

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
«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»

УДК 622.692.23-025.71-034.14-048.35(571.13)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8СА	Мануйлов Александр Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Саруев Л.А.	к.т.н. доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Былкова Т.В.	к.э.н доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>В соответствии с общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</b>		
P1	Приобретение профессиональной эрудиции и широкого кругозора в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-8) (ЕАС-4.2a) (АВЕТ-3А)
P2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.
P3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3i), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23
P4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3e)
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)
P6	внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые данные для экспериментально-исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий	Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,) (АВЕТ-3b)
<i>в области проектной деятельности</i>		
P11	Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30) (АВЕТ-3c), (ЕАС-4.2-e)

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
3-2Б8СА	Мануйлову Александру Владимировичу

Тема работы:

«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»
---

Утверждена приказом директора (дата, номер)
---

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Технический отчет по результатам полной технической диагностики вертикального стального цилиндрического резервуара РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> ; Паспорт на РВСПК - 50000 м <sup>3</sup>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обоснование решений по инженерной подготовке территории; конструктивные и объемно-планировочные решения; описание конструктивных и технических решений подземной части объекта

	капитального строительства; расчет основания и фундамента резервуара; финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; социальная ответственность; заключение по работе
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Былкова Татьяна Васильевна
«Социальная ответственность»	Гуляев Милий Всеволодович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Abstract	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саруев Л.А.	доцент, к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8СА	Мануйлов Александр Владимирович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б8СА	Мануйлов Александр Владимирович

Институт	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат (бакалавр)	Направление/специальность	21.03.01 Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов, переработки

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Распределение сметной стоимости объема капитальных вложений
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	1 РД-23.020.00-КТН-079-09 Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м. 2 РД-16.01-60.30.00-КТН-062-1-05 Руководство по ремонту ж/б и стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м.

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

1. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Представить структуру работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м <sup>3</sup> Сформировать бюджет реконструкции резервуара
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Интегральный финансовый показатель Сравнительная оценка

**Перечень графического материала:**

--

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

--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Былкова Т.В.	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8СА	Мануйлов Александр Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
3-2Б8СА		Мануйлов Александр Владимирович	
<b>Школа</b>	ИШПР	<b>Отделение (НОЦ)</b>	ОНД
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

**Тема ВКР:**

Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м<sup>3</sup> на примере объекта в Омской области

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p><b>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</b></p>	<p>Рабочее место находится в районе г.Омск. Местность заболоченная, равнинная. Климат умеренный.</p> <p>При реконструкции резервуаров могут возникать вредные и опасные производственные факторы, влияющие на обслуживающий персонал предприятия трубопроводного транспорта нефти. Может быть оказано негативное воздействие на природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу).</p> <p>Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера</p>
---	--

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

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <p>Рассмотреть специальные правовые нормы и нормативные документы.</p>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p> <p>При расположении элементов рабочего места должны быть предусмотрены необходимые средства защиты человека-оператора от воздействия опасных и вредных факторов, предусмотренных ГОСТ 12.0.003-74, а также условия для экстренного ухода человека-оператора с рабочего места.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>- Повышенный уровень шума;</li> <li>- Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>- Опасные и вредные производственные факторы, связанные с загрязнением воздушной среды</li> <li>- Повышенный уровень напряженности электростатического поля, электромагнитных полей;</li> <li>- Пожаровзрывоопасность на объектах.</li> <li>- Производственные факторы, связанные с электрическим током</li> </ul>

<b>3. Экологическая безопасность:</b> Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу.	- решение по обеспечению экологической безопасности.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> <li>- Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику <span style="float: right;"><b>28.02.2022</b></span>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД.	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8СА	Мануйлов Александр Владимирович		

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе используются ссылки на следующие стандарты:

1 РД-23.020.00-КТН-079-09      Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м.

2 РД-16.01-60.30.00-КТН-062-1-05      Руководство по ремонту ж/б и стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м.

3 ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».

4 ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые».

5 ГОСТ 18442-80\* «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования».

6 ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии».

7 ГОСТ 12.3.016-87 «ССБТ. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности».

8 ГОСТ 12.1.010-76\*. «Взрывобезопасность. Общие требования».

9 ГОСТ 9.602-2005 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии».

10 СНиП III-42-80\* «Магистральные трубопроводы».

11 СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».

					<i>«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м<sup>3</sup> на примере объекта в Омской</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>		Мануйлов А.В.			<i>Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Саруев А.Л.						8		
<i>Консульт.</i>								<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.								



12 СНиП 3.05.05-84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».

13 СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».

14 СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

15 СНиП 23-01-99\* «Строительная климатология».

16 СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия».

17 СНиП 12-01-2004 «Организация строительства».

18 СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

19 ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасности эксплуатации технологических трубопроводов», М, 2003.

20 ВСН 012-88 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ».

21 РД-13.220.00-КТН-575-06 Руководящий документ «Стандарт «Правила пожарной безопасности на объектах ОАО «АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ»;

22 РД 153-39.4-056-00 «Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов».

23 РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз».

24 РД-23.020.00-КТН-079-09 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м»;

25 РД 153-39.4-113-01 «Нормы технологического проектирования магистральных нефтепроводов».

26 РД-13.110.00-КТН-319-09 «Правила безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов»;

					<i>Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

27 РД-91.010.30-КТН-170-06 «Технические требования к проектной документации для строительства, технического перевооружения, реконструкции, капитального ремонта, объектов магистральных нефтепроводов (с изменениями 1 и 2).

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Резервуар** - емкость, предназначенная для хранения, приема, откачки и измерения объема нефти;

**Резервуарный парк** - группа (группы) резервуаров наземных и подземных, заглубленных в грунт или обсыпанных грунтом, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов, размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой;

**Реконструкция резервуара** - комплекс мероприятий по восстановлению технико-эксплуатационных характеристик с заменой или восстановлением элементов конструкций резервуара и оборудования с выводом резервуара из технологического режима работы и его зачисткой;

**Техническое диагностирование** - комплекс мероприятий по определению технического состояния резервуара, характера, места и причин возникновения обнаруженных дефектов и предоставлению данных для последующего анализа с целью назначения ремонта и (или) установления срока безопасной эксплуатации резервуара до проведения очередного комплекса таких мероприятий;

**Техническое состояние** - состояние оборудования и конструкций резервуара, которое характеризует их соответствие проекту, технической документации, регламентам, нормам и правилам, принятым в ОАО «АК Транснефть»;

					<i>Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

**Дефект, подлежащий ремонту** - каждое отдельное несоответствие нормативным документам: сварных швов, основного металла конструкции резервуара, геометрических форм резервуара, а также соединительные, конструктивные детали и приварные элементы, не соответствующие нормативным документам;

**Конструкция резервуара** - основание и фундаменты, днище, стенка, крыша, понтон и т.п.;

**Элемент конструкции резервуара** - листы днища, стенки, кровли резервуара, усиливающие накладки, патрубки, люки, стойки, элементы несущей конструкции, оборудование и т.п.;

**Окрайка** - часть днища резервуара, на которую опирается стенка, которая состоит из краевых листов увеличенной толщины в сравнении с центральной частью, и сваренных встык;

**Центральная часть днища** - внутренняя часть днища резервуара с толщиной листа меньшей чем окрайки и сваренных комбинированным способом: внахлест и встык;

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

РВСПК – Резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей;

ЛПДС – Линейная производственно – диспетчерская станция;

ПРП – Приемораздаточный патрубок;

ППР – Проект производства работ;

СППТ – Система пенного пожаротушения;

ТБ – Техника безопасности;

ПБ – Пожарная безопасность;

ВСН – Ведомственные строительные нормы;

СТО – Стандарт организации;

НПС – Нефтяная перекачивающая станция;

НТД – Нормативно-техническая документация.

