования требует больших капиталовложений; 5. Отсутствие бюджетного финансирования.
Возможности: 1. Повышение эффективности эксплуатации резервуаров; 2. Увеличение спроса на проект; 3. Повсеместное применение технологий.	Конкурентоспособность перед другими разработками составляет широкий спектр технологий, применимый для различной местности. Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации при соблюдении нормативно-правовых аспектов ведет к увеличению количества спонсоров.	Возможность применения данного проекта на предприятиях, использующие устаревшие методы. Привлечение высококвалифицированных специалистов. Повышение уровня сотрудничества с компаниями другого профиля.
Угрозы: 1. Введение дополнительных государственных требований и сертификации технологии; 2. Появление новых технологий; 3. Возможны проблемы при транспортировке оборудования.	Возникает необходимость за наблюдением в изменении законодательства. Растущий уровень конкуренции в связи с внедрением новых разработок.	Отсутствие квалифицированных кадров, а также современных источников свидетельствует о низком спросе на новые технологии. Проблемы с транспортировкой оборудования и большими капиталовложениями свидетельствует

Рассмотрев результаты SWOT-анализа можно сделать вывод, что предложенный проект конкурентоспособен, есть возможность успешно реализовать сильные стороны и снизить влияние слабых.

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научного исследования была создана рабочая группа, включающая руководителя и студента. Порядок формирования работ и этапов, а также их исполнителей приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Бакалавр
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Подбор нормативных документов	Бакалавр
	6	Изучение технологий сооружения оснований	Бакалавр
	7	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, бакалавр
	9	Определение целесообразности проведения процесса	Руководитель, бакалавр
	10	Оформление пояснительной записки	Бакалавр
	11	Разработка презентации и раздаточного материала	Бакалавр

5.2.2. Разработка графика проведения научного исследования

Построение ленточного графика научной работы в виде горизонтальной гистограммы Ганта наглядно показаны отрезки времени для конкретных этапов работ.

Для расчета протяженности выполнения работ используют следующую формулу:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48;$$

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

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

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

Таблица 5.4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ, раб.дн., T_{pi}	Длительность работ в кал.дн., T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	3	1,8	Руководитель Бакалавр	1,8	3
Подбор и изучение материалов по теме	11	14	12,2	Руководитель, бакалавр	12,2	18
Выбор направления исследований	5	7	5,8	Руководитель, бакалавр	5,8	9
Календарное планирование работ по теме	2	3	2,4	Руководитель, бакалавр	2,4	4
Подбор нормативных документов	6	9	7,2	Бакалавр	7,2	11
Изучение технологий сооружения оснований	25	30	27	Бакалавр	27	40
Проведение	8	11	9,2	Бакалавр	9,2	14

теоретических расчетов и обоснование						
Оценка эффективности полученных результатов	1	3	1,8	Руководитель, бакалавр	1,8	3
Определение целесообразности проведения процесса	2	5	3,2	Руководитель, бакалавр	3,2	5
Оформление пояснительной записки	1	2	1,4	Бакалавр	1,4	2
Разработка презентации и раздаточного материала	5	7	5,8	Бакалавр	5,8	9

Итого для выполнения ВКР потребуется 115 календарных дня. На основании данных таблицы 5.4 строим план - график, представленный в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Календарный план-график проведения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал.дн.	Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Бакалавр	3	■											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, бакалавр	18	■	■										
3	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр	9			■									
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр	4			■									
5	Подбор нормативных документов	Бакалавр	11				■	■							
6	Изучение технологий сооружения оснований	Бакалавр	40				■	■	■	■	■	■			
7	Проведение	Бакалавр	14										■	■	

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх } i},$$

где m – количество видов материальных, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх } i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 5.7 – Затраты на оборудование

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб.			Сумма, руб.		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Компьютер	шт.	2	26000	28000	32000	52000	56000	64000
Принтер	шт.	1	4500	5500	6000	4500	5500	6000
Итого						56500	61500	70000

5.3.2. Основная заработная плата исполнителей темы

Данный раздел включает базовый оклад работников, участвующих в выполнении данного проекта. В состав базового оклада включается премия, в размере 20-30 % от оклада.