					<i>Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 134 с., 12 рисунков, 24 таблиц, 52 источников, 6 прил.  
Ключевые слова: реконструкция, резервуар, плавающая крыша, днище, пояс, фундамент, расчет основания, несущая способность, запорная арматура, испытание, производственная безопасность.

Объектом исследования является (ются) резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей типа РВСПК – 50000.

Цель работы – выбрать оптимальное техническое решение для мероприятий, проводимых при реконструкции резервуара, а так же эффективность, надежность и безопасность применяемых технологий.

В процессе исследования проводились расчеты основания фундамента резервуара по несущей способности и долговечности, расчет прочности и устойчивости стенки резервуара, расчет каре резервуара на розлив нефти, расчет уровней взлива и максимальных скоростей заполнения резервуара.

В результате исследования было доказано, что модернизация и установка нового оборудования ставит резервуар на тот же уровень что и вновь построенный, но использование материальных затрат предполагает получить экономию денежных средств более чем в два раза. Повышается эффективность, надежность и безопасная эксплуатация оборудования резервуара.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: обоснование решений по инженерной подготовке территории, конструктивные и объемно-планировочные решения, описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства, расчет основания и фундамента резервуара.

Степень внедрения: описанные технологии успешно применяются при реконструкции резервуаров типа РВСПК.

					«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Мануйлов А.В.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Сарчев А.Л.					12	
Консульт.						<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

## Abstract

Final qualifying work 134 pp., 12 figures, 24 tables, 52 sources, Appendix 6.

Keywords: Reconstruction of Access, tank, floating roof, bottom, waist, foundation, foundation settlement, bearing capacity, valves, testing, manufacturing safety.

The object of this study is (are) vertical steel tank with a floating roof type RVSPK - 50000.

The purpose of the work is to choose the optimal technical solution for the activities carried out during the reconstruction of the tank, as well as the efficiency, reliability and safety of the technologies used.

The study carried out calculations on the base of the tank foundation bearing capacity and durability, the calculation of strength and stability of the vessel wall, a penalty payment by the glass tank of oil, payment vzliva levels and maximum tank filling speeds.

The study proved that the modernization and installation of new equipment puts the reservoir on the same level as the newly built, but the use of material inputs expects to save money more than doubled. The efficiency, reliability and safe operation of tank equipment.

The basic constructive, technological and technical and operational characteristics: the justification of decisions on land development, structural and space-planning decisions, the description of the structural and technical solutions of the underground part of capital construction, the base payment and tank foundation.

Degree of implementation: the described technologies are successfully used in the reconstruction RVSPK type tanks.

					Abstract	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

## Оглавление

	Стр.
Введение	19
Обзор литературы	22
1 Общая пояснительная записка	24
1.1 Краткая характеристика объекта реконструкции	24
1.1.1 Климатическая характеристика района	24
1.1.2 Геологические характеристики	26
1.1.3 Геологическое строение	27
1.1.4 Гидрогеологические характеристики	30
1.2 Особые экологические и инженерно-геологические процессы	31
1.3 Характеристика резервуара	32
1.3.1 Конструктивные данные	32
1.3.2 Технологические параметры резервуара	32
1.3.3 Характеристика хранимой нефти	33
1.4 Техничко-экономические показатели по объекту строительства	34
2 Обоснование решений по инженерной подготовке территории	35
2.1 Описание организации рельефа вертикальной планировкой	35
2.2 Проверочный расчет в соответствии с требованиями п. 4.2 ГОСТ Р 53324-2009	37
2.3 Проверочный расчет в соответствии с требованиями п. 3.5 ГОСТ Р 53324-2009	40
2.4 Проверочный расчет в соответствии с требованиями п. 5.1.28 ПБ03-585-03	41

					<i>«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м<sup>3</sup> на примере объекта в Омской</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Мануйлов А.В.			<i>Оглавление</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Саруев А.Л.					14	
<i>Консульт.</i>								
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.				<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		

3	Конструктивные и объемно-планировочные решения	44
3.1	Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений	44
3.2	Параметры резервуара	44
3.3	Проектные решения	47
3.4	Обоснования технических решений	49
3.4.1	Общие данные	49
3.4.2	Ремонт металлоконструкций резервуара	49
3.4.3	Замена металлоконструкций резервуара	50
3.4.4	Основные требования к материалам металлоконструкций резервуара	52
3.4.5	Основные требования к гибке (вальцовке) металлоконструкций	55
3.4.6	Испытание резервуара	55
4	Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта реконструкции	57
4.1	Фундамент резервуара	57
4.1.1	Фундамент под шахтную лестницу	58
4.1.2	Отмостка резервуара	59
4.2	Коренные задвижки РВСПК	59
4.3	Колодцы сетей канализации и наружного пожаротушения	60
4.4	Площадки напорного узла СППТ	60
4.5	Опоры под трубопроводы и запорную арматуру	61
4.6	Обоснование принятых объемно-планировочных решений зданий и сооружений объекта капитального строительства	61
4.6.1	Переходы через обвалование	61
4.6.2	Площадки обслуживания	62
4.7	Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей	62

основных производственных, ремонтных и иных цехов	
4.7.1 Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей помещений основного, вспомогательного, обслуживающего назначения и технического назначения	63
4.8 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения	63
4.8.1 Антикоррозийная защита металлоконструкций резервуара	63
4.8.2 Антикоррозийная защита металлоконструкций	66
4.8.3 Защита наружной поверхности фундаментов	67
5 Расчет основания и фундамента резервуара	68
5.1 Общие положения	68
5.2 Существующее положение по обвалованию	68
5.3 Инженерно-геологические разрезы	69
5.4 Расчет основания и фундамента резервуара	72
5.4.1 Исходные данные	72
5.4.2 Характеристики резервуара	72
5.4.3 Расчёт нагрузок на основание резервуара	73
5.4.4 Расчёт основания резервуара на осадку	76
5.5 Проверка существующего основания резервуара по несущей способности	78
5.6 Расчет глубины и кинетики карбонизации бетона	81
5.7 Расчет скорости коррозии арматуры	82
5.8 Расчет стенки резервуара на прочность и устойчивость	83
5.8.1 Исходные данные	83
5.8.2 Проверочный расчет на прочность стенки резервуара	84
5.8.3 Проверочный расчет на устойчивость стенки резервуара	88
5.9 Расчет уровней разлива в резервуаре и величины емкости	93



(полезной) для товарных операций	
5.10 Расчет максимальных скоростей заполнения и опорожнения резервуара	97
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	98
6.1 Структура работ в рамках проведение реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м <sup>3</sup>	98
6.2 Бюджет проведение реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м <sup>3</sup>	99
6.3 Определение финансовой эффективности исследования	105
7 Социальная ответственность	106
7.1 Производственная безопасность	106
7.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия и устранению влияния на рабочих	107
7.2 Экологическая безопасность	115
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	117
7.3.1 Пожарная и взрывная безопасность	117
7.3.2 Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях	118
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	119
Заключение	120
Список использованной литературы	121
Приложение А	125
Приложение Б	128
Приложение В	129

Приложение Г	130
Приложение Д	131
Приложение Е	133

## ВВЕДЕНИЕ

Нефтедобывающая отрасль как важнейшая составляющая топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России является базовой основой национальной экономики страны.

Достижение ее стратегических целей направлено на стабильное и экономически эффективное удовлетворение внутреннего спроса и внешнего рынка в топливно-энергетических ресурсах, на обеспечение валютных и налоговых поступлений в бюджет, а также политических интересов России в мире.

Достигнутые в России темпы прироста нефтедобычи за последние годы были одними из самых высоких в мире. Возрастающий мировой спрос на нефть являлся для отечественных нефтяных компаний важным стимулом к активному развитию экспортных поставок российской нефти за рубеж и способствовал росту нефтедобычи.

Современные технологии многих производств базируются на транспортировке трубопроводным транспортом различных сред – газообразных и жидких. Данное положение сохранится и в будущем, благодаря универсальности, надежности и сравнительно низкой себестоимости трубопроводного транспорта.

**Актуальность.** В настоящее время велика роль трубопроводного вида транспорта в нефтяной промышленности и в связанных с ней отраслях, где основным сырьем и готовым продуктом являются жидкие углеводороды, перемещаемые в больших количествах на значительные расстояния как внутри отдельных производств, так и от производителей к потребителям. Основу всех систем доставки и перемещения жидкостей по трубопроводам составляют различного вида насосные станции.

					<i>«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м<sup>3</sup> на примере объекта в Омской</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Мануйлов А.В.			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Сарчев А.Л.					19	
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

Главным объектом является НПС – насосная перекачивающая станция, состоящая из насосов и приводящих их двигателей, а также вспомогательного оборудования, обеспечивающего насосам и двигателям нормальные условия работы

Технологический процесс перекачки нефти в таких количествах предполагает наличие большого объема резервуарных емкостей. Наличие большого запаса резервуарных емкостей позволяет в новых экономических условиях получать дополнительные прибыли от товарно-транспортных операций и дает преимущества в сфере управления и принятия решений руководством фирмы. Поэтому вопросам обеспечения эксплуатационной надежности резервуарных парков в настоящее время придается важное значение.

Большая часть эксплуатируемых в настоящее время резервуаров построена более 30 лет назад. Конструкции РВС работают в сложном напряженно-деформированном состоянии и зачастую сооружены на слабонесущих переувлажненных грунтах, отдельные узлы уже морально устарели, а в целом конструкции не соответствуют требованиям нормативно – технической документации.

**Целью** выпускной квалификационной работы является выбор оптимального технического решения для мероприятий, проводимых при реконструкции резервуара, эффективность, надежность и безопасность применяемых технологий.

Исходя из поставленной цели, необходимо выполнить следующие **задачи**:

1. Провести обзор современной литературы по указанной тематике.
2. Охарактеризовать объект реконструкции с приведением текущих и предлагаемых параметров работы и технического состояния.
3. Провести технологические расчеты объекта реконструкции.
4. Обосновать технико-экономическую эффективность выбираемого оборудования для реконструкции и определение последовательности проведения основных этапов работ с учетом требования промышленной и экологической безопасности.

					Введение	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Провести расчеты экономической эффективности затрат на реконструкцию.

**Объект исследования.** Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей.

**Предмет исследования.** Предметом исследования является реконструкция резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК–50000м<sup>3</sup>.

**Практическая значимость.** Результаты работы могут быть положены в основу для первичных этапов разработки различных программ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей с целью увеличения срока службы указанного технического объекта.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

## Обзор литературы

Резервуары играют немаловажную роль в нефтяной промышленности: участвуют в процессе непрерывной перекачки нефти, разгружают трубопровод при ремонтных работах, сохраняют ценные свойства нефти и т.д. Соответственно, резервуары принимают на себя значительные нагрузки, и главным при их сооружении будет создание прочной и устойчивой конструкции. Это достигается расчетом оптимальных габаритов резервуара, а также действующих на него нагрузок и проверкой стенки на прочность и устойчивость.

На предприятиях резервуары эксплуатируют в соответствии с технологической картой и инструкциями, составленными с учетом местных условий: место расположения резервуаров, их конструктивных особенностей, технических характеристик установленной арматуры и приборов, физико-химических свойств хранимых нефтепродуктов, мощности насосов для перекачки, системы трубопроводов и т.п.

После истечения нормативного двадцатилетнего срока эксплуатации резервуара требуется проведение комплексного диагностирования. На основании рекомендаций по результатам проведенного диагностирования разрабатывается проект по ремонту резервуара. Работы по реконструкции ведутся на территории действующего резервуарного парка, поэтому в работе учтены правила промышленной и пожарной безопасности, нормативные и руководящие документы, учтена возможность возникновения аварийных ситуаций связанных с реконструкцией. В безопасности и экологичности проекта рассмотрены основные меры обеспечения безопасности и охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды при проведении ремонта резервуара.

					«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Мануйлов А. В.			Обзор литературы	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Саруев Л. А.					22	
Консульт.						ТПУ гр. 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Материально-технической базой в ходе выполнения реконструкции стали законодательные акты РФ в отношении норм пожарной безопасности, ГОСТы РФ, руководящие документы ОАО «АК Транснефть», свод правил РФ относящихся к процессу реконструкции резервуара, строительные нормы и правила, ведомственные строительные нормы магистральных и промысловых трубопроводов, правила устройства и безопасной эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз, нормы предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Содержание материально-технической базы позволило реализовать задачи выпускной квалификационной работы и достигнуть поставленной в ней цели.

					<i>Обзор литературы</i>	<i>Лист</i>
						23
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# 1 ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Краткая характеристика объекта реконструкции

Местоположение объекта: г.Омск.

Вид строительства – реконструкция.

Проект разработан в соответствии с федеральными и ведомственными нормами, действующими нормативно-техническими документами.

Проектируемый объект - резервуар вертикальный стальной цилиндрический с плавающей крышей РВСПК-50000. Проектируемый резервуар входит в состав резервуарного парка действующей нефтеперекачивающей станции, которая является головной станцией и предназначена для приема, хранения и перекачки нефти по системам технологических трубопроводов.

### 1.1.1 Климатическая характеристика района.

Климатическая характеристика района приведена по данным метеостанции Омск.

Климат района работ резко-континентальный.

Климатические параметры холодного периода года:

Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,98) - минус 39 °С

Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) - минус 37 °С

Абсолютная минимальная температура воздуха - минус 49 °С

Абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 40 °С

					«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Мануйлов А. В.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Саруев Л. А.				24	
Консульт.					<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					



Нагрузки:

- расчетная снеговая для III снегового района, 180кгс/м<sup>2</sup>
- нормативная ветровая для II ветрового района, 30кгс/м<sup>2</sup>

Средняя месячная относительная влажность наиболее холодного месяца составляет 80%. Количество осадков за ноябрь-март - 79мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль юго-западное.

Среднемесячная относительная влажность воздуха в 1500 часов наиболее холодного месяца - 80%.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха <0°C - 169 дней.

Средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха <0°C - минус 12,3°C.

Средняя высота снежного покрова - 26 см.