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}},$$

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. (таблица 5.4);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя);

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

Таблица 5.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни	0	4
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	171

$$Z_{\text{дн(рук.)}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{36782 \cdot 10,4}{199} = 1922,3 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

$Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (определяется Положением об оплате труда);

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

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _{раб} , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	36782	1,3	-	1,3	62161	1922	28	53824
Бакалавр	-	-	-	1,3	-	-	78	-
Итого								53824

5.3.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расходы на дополнительную заработную плату исполнителей темы учитывают размер доплат, предусмотренных Трудовым кодексом Российской Федерации за отклонения от нормальных условий труда. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 53824 \cdot 0,15 = 8074 \text{ рублей,}$$

Z_{доп} – дополнительная заработная плата, руб.;

k_{доп} – коэффициент дополнительной зарплаты (на стадии проектирования принимается 0,12-0,15);

Z_{осн} – основная заработная плата, руб.

Таблица 5.10 – Заработная плата исполнителей НИИ

Исполнители по категориям	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Итого:
Руководитель	53824	8074	61898
Бакалавр	-	-	-

5.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

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

пр.). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

Таблица 5.11– Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	53824	8074
Бакалавр	-	-
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	30%	
Отчисления, руб.	16147,2	2422,2
Итого	18569,4	

5.3.5. Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 16%.

Таким образом, величина накладных расходов составит:

$$Z_{\text{накл исп1}} = 0,16 \cdot (1600 + 56500 + 53824 + 8074 + 18569) = 22171 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл исп2}} = 0,16 \cdot (1950 + 61500 + 53824 + 8074 + 18569) = 23027 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл исп3}} = 0,16 \cdot (2025 + 70000 + 53824 + 8074 + 18569) = 24399 \text{ руб.}$$

5.3.6. Формирование бюджета затрат НТИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Распределение бюджета затрат на НТИ по статьям отображено в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Материальные затраты	1600	1950	2025
2.	Спец.оборудование	56500	61500	70000
3.	Затраты по основной заработной плате	53824	53824	53824
4.	Затраты по дополнительной заработной плате	8074	8074	8074

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Материальные затраты	1600	1950	2025
2.	Спец.оборудование	56500	61500	70000
5.	Отчисления во внебюджетные фонды	18569	18569	18569
6.	Накладные расходы	22171	23027	24399
7.	Бюджет затрат НТИ	160738	166944	176891

5.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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:

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

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки представлена в таблице 5.13:

Таблица 5.13 - Расчет интегрального финансового показателя

№ исполнения	Стоимость исполнения	Максимальная стоимость аналогов	Интегральный финансовый показатель
1	160738	176891	0,91
2	166944		0,94
3	176891		1

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

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.14:

Таблица 5.14 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	3	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
3. Безопасность	0,25	3	4	5
4. Энергосбережение	0,1	3	3	3
5. Надежность	0,25	3	4	5
6. Материалоемкость	0,15	3	4	5
Итого	1	19	23	26

$$I_{p-исп1} = 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,15;$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,9;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,55.$$

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

$$I_{исп 1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}$$

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

$$\text{Сравнительная эффективность проекта: } \mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп } i}}{I_{\text{min } i}}$$

Таблица 5.15 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,91	0,94	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,15	3,9	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	3,46	4,15	4,55
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,2	1,32

Техническое решение «исполнение 3» является наиболее эффективным методом исполнения, учитывая интегральный показатель эффективности.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Резервуарные парки и резервуары занимают важное место в системе магистрального трубопроводного транспорта. Для их безопасного строительства и эксплуатации необходимо выполнение всех норм и требований производственной и экологической безопасности.

Проектирование резервуара рассматривается в Томской области в лесостепной зоне.

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

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно федеральному закону от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» работники нефтяной промышленности сталкиваются с вредными и опасными условиями труда.

Особенности трудового законодательства для данных условий труда:

- продолжительность рабочего времени, не может превышать при 36-часовой рабочей неделе - 8 часов;
- ежегодно предоставляются дополнительные оплачиваемые отпуска, составляющие минимум 7 дней;
- оплата труда работников устанавливается в повышенном размере;
- продолжительность еженедельного непрерывного отдыха должна быть в среднем не менее 42 часов;
- реализуется добровольное медицинское страхование работников,

					Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м ³ в зависимости от типа грунта			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Лысенко А.В.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					80	98
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

а также негосударственное пенсионное обеспечение;

– обеспечивается медицинское обследование и лечение, а также оплата (компенсация) стоимости проезда для консультаций и лечения в других регионах РФ.