Климатические параметры теплого периода года:

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца плюс 25°C. Абсолютная максимальная температура воздуха плюс 40°C.

Средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца – 68 %.

Количество осадков за апрель-октябрь – 296 мм.

Средняя месячная относительная влажность в 1500 часов наиболее теплого месяца - 52%.

Преобладающее направление ветра за июль-август северо-западное.

Средняя годовая температура воздуха плюс 25°C. Среднегодовая продолжительность гроз от 40 до 60 часов.

Район изысканий по климатическому районированию для строительства относится к группе I В.

					<i>Общая пояснительная записка</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

Согласно карте общего сейсмического районирования (ОСР-97 карты В, С) сейсмическая активность территории составляет 5 баллов шкалы MSK-64, т.е. территория сейсмически неопасная.

Расчетная температура металла основных конструкций подгруппы «А» (РД-23.020.00-КТН-079-09) - минус 39°С

Расчетная температура металла основных конструкций подгруппы «Б» и вспомогательных конструкций(РД-23.020.00-КТН-079-09) - минус 37°С

Согласно данным инженерно-геологического районирования территории России участок изысканий расположен в южной части Западно-Сибирской равнины, характеризующейся равнинностью рельефа, широким распространением аккумулятивных форм и относительной слабостью процессов денудации.

В геоморфологическом отношении исследуемый участок находится в пределах правобережной части Иртышской водораздельной равнины.

### 1.1.2 Геологические характеристики

Согласно данным инженерно-геологического районирования стройплощадка расположена на Западно – Сибирской равнине.

В геологическом строении участка, изученного до глубины 30,0 м, принимают участие неоплейстоценовые покровные элювиально-делювиальные (edQIII) пластичные супеси, мягко - и текучепластичные суглинки, подстилаемые с глубины 4,5...5,0 м эоплейстоценовыми озерными туго-пластичными глинами кочковской свиты (IQEкс) четвертичной системы, ниже которых с глубины 8,0...8,8 м залегают озерно-болотные твердые глины и туго-пластичные суглинки павлодарской свиты (N1-2pv) неогена, вскрытой мощностью до 22,0 м. С поверхности повсеместно природные отложения перекрыты современными техногенными (насыпными) грунтами (tQH) мощностью 1,8...2,0 м.

Современные техногенные грунты (tQH) залегают с поверхности на всей территории. Отложения представлены суглинком, смешанным с песком. Мощность составляет 1,8 - 2,0 м.

					<i>Общая пояснительная записка</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

На период проведения изысканий грунт находился в сезонно-мерзлом состоянии.

Четвертичные неоплейстоценовые покровные элювиально - делювиальные (edQIII) отложения повсеместно залегают под насыпными грунтами и представлены пластичными супесями, мягко - и текуче пластичными суглинками общей мощностью 2,7-3,1 м.

Четвертичные эоплейстоценовые озерные отложения (IQEк<sup>с</sup>) залегают повсеместно под покровными грунтами и представлены глинами тугопластичными мощностью до 4,1 м.

Верхне-нижнеогеновые озерно-болотные отложения павлодарской свиты (N1-2pv) залегают повсеместно под отложениями кочковской свиты и представлены твердыми глинами вскрытой мощностью до 17,1 м и туго - пластичными суглинками мощностью до 4,9 м.

### 1.1.3 Геологическое строение

В геологическом строении участка, изученного до глубины 30,0 м, принимают участие неоплейстоценовые покровные элювиально-делювиальные (edQIII) пластичные супеси, мягко и текучепластичные суглинки, подстилаемые с глубины 4,5...5,0 м эоплейстоценовыми озерными тугопластичными глинами кочковской свиты (IQEк<sup>с</sup>) четвертичной системы, ниже которых с глубины 8,0...8,8 м залегают озерно-болотные твердые глины и туго-пластичные суглинки павлодарской свиты (N<sub>1-2pv</sub>) неогена, вскрытой мощностью до 22,0 м. С поверхности повсеместно природные отложения перекрыты современными техногенными (насыпными) грунтами (tQH) мощностью 1,8...2,0 м.

Современные техногенные грунты (tQH) залегают с поверхности на всей территории. Отложения представлены суглинком, смешанным с песком. Мощность составляет 1,8 - 2,0 м.

На период проведения изысканий грунт находился в сезонно-мерзлом состоянии.

					<i>Общая пояснительная записка</i>	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Четвертичные неоплейстоценовые покровные элювиально - делювиальные (edQ<sub>III</sub>) отложения повсеместно залегают под насыпными грунтами и представлены пластичными супесями, мягко - и текучепластичными суглинками общей мощностью 2,7-3,1 м.

Четвертичные эоплейстоценовые озерные отложения (IQ<sub>ЕК</sub>с) залегают повсеместно под покровными грунтами и представлены глинами тугопластичными мощностью до 4,1 м.

Верхне-нижненеогеновые озерно-болотные отложения павлодарской свиты (N<sub>1-2</sub>рv) залегают повсеместно под отложениями кочковской свиты и представлены твердыми глинами вскрытой мощностью до 17,1 м и тугопластичными суглинками мощностью до 4,9 м.

Согласно ГОСТ 25100-95 и ГОСТ 20522-96 с учётом геологического строения в толще вскрытых отложений по данным материалов инженерно-геологических изысканий на глубину до 30,0 м выделены один слой и шесть инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

Слой 1а (tQ<sub>IV</sub>) - Насыпной грунт: суглинок, смешанный с песком, мощностью 1,8 -2,0 м. Встречен повсеместно с поверхности исследуемого участка.

ИГЭ 5-2 (edQ<sub>III</sub>) – Супесь бурая песчанистая, пластичная, мощностью 0,6-1,5 м. Встречены отложения повсеместно под насыпными грунтами.

ИГЭ 4-4 (edQ<sub>III</sub>) – Суглинок бурый, легкий пылеватый, мягкопластичный, с тонкими прослойками супеси пластичной, мощностью 2,0-2,1 м. Встречены отложения скважинами №№ 3 и 4 под пластичными супесями (ИГЭ 5-2).

ИГЭ 4-5 (edQ<sub>III</sub>) – Суглинок бурый, легкий пылеватый, текучепластичный, с тонкими прослойками супеси пластичной, мощностью 1,6-1,9 м. Встречены отложения скважинами №№ 1 и 2 под пластичными супесями (ИГЭ 5-2).

ИГЭ 3-3 (IQ<sub>ЕК</sub>с) – Глина темно-бурая, легкая пылеватая, тугопластичная, с прослоями полутвердой, мощностью 3,1-4,1 м. Встречены отложения повсеместно под покровными отложениями.

					<i>Общая пояснительная записка</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

ИГЭ 3-1 (N<sub>1-2pv</sub>) – Глина темно-серая, легкая пылеватая, твердая, с прослоями полутвердой, с включениями щебня мергеля до 20%, вскрытой мощностью до 17,1 м. Встречены отложения повсеместно под отложениями кочковской свиты (глина тугопластичная ИГЭ 3-3).

Таблица 1.1 – Расчетные значения показателей физико-механических характеристик грунтов

Наименование грунта	Плотность влаж. грунта $\rho$ (г/см <sup>3</sup> )	Коэф-т пористости $e$ (д.е.)	Степень влажности $S_r$ (д.е.)	Пластичность			Показатель текуч. $IL$ (д.е.)	Угол внутреннего трения	Удельное сцепление	Модуль деформации	Расчетное сопротивление грунтов $R_o$ , (кПа)
				на гр. текуч. $WL$ (д.е.)	на гр. раскат. $W_p$ (д.е.)	число пласт. $I_p$ (д.е.)					
Супесь песчаная, с тонкими прослоями суглинка мягкопластичного	2,11	0,48	0,99	0,20	0,13	7	0,71	30	16	11,0	225
Суглинок легкий пылеватый, мягкопластичный, с тонкими прослоями супеси пластичной	2,03	0,61	0,95	0,26	0,15	11	0,64	21	10	3,0	233
Суглинок легкий пылеватый, текучепластичный, с тонкими прослоями супеси пластичной	1,95	0,66	0,85	0,22	0,14	8	0,88	24	9	2,0	154
Глина легкая пылеватая, тугопластичная, с прослоями полутвердой	1,97	0,78	1,0	0,42	0,23	19	0,32	15	39	4,0	300
Глина легкая пылеватая, с прослоями полутвердой, с включениями щебня мергеля до 20%	1,98	0,74	1,0	0,53	0,28	25	<0	15	94	9,0	350
Суглинок тяжелый пылеватый, тугопластичный, с прослоями мягкопластичного, с тонкими прослойками глины	2,03	0,64	1,0	0,34	0,19	15	0,40	23	35	4,0	240

### 1.1.4 Гидрогеологические характеристики

Подземные воды типа поровых, безнапорных (грунтовых) на период настоящих изысканий (январь 2015 г.) встречены на глубине 2,4...2,9 м от поверхности земли, на абсолютных отметках 114,70...115,28 м.

Подземные воды приурочены к элювиально-делювиальным мягко - и текуче-пластичным суглинкам (ИГЭ 4-4, 4-5), пластичным супесям (ИГЭ 5-2), скоплениям мергеля в толще неогеновых глин. Относительным водоупором являются эоплейстоценовые озерные туго - пластичные глины (ИГЭ 3-3) кочковской свиты, кровля которых отмечена на глубине 4,5...5,0 м, на абсолютных отметках 112,70...113,18 м.

Тип режима подземных вод - междуречный, способ питания, преимущественно, инфильтрационный, в связи с чем уровень подвержен сезонным и годовым колебаниям.

По результатам многолетних наблюдений за режимом подземных вод в аналогичных условиях в разрезе года максимальный уровень подземных вод следует ожидать в мае, минимальный – в сентябре. Средняя годовая амплитуда колебания уровня на данном геоморфологическом элементе составляет 1,2 м.

Установившиеся уровни подземных вод, зафиксированные на период бурения и прогнозируемые в период максимума с учетом сезонных колебаний (поправка в январе 0,9 м), приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Установившиеся и прогнозируемые уровни подземных вод

Номер скважины	Установившийся уровень на период бурения, м		Прогнозируемый уровень в период максимума, м		Дата замера
	глубина	абс. отметка	глубина	абс. отметка	
С-1	2,9	114,70	2,0	115,60	29.01.14г.
С-2	2,9	114,70	2,0	115,60	29.01.14г.
С-3	2,4	115,28	1,5	116,18	26.01.14г.
С-4	2,9	114,80	2,0	115,70	27.01.14г.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокар-бонатные натриево-магниевые-кальциевые, кальциево-натриево-

					Общая пояснительная записка	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

магниевого и натриево-кальциево-магниевого, пресные (590-678 мг/л), жесткие (8,2-8,4 мг-экв/л) и очень жесткие (9,2 мг-экв/л), нейтральные (рН 6,53-7,05)

## 1.2 Особые геологические и инженерно-геологические процессы

Согласно СП 11-105-97 (Часть II) и СНиП 22-01-95 из опасных геологических процессов и неблагоприятных инженерно-геологических явлений на исследуемой территории отмечаются подтопленность грунтовыми водами; сезонное промерзание и морозная пучинистость грунтов. [8,9]

- По подтоплению территория относится к I (подтопленной в естественных условиях) области, район I-A, участок I-A-1 (подтопленные в естественных условиях): уровень подземных вод расположен на глубине 2,4 – 2,9 м от поверхности земли.

В период максимума уровень подземных вод следует ожидать на глубине 1,5 - 2,0 м от поверхности земли.

Согласно СНиП 22-01-95 (приложение Б) по подтоплению территория относится к умеренно опасной. [9]

Грунты в зоне сезонного промерзания, в открытых траншеях, котлованах подвержены воздействию сил морозного пучения. Согласно СНиП 23-01-99\* и «Пособию по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83\*)» в районе участка проведения работ (г. Омск) нормативная глубина сезонного промерзания для суглинков и глин составляет – 1,95 м; для супесей – 2,36 м. [15]

При промерзании грунты способны увеличиваться в объеме, что сопровождается подъемом поверхности грунта и развитием сил морозного пучения, действующих на конструкции сооружений. При последующем оттаивании пучинистого грунта происходит его осадка.

Согласно СНиП 22-01-95 (приложение Б) категория опасности территории по пучению для сооружений на естественном основании оценивается как весьма опасная. [9]

					<i>Общая пояснительная записка</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

Согласно карте общего сейсмического районирования (ОСР-97 карты В, С) сейсмическая активность территории составляет 5 баллов шкалы MSK-64, т.е. территория сейсмически неопасная.

### 1.3 Характеристика резервуара

#### 1.3.1 Конструктивные данные

Краткая характеристика резервуара:

- построен по проекту № 10-Ф1418-1-КМ в 1988 году.
- срок эксплуатации резервуара 33 года;
- высота стенки резервуара – 17 950 мм;
- диаметр резервуара – 60 700 мм;
- режим работы (число циклов нагружения за год) - 350 циклов в год;
- геометрический объем 51943 м<sup>3</sup>
- максимальная производительность заполнения и опорожнения резервуара 1300 м<sup>3</sup>/час.

#### 1.3.2 Технологические параметры резервуара

Верхний аварийный уровень нефти 15,500 м.

Верхний допустимый уровень нефти 15,463 м.

Верхний нормативный уровень нефти 15,351 м.

Нижний нормативный уровень разлива нефти 1,804 м.

Нижний допустимый уровень нефти 1,714 м.

Нижний аварийный уровень нефти 1,677 м.

Максимально допустимый уровень разлива  
воды при гидроиспытании 15,100 м

Предельная максимальная скорость заполнения резервуара РВСПК – 3,8м/час.

					Общая пояснительная записка	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Предельная максимальная скорость опорожнения резервуара РВСПК – 3,4 м/час.

Расчетная скорость движения плавающей крыши - 0,45 м/ч. см. «Расчет максимальных скоростей заполнения и опорожнения резервуара».

### 1.3.3 Характеристика хранимой нефти

Операционная среда – товарная нефть; класс, тип, группа, вид по ГОСТ Р 51858-2002.

Нефть, поступающая от ОАО «Сибнефтепровод» и ОАО «Уралсибнефтепровод» - 2.2.1.1 (по ГОСТ Р 51858-2002):

- плотность при 20 град.С – 850,1-870,0 кг/м<sup>3</sup>;
- вязкость от 5 до 25 сСт (по ТЗ)
- массовая доля воды в % не более 0,5%;
- массовая доля серы в % от 0,61-1,80;
- содержание парафинов не нормируется для отечественных производителей (по ГОСТ Р 51858-2002);
- давление насыщенных паров кПа 66,7 кПа (по ГОСТ Р 51858-2002).