Для создания комфортной рабочей среды работодатель обязуется:

– обеспечивать работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты;

– выделять помещения, предоставлять средства связи и другое материальное обеспечение;

– обеспечивать бесплатно молоком или другими равноценными пищевыми продуктами, а также лечебно-профилактическим питанием;

– обеспечивать предварительные и периодические медицинские осмотры работников, а также внеочередные медицинские осмотры;

– осуществлять подготовку, переподготовку и повышение квалификации работников.

6.2. Производственная безопасность

Строительство (монтаж) оснований РВС является работой повышенной опасности вследствие потенциальной возможности влияния опасных и вредных факторов (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата в рабочей зоне	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [24] ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности [15] ГОСТ 12.1.012-2004
2. Превышение уровня шума		+		
3. Превышение уровня вибрации		+		
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+		
5. Повышенная запыленность и		+	+	

загазованность рабочей зоны				ССБТ Вибрационная безопасность [25]
6. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися		+	+	ГОСТ 12.1.046-2014 ССБТ Нормы освещения строительных площадок [19]
7. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования		+	+	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Санитарно-гигиенические
8. Электробезопасность	+	+	+	требования к воздуху рабочей зоны [26]
9. Пожарная и взрывная безопасность		+	+	ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ Биологическая безопасность. Общие требования [21] СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве [27] ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность [28] ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ Взрывобезопасность. Общие требования [29]

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

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

Отклонение показателей микроклимата в рабочей зоне

Строительство РВС происходит на открытом воздухе в условиях умеренно-континентального циклического климата, с холодной зимой и теплым летом. Перепады температур колеблется в зимний период от -15°С до -35°С, а в летний период от +8°С до +35°С.

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

Работающие на открытом воздухе в холодное время года обеспечиваются комплектом средств индивидуальной защиты от холода с

учетом климатического региона (пояса). Во избежание локального охлаждения работающих следует обеспечивать рукавицами, обувью, головными уборами с повышенным суммарным тепловым сопротивлением. При температуре воздуха ниже -40°C следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей.

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

Работники должны быть обеспечены обогревом не реже одного раза в час, а при температуре от -41°C до -45°C через каждые 30 минут работы. Для более быстрого обогрева и меньшей скорости охлаждения в последующем пребывании на холоде, в помещении для обогрева следует снимать верхнюю теплую одежду и обувь. Перерывы на обогрев могут сочетаться с перерывами на отдых после выполнения физической работы. Расстояние от рабочего места до помещения для обогрева должно быть не более 150 м для открытых территорий.

Работников необходимо доставлять на строительную площадку в утепленном транспорте. Время на доставку работников в холодное время не должно превышать одного часа. Перевоз людей в транспорте без автономного обогрева запрещается.

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

Превышение уровня шума

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты [15].

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

Допустимый эквивалент уровня шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА [16]. Например: работающий бульдозер мощностью более 73,6 кВт согласно его техническим характеристикам имеет эквивалент уровня шума равный 90 дБА, возникает вопрос о необходимости защиты людей от шума.

Коллективные средства и методы защиты:

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

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

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

Повышения уровня вибрации

Вибрация, создаваемая машинами, механизированным инструментом и оборудованием, способна привести к нарушениям в работе и выходу из

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

стройка машин, кроме того может послужить причиной поломки либо деформации других технических и строительных объектов, что может повлечь за собой аварийную ситуацию, в которой работник может получить травму [17]. Кроме того работа с вибрирующими агрегатами может привести к вибрационной болезни.

При строительстве резервуаров вертикальных стальных возникает вибрации:

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

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

Основой профилактики вибрационной болезни является работа с машинами параметры вибраций, которых должны находиться в пределах санитарных норм и правил. Продолжительность рабочего времени на машинах и агрегатах, которые создают вибрации, не должна превышать 2/3 рабочей смены [18]. Во время перерывов на отдых необходимо проводить гимнастику.