Нефть, поступающая от ОАО «Новосибирскнефтегаз» - 1.0.1.1 (по ГОСТ Р 51858-2002):

- плотность при 20 град.С – не более 830,0 кг/м<sup>3</sup>;
- вязкость от 5 до 25 сСт (по ТЗ)
- массовая доля воды в % не более 0,5%
- массовая доля серы в % не более 0,60;
- содержание парафинов не нормируется для отечественных производителей (по ГОСТ Р 51858-2002);
- давление насыщенных паров кПа 66,7 кПа (по ГОСТ Р 51858-2002).

Минимальная и максимальная рабочая температура нефти от минус 20 град С до плюс 40 град С. (по ТЗ)

Температура застывания нефти минус 19 град. С (по ТЗ).

					<i>Общая пояснительная записка</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

#### 1.4. Технико-экономические показатели по объекту реконструкции

Таблица 1.3 – Основные показатели

Наименование показателей	Ед. изм.	Количество
Площадь планируемой территории	м <sup>2</sup>	14184
Площадь каре резервуарного парка	м <sup>2</sup>	6644
Площадь откосов обвалования	м <sup>2</sup>	4568
Площадь подъездных площадок с покрытием из плит	м <sup>2</sup>	1872
Площадь тротуаров с покрытием из плит тротуарных	м <sup>2</sup>	280
Площадь площадок с покрытием из монолитного бетона	м <sup>2</sup>	197
Площадь озеленения откосов и обочин подъездных площадок и дорог	м <sup>2</sup>	623

					<i>Общая пояснительная записка</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34

## 2. ОБОСНОВАНИЕ РЕШЕНИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ ТЕРРИТОРИИ

В соответствии с результатами инженерных изысканий на площадке существующей ЛПДС опасных геологических процессов не отмечается.

Территория действующей ЛПДС спланирована, на территории выполнены дороги с твердым покрытием, резервуары ограждены защитным обвалованием.

Проектом по реконструкции резервуара РВСПК - 50000м<sup>3</sup> предусмотрены мероприятия по отводу дождевых и талых вод из каре резервуарного парка в существующую систему промышленно-ливневой канализации. Для этого предусмотрена планировка рельефа каре, с уклоном не менее 5 промилле в сторону колодцев с дождеприемником. Колодцы с дождеприемником оборудованы хлопущкой с управлением с верха обвалования и подключены к существующему колодцу с задвижкой.

### 2.1 Описание организации рельефа вертикальной планировкой

Вертикальная планировка каре резервуарного парка выполнена в срезке и насыпи.

Вертикальная планировка площадки решена в проектных отметках опорных точек покрытия.

Планировка территории каре резервуара РВСПК- 50000 выполнена с уклоном в сторону дождеприемных колодцев. Минимальный уклон площадки на наиболее протяженном участке равен 0,005. Наивысшая отметка планировки находится на подошве обвалования каре с северо- восточной и юго-западной стороны каре и равна 118,10м, отметка дождеприемных колодцев равна 117,45м. Существующий резервуар РВСПК-50000 м<sup>3</sup> установлен на отметке 118,60м и в зависимости от уклона территории каре превышает отметку земли на 500-1150мм. Отвод поверхностных вод от отмостки резервуара организован по периметру отмостки в сторону дождеприемных колодцев в наименьшей высотной отметке.

					<i>«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м<sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»</i>			
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>				
<i>Разраб.</i>		<i>Мануйлов А. В.</i>			<b>Обоснование решений по инженерной подготовке</b>	<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
<i>Руковод.</i>		<i>Саруев Л. А.</i>					35	
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Планировка территории каре предусмотрена с учетом существующего рельефа территории ЛПДС, прилегающей к обвалованию.

Проектом предусмотрен ремонт существующего участка наружного земляного обвалования и внутреннего земляных валов каре РВСПК с корректировкой и выравниванием высотных отметок. Тело обвалования сооружается из грунтов соответствующих ГОСТ 25100-95:

- глинистых (супесь, суглинок, глина), твердых или полутвердых, с относительной деформацией набухания без нагрузки не более 0,08 долей единицы, относительной деформацией просадочности менее 0,01 долей единицы, относительной деформацией пучения менее 0,035 долей единицы, с уплотнением до коэффициента уплотнения 0,95;

- щебенистых, с размером зерен до 80 мм с добавлением 40% глинистого грунта по объему с уплотнением до коэффициента уплотнения 0,95.

Крутизна откосов ремонтируемого защитного обвалования (отношение высоты откоса к его горизонтальной проекции) принята 1:1,5. Площадка внутри защитного обвалования (каре) устраивается с противодиффузионным экраном. Противодиффузионный экран устраивается из однослойной полиэтиленовой пленки высокой плотности толщиной 1 мм. Проектом предусмотрено устройство проходов инженерных коммуникаций через противодиффузионный экран с герметизацией этих проходов от возможного пролива нефти и атмосферных осадков (см. чертежи раздела КЖ). [17]

Пленка укладывается на подстилающий слой из песка средней крупности с размером частиц не более 2 мм толщиной 0,10 м. Поверх пленки отсыпается защитный слой из песка средней крупности с размером частиц не более 2 мм толщиной 0,10 м, Далее отсыпается слой щебня по ГОСТ 8267-93\* фракцией 40-80 мм, толщиной 0,50 м. Производится его уплотнение до коэффициента уплотнения 0,92 и окончательная планировка по проектным отметкам.

Откосы обвалования укреплены георешеткой полимерной. Внешние откосы обвалования укреплены георешеткой полимерной с посевом трав. Внутренние

					Обоснование решений по инженерной подготовке территории	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

откосы обвалования укреплены георешеткой полимерной с заполнением ячеек решетки щебнем.

Ширина обвалования по верху составляет 0,5м.

В плане реконструируемое обвалование, в котором находится резервуар РВСПК представляет собой замкнутый четырехугольник, площадью 14809м<sup>2</sup>, размеры по оси обвалования в среднем составляют 110х109м.

В соответствии с п. 4.2 ГОСТ Р 53324-2009 высота обвалования каждой группы резервуаров должна быть не менее чем на 0.2м выше уровня расчетного объема разлившейся жидкости, но не менее 1.5м для резервуаров номинальным объемом 10000м<sup>3</sup> и более. [31. 32]

## 2.2 Проверочный расчет в соответствии с требованиями п. 4.2 ГОСТ Р 53324-2009

Номинальный объем разлившейся жидкости одного из группы резервуаров РВСПК-50000 составляет  $V = 50000\text{м}^3$ .

Объем, ограниченный защитным обвалованием для аварийного сбора разлившейся жидкости ( в расчете принята высота розлива  $H=1,3$  относительно среднего уровня покрытия внутри защитного обвалования с учетом планировки - 0.2м)

$$V_{\text{общ1}} = V_1 + V_{\text{отк}} \quad (2.1)$$

где  $V_1$  – объем разлившейся жидкости ограниченный защитным обвалованием, считается:

$$V_1 = S_1 \cdot H = 10188 \cdot 1,3 = 13244,4\text{м}^3;$$

$$V_1 = S_1 \cdot H = 10188 \cdot 1,3 = 13244,4\text{м}^3,$$

где  $S_1$  – площадь каре по низу обвалования,  $S_1=10188\text{м}^2$ ,

$H$ – высота розлива,  $H=1,3\text{м}$

$$V_{\text{отк}} = \frac{1}{2 \cdot H \cdot C \cdot P} = \frac{1}{2 \cdot 1,3 \cdot 1,95 \cdot 416} = 405,6\text{м}^3;$$

где  $P$ - периметр обвалования по внутреннему краю  $P = 416\text{м}$ .