Для снижения вибраций, тяжелую технику необходимо устанавливать на бетонные плиты, для увеличения жесткости и снижения вибрация. Кроме того между источником вибраций и объектом воздействия вибраций можно установить упругие элементы – пружины, резинометаллические виброизоляторы, прокладки из резины и т. п. виброизоляция. В качестве мер индивидуальной защиты применяются обувь на виброгасящей подошве (войлочной, резиновой или микропористой) – от вибрации, передаваемой

человеку через ноги, и специальные виброгасящие перчатки или рукавицы (с виброзащитными прокладками) – от вибрации, передаваемой на руки.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

При подготовительных работах и монтаже оснований РВС 20000 м³ необходимо предусмотреть общее равномерное освещение. Для освещения необходимо использовать типовые стационарные и передвижные осветительные установки, при этом освещение не должно быть 2 лк [19]. При разгрузочных работах строительных конструкций днища РВС 20000 м³ с помощью кранов, освещенность должна быть не менее 10лк [20]. При работе внутри и снаружи резервуара по всей высоте освещенность должна быть равна не менее 30 лк, а в дневное время освещенность необходимо повысит до 100 лк [19]. Освещение внутри резервуара обеспечивают светильниками напряжением 12 В (типа переносных) с питанием от разделительных трансформаторов.

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

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

Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать предельно допустимая концентрация (ПДК). ПДК – это максимальные концентрации, которые, воздействуя на людей при их ежедневной, кроме выходных дней, работе продолжительностью 8 ч (или другой продолжительностью, но не более 40 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа не оказывает вредного влияния на человека и последующих поколений в свете современных знаний медицины [21].

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

При работе с сильным пылеобразованием в сухую летнюю погоду с дисперсными грунтами работающие должны быть обеспечены противопыльными респираторами, защитными очками и специальной одеждой.

При работе с сильной концентрацией вредных веществ необходимо использовать противогаз. На открытом воздухе необходимо использовать гидрообеспыливатели, систему сухого пылеулавливания.

Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися

В весенне-летний период времени на территории Западной Сибири, в частности Томской области, повсеместно обитают кровососущие насекомые, такие, как гнус и клещи, являющиеся переносчиками тяжелых заболеваний, в том числе клещевого энцефалита, болезни Лайма. Необходимо обеспечить сотрудников, работающих под открытым небом средствами индивидуальной защиты (противоэнцефалитный костюм, специальные химические средства индивидуальной защиты от кровососущих насекомых). Проводить осмотры каждые 10 – 15 минут для обнаружения клеща, не садиться и не ложиться на траву; после возвращения с объекта строительства тщательно осматривать одежду и тело, не заносить в помещение верхнюю одежду на которой могут находиться клещи.

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

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

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

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

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

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Движущие машины и механизмы производственного оборудования, в том числе грузоподъемные, являются потенциальным источником производственных травм. Особо хочется отметить работу с кранами и бульдозерами в процессе работы по разгрузке, либо монтаже стальных конструкций.

Все монтажные площадки необходимо обеспечить свободным доступом персонала транспорта и механизмов к строительным конструкциям. Опасная зона должна быть ограждена предупредительными знаками.

При разгрузке и погрузке рулонов днища РВС 20000 м³, либо других строительных конструкций люди должны находиться в зоне, обеспечивающей их безопасность при обрыве любого из канатов и скатывании рулонов.

При перекачивании рулонов запрещено нахождения людей как перед рулоном, так и сзади на расстоянии не менее 10 м. При развертывании днища РВС 20000 м³, работающий персонал не должен находиться перед рулоном на расстоянии 15 м, кроме того запрещается нахождения людей ближе 15 м от каната развертывающего рулон.

Нахождения людей под стрелой крана строго запрещается.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Электробезопасность

Основными причинами несчастных случаев от воздействия тока являются:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования – корпусах, кожухах и т. п. – в результате повреждения изоляции и других причин;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
- возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Основные способы и средства электрозащиты:

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

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

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

Защитное отключение. Для защите от поражения электрическим током в электроустановках, работающих под напряжением до 1000 В, происходит автоматическое отключение всех фаз аварийного участка сети за время, допустимое по условиям безопасности для человека.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

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

Для сохранения электробезопасности необходимо использовать следующие технические средства: использование малых напряжений (12-42В), защитное заземление (4-10 Ом), производить электрическое разделение сетей, кроме того использовать блокировочные устройства и предупредительную сигнализацию.

Все взрывоопасные сооружения и наружные установки необходимо обеспечить стоящими отдельно молниеотводами прожекторными мачтами с молниеотводами.

Сварные работы должны осуществляться аттестованными сварщиками. Допуск сварщиков к работе на резервуарах должен осуществляться в соответствии со СП 70.13330.2012 [5].

Сварщиков необходимо обеспечить специальной одеждой и обувью, средствами защиты головы (касками), защитными щитками и масками, очками и прочим, обеспечивающую защиту от искр и расплавленного металла [22].

Пожарная и взрывная безопасность

Нефть является легковоспламеняющейся жидкостью с температурой вспышки -18°C , самовоспламенения $200-300^{\circ}\text{C}$, категория и группа взрывоопасных смесей нефти с воздухом – ПА-Т3 по ПУЭ.

Все резервуары от 20000 м^3 и более должны быть оборудованы системой автоматической пожарной сигнализацией, включающей в себя комплекс автоматических установок охлаждения горящего резервуара и тушения пожара нефтепродукта в нем.

Резервуарные парки необходимо оборудовать системой обваловывания резервуаров, для недопущения распространения огня.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

На технологических трубопроводах резервуаров с понтонами должны быть предусмотрены устройства для подключения высоконапорных пеногенераторов с быстросъемными приспособлениями [23].

Для ликвидации пожара пролившегося в обваловании нефтепродукта рекомендуется предусматривать применение переносных лафетных стволов (мониторов), предназначенных для подачи пены низкой кратности. Количество данных стволов определяется расчетом и должно быть не менее двух на каждый отдельно стоящий резервуар. Для обеспечения работы лафетных стволов рекомендуется предусматривать дополнительный запас пенообразователя [23].

Оборудуется пожарный пост, который должен работать в круглосуточном режиме с постоянным дежурством людей, и находящийся за пределами обваловывания.

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

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

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

6.3. Экологическая безопасность

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

Защита атмосферы. Воздействие на атмосферный воздух в процессе строительных работ является временным.

Источники загрязнения атмосферы: работа строительных механизмов и автотранспорта (выделяются отработанные газы), выемочно-погрузочные работы, земляные работы и работа с сыпучими материалами (выделяется пыль).

Для уменьшения воздействия на атмосферу необходимы следующие мероприятия:

- использовать только исправную технику, прошедшую контроль токсичности отработанных газов;
- запрещение ремонтных работ, связанных с повышенным выделением вредных веществ в атмосферу;
- проведение работ с возможным минимальным использованием технических средств.

Защита гидросферы. Негативное воздействие оказывают следующие факторы:

- передвижение и заправка техники;
- земляные работы вблизи и на участках с высоким стоянием грунтовых вод;
- слив воды на водосборную площадь после использования для производственных целей;

Для снижения воздействия на гидросферу необходимы следующие мероприятия:

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

- Заправка техники для недопущения разлива ГСМ должна производиться на специально оборудованных площадках с твердым покрытием и обваловкой, после завершения работ площадка демонтируется;
- При демонтаже временных площадок предварительно производится полная откачка и вывоз сточных вод из септиков и фекальных отходов;
- Соблюдение правил в водоохранной зоне.

Защита литосферы. Для строительства резервуара выполняется отчуждение земель, что ведет к механическим разрушениям почв и образованию отходов.

Источниками загрязнения являются: строительная техника в процессе передвижения, земляные работы, а также временное хранение мусора.

Для уменьшения воздействия на атмосферу необходимы следующие мероприятия:

- Проезд техники должен быть только в пределах зоны производственных работ;
- При расчистке строительной площадки от леса и кустарников, корчевку следует проводить только в пределах проектируемого резервуара в соответствии с планом, минимизирую потери лесного покрова;
- На строительной площадке нужно организовать временное хранение мусора в виде емкостей и контейнеров с отходами;
- Запрещается разведения костров и сжигание в них любых видов материалов и отходов.