					Обоснование решений по инженерной подготовке территории	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Объем, ограниченный защитным обвалованием для аварийного сбора разлившейся жидкости по формуле 2.1

$$V_{\text{общ1}} = 13244,4 \cdot 405,6 \text{ м}^3$$

Объем занимаемый исправным резервуаром РВС 50000 №16 в случае разлива нефти из другого резервуара находящегося в группе резервуаров в одном общем защитном обваловании равен 3760 м<sup>3</sup>.

$$V_p = \pi \cdot R^2 \cdot H = 3,14 \cdot 30,35 \cdot 30,35 \cdot 1,3 = 3760 \text{ м}^3.$$

Внутренний объем, ограниченный защитным обвалованием для аварийного сбора разлившейся нефти равен.

$$V_{\text{общ2}} = V_2 + V_{\text{отк}} - V_p, \quad (2.2)$$

где  $V_2$  – объем разлившейся жидкости ограниченный защитным обвалованием, на уровне переливной стенки считается:

$$V_2 = S_2 \cdot H = 9925 \cdot 1,3 = 12902,5 \text{ м}^3,$$

где  $S_2$  – площадь каре по низу обвалования,  $S_2 = 9925 \text{ м}^2$

$H$  – высота разлива,  $h = 1,3 \text{ м}$

$$V_{\text{отк}} = 0,5 \cdot H \cdot C \cdot P_2 = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 1,95 \cdot 417 = 528,55 \text{ м}^3,$$

где  $P_2$  – периметр обвалования,  $P_2 = 417 \text{ м}$

$$C = 1,3 \cdot 1,5 = 1,95 \text{ (1,5 – уклон обвалования)}$$

Внутренний объем, ограниченный защитным обвалованием для аварийного сбора разлившейся нефти по формуле (2.2) равен

$$V_{\text{общ2}} = 12902,5 + 528,55 - 3760 = 9671,05 \text{ м}^3$$

Таким образом суммарный объем ограниченный защитным обвалованием, при условии, что за расчетную высоту обвалования принята высота переливной стенки, равен.

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{общ1}} + V_{\text{общ2}} = 13650 + 9671,05 = 23321,05 \text{ м}^3$$

По условию объем разлившейся жидкости составляет 50000 м<sup>3</sup>, следовательно нам необходимо удержать еще 26678,95 м<sup>3</sup>.

$$V_o = V - V_{\text{общ}} = 50000 - 23321,05 = 26678,95 \text{ м}^3.$$

					Обоснование решений по инженерной подготовке территории	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Этот объем разлившейся жидкости удерживается за счет общего обвалования группы резервуаров.

Уровень нефти, который будет соответствовать данному объему равен

$$H_1 = \frac{V_0}{S_0}, \quad (2.3)$$

где  $S_0$  - площадь между обвалованиями резервуаров №15 и №16 с учетом откосов будет составлять:

$$S_0 = (207,2 + (1,95 \cdot 2)) \cdot (100,55 + (1,95 \cdot 2)) - (3,14 \cdot 30,35 \cdot 30,35) = 22049,395 - 2892,325 = 19157,07 \text{ м}^2;$$

Уровень нефти, который будет соответствовать данному объему  $V_0$  по формуле 2.3

$$H_1 = \frac{26678,95}{19157,07} = 1,393 \text{ м}$$

Высота разлива нефти над переливной стенкой составляет 1,393 м, что соответствует высоте от подошвы откоса обвалования 2,693 м, следовательно высота наружного обвалования составляет  $2,693 + 0,2 = 2,893 \text{ м}$ .

По проекту высота обвалования равна 2,95 м.

Выводы: объем защитного обвалования для сбора нефти в случае аварийного разлива одного из резервуаров РВС 50000 соответствует требованиям пункта 4.2 ГОСТ Р 53324-2009 [33]

					Обоснование решений по инженерной подготовке территории	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

## 2.3 Проверочный расчет в соответствии с требованиями п. 3.5 ГОСТ Р 53324-2009

Гидростатический расчет давления разлившейся нефти на обвалование

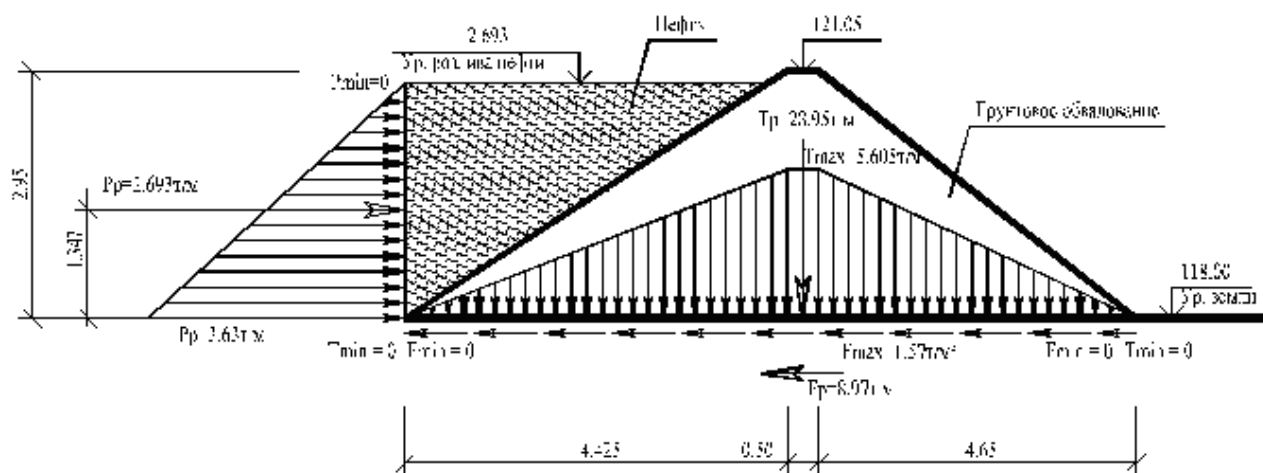


Рисунок 1.1 – Расчетная схема грунтового обвалования для гидростатического расчета давления разлива нефти.

1. Гидростатическое давление от разлившейся нефти:

$$P_{\max} = \rho_{\text{жс}} \cdot H_{\text{жс}} = 1 \cdot 2,693 \text{ МПа} ,$$

где  $\rho_{\text{жс}} = 1,0 \text{ т/м}^2$  - объемный вес жидкости (с запасом принята вода);

$H_{\text{жс}} = 2,693 \text{ м}$  - высота разлива нефти для разлива одного резервуара в группе.