После окончания строительно-монтажных работ, нарушенные строительством земельные участки, должны быть рекультивированы.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одним из наиболее опасных объектов являются резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Среди наиболее возможных ЧС могут возникнуть:

- механические повреждения оборудования, сооружений, конструкций;
- разливы нефти;
- взрывы, пожары.

Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией среди выше указанных, является пожар.

Ряд превентивных мер по предупреждению ЧС:

- ремонт оборудования и своевременная его диагностика;
- инструктаж персонала о пожарной безопасности согласно установленному графику;
- строгое соблюдение требования приказа о противопожарном режиме, особенно по курению и пользованию открытым огнем;
- обеспечение защиты рабочих и служащих от возможных поражающих факторов, в том числе вторичных;
- рабочее место должно быть оснащено первичными средствами пожаротушения.

Порядок действия в результате возникновения ЧС и меры по ликвидации её последствий:

- вызов необходимого количества средств и техники;
- тушение горящего резервуара передвижными и стационарными методами;
- организация защиты соседних строений;
- сбор локализованного разлива и зачистка загрязненной территории.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Заключение

В ходе проведения выпускной квалификационной работы было охарактеризовано оборудование резервуара, рассмотрены его конструктивные особенности и технические параметры. В результате данного исследования было выяснено, что наибольшую зависимость от типа грунта имеет днище РВС.

Подробно изучена классификация грунтов, а также определены наиболее предпочтительные типы грунтов для строительства, в зависимости от их свойств. Был проведен анализ территории сооружения РВС, который показал, что для достижения необходимой несущей способности грунта, следует предложить технические решения для достижения необходимой устойчивости резервуара.

Рекомендованы различные виды оснований и фундаментов под РВС в зависимости от свойств и типа грунта, а также выявлены наиболее рациональные и эффективные из них.

Произведен расчет нагрузок на грунт РВС 20000 м³, поскольку несущая способность грунта не обладает достаточным сопротивлением, было предложено техническое решение по использованию искусственного основания. Было проведено сравнение предложенного технического решения и имеющегося в действительности, а также объяснена нерациональность в существующих принятых мерах.

Рассчитаны затраты на проведение научно-исследовательской работы. Проведена сравнительная эффективность предложенных методов.

Рассмотрены опасные и вредные факторы, оказываемые на людей и экологию при строительстве резервуара вертикального стального типа РВС, а так же защита и способы предупреждения данного антропогенного фактора.

					<i>Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко А.В.</i>			Заключение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					95	98
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти нефтепродуктов;
- 2) СТО-СА-03-002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов;
- 3) ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация;
- 4) ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение;
- 5) СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87;
- 6) СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*;
- 7) РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м³;
- 8) СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85;
- 9) СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*;
- 10) СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*;
- 11) СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88;
- 12) РД 23.020.00-КТН-279-07 Методика обследования фундаментов и оснований резервуаров вертикальных стальных;

					<i>Разработка технического решения по сооружению резервуаров вертикальных стальных типа РВС-20000 м³ в зависимости от типа грунта</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Лысенко А.В.</i>			Список используемых источников	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					96	98
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 2Б6А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

13) Лапшин, А. А. Конструирование и расчет вертикальных цилиндрических резервуаров низкого давления: учебное пособие / А. А. Лапшин, А. И. Колесов, М. А. Агеева; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород, ННГАСУ, 2009. – 122 с.;

14) СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85;

15) ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности;

16) СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;

17) ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования;

18) Постановление Совмина РСФСР ОТ 07.07.1972 № 408 Об утверждении Положения о режиме труда работников виброопасных профессий;

19) ГОСТ 12.1.046-2014 ССБТ Нормы освещения строительных площадок;

20) СП 52.13330.2011 Свод правил Естественное и искусственное освещение;

21) ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ Биологическая безопасность. Общие требования;

22) ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Общие требования и классификация;

23) СО 03-06-АКТНП-006-2004 «Нормы пожарной безопасности. Проектирование и эксплуатация систем пожаротушения нефтепродуктов в стальных вертикальных резервуарах системы ОАО "АК "Транснефтепродукт";

24) СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;

					Список используемых источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

- 25) ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность;
- 26) ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- 27) СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве;
- 28) ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность;
- 29) ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ Взрывобезопасность. Общие требования.

					Список используемых источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98