Равнодействующая (сдвигающее гидростатическое давление):

$$Pr = P_{\max} \cdot H_{\text{жс}} \cdot 0,5 = 2,693 \cdot 2,693 \cdot 0,5 = 3,63 \text{ т/м}$$

2. Удерживающая сила:

$$F_x = T_x \cdot f , \quad (2.4)$$

где  $T_x$  – собственный вес грунта обвалования;

$f$  – коэффициент трения;

Собственный вес грунта:

$$T_x = \rho_{\text{гр}} \cdot H_{\text{гр}} \cdot \gamma_g = 1,9 \cdot 2,95 \cdot 1 = 5,605 \text{ т/м}^2 ,$$

где  $\rho_{\text{гр}} = 1,9 \text{ т/м}^3$  – объемный вес грунта [9];



$H_{cp} = 2,95m$  – высота обвалования [9];

$\gamma_g = 1$  – коэффициент надежности конструкции [9];

Равнодействующая собственного веса обвалования:

$$T_p = \sum T_x = 28,95m / м .$$

Сила трения:

$$f = \frac{tg\varphi}{\gamma\varphi}, \quad (2.5)$$

где  $tg\varphi = 20^\circ$  - угол внутреннего трения грунта обвалования (принят по табл.2, прилож.1, СНиП 2.02.01-83\*);

$\gamma\varphi$  - коэффициент надежности (принят по п. 2.16, СНиП 2.02.01-83\*).

Максимальная удерживающая сила равна

$$F_{max} = T_{max} \cdot f = 5,605 \cdot 0,31 = 1,57m / м^2 .$$

Равнодействующая удерживающей силы:

$$F_p = T_p \cdot f = 28,95 \cdot 0,31 = 8,97m / м ;$$

$$F_p \succ P_p ;$$

$$8,97m / м \succ 3,63m / м .$$

**ВЫВОД:** Параметры обвалования резервуара соответствуют требованиям СНиП 2.11.03-93 на гидростатическое давление разлившейся нефти. [11, 33]

## 2.4 Проверочный расчет в соответствии с требованиями п. 5.1.28 ПБ03-585-03

На площадке резервуарного парка возле реконструируемого резервуара расположены существующие нефтепроводы диаметром 1020мм (2шт.). Проектом предусматривается реконструкция проезда вокруг резервуара. Необходимо определить в месте пересечения нагрузку на существующие трубопроводы от плит ПДН и установки пожарного пеноподъемника, а также необходимость проведения защитных мероприятий трубопроводов от дополнительной нагрузки.

Расчет равномерно распределенного давления:

$$G_z = \alpha \cdot p, \quad (2.6)$$

					Обоснование решений по инженерной подготовке территории	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

где  $\alpha$  – коэффициент (принимаемый по табл. 6.2, [17]);

$p = 1,18 \text{ т/м}^2$  - равномерно распределенное давление:

$$p = m/S, \quad (2.7)$$

где  $m$  – масса;

$S = 12 \text{ м}^2$  – площадь плиты принимаем по табл.4.[15].

При определении напряжения “ $G_z$ ” на глубине “ $z_1$ ”=2,65м и “ $z_2$ ”=1,50м (расстояние от верха покрытия дорожной одежды до верха существующего трубопровода) для трубопроводов диаметром 1220мм и 1020мм соответственно, под центром площади погружения значение “ $\alpha$ ” принимают в зависимости от:

$$\eta = \frac{l}{b} \quad (2.8)$$

$$\xi = \frac{2z}{b}, \quad (2.9)$$

где  $l = 6 \text{ м}$  - длинная сторона прямоугольной площадки загрузки;

$b = 2 \text{ м}$  – ширина прямоугольной площадки загрузки.

По формуле (2.8) площадь погружения:

$$\eta = \frac{6}{2} = 3;$$

$$\xi_1 = \frac{2 \cdot 2,65}{2} = 2,65;$$

$$\xi_2 = \frac{2 \cdot 1,50}{2} = 1,50.$$

Коэффициент (принимаем по табл. 6.2, [17]):

$$\alpha_1 = 0,401;$$

$$\alpha_2 = 0,657.$$

Равномерно распределенное давление:

$$p = \frac{14,2}{12} = 1,18 \text{ т/м}^2.$$

Напряжение для Ду1220 и Ду 1020 соответственно:

$$G_{z_1} = 1,18 \cdot 0,401 = 0,473 \text{ т/м}^2 \text{ или } 4,64 \text{ кПа};$$

$$G_{z_2} = 1,18 \cdot 0,657 = 0,775 \text{ т/м}^2 \text{ или } 7,60 \text{ кПа}.$$

					Обоснование решений по инженерной подготовке территории	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Рассчитаем нагрузку, которая приходится на 1 м.п. трубы, Н:

$$P_T = G_z \cdot D_{TP} \cdot \pi \cdot g \quad (2.10)$$

По формуле (2.10)

$$P_{T1} = 473 \cdot 1,22 \cdot 3,14 \cdot 9,81 = 17775,4Н$$

$$P_{T2} = 775 \cdot 1,02 \cdot 3,14 \cdot 9,81 = 24350,1Н$$

Наиболее нагруженным местом в трубопроводе является продольное сечение.

Площадь продольного сечения, м<sup>2</sup>:

$$S_c = 2 \cdot b \cdot 1 = 2 \cdot 0,10 \cdot 1 = 0,20 м^2$$

Нагрузка, возникающая в продольном шве трубы:

$$G_{c1} = \frac{P_{T1}}{S_{c1}} = \frac{17775,4}{0,2} = 0,089 МПа$$

Класс прочности существующих нефтепроводов – К52 и тогда согласно п.4.3.1 табл. 1 ОТГ - 23.040.00-КТН-314-09 их предел текучести  $G_T$  составляет – 355МПа.

$$G_T > G_c$$

355МПа > 0,089МПа - для трубопровода диаметром 1220мм

355МПа > 0,121МПа - для трубопровода диаметром 1020мм

**ВЫВОД:** Из расчета видно, что существующие трубопроводы выдержат данную нагрузку, соответственно дополнительной защиты труб согласно п. 5.1.28 ПБ03-585-03 не требуется. [19]

### 3 Конструктивные и объемно-планировочные решения

#### 3.1 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений.

Основанием для разработки проектной документации является Технический отчет по результатам полной технической диагностики вертикального стального цилиндрического резервуара РВСПК 50000 м<sup>3</sup>.

Резервуар относится к I классу ответственности (опасности) согласно ПБ 03-605-03.

Согласно ГОСТ 27751-88 резервуар относится к сооружениям I (повышенного) уровня ответственности. [33]

Вид строительства – реконструкция с выполнением работ по ремонту металлоконструкций резервуара, его оборудования и сетей внутри каре резервуара в соответствии с техническим отчетом по результатам полной технической диагностики вертикального стального цилиндрического резервуара РВСПК 50000 м<sup>3</sup>.

#### 3.2 Параметры резервуара

- тип резервуара – РВСПК-50000;
- номер проекта, по которому построен резервуар – № 10-Ф1418-1-КМ;
- дата приемки и ввода в эксплуатацию – 10.1988 г;
- высота стенки – 17880 мм;
- диаметр резервуара – 60700 мм;
- крыша – плавающая однодечная;
- уровни взлива:

					<i>«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м<sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Мануйлов А. В.</i>			<i>Конструктивные и объемно-планировочные решения</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Саруев Л. А.</i>					44	
<i>Консульт.</i>						<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

- а) проектный уровень взлива – 15500 мм;
  - б) верхний допустимый уровень «согласно технологической карте» – 15460 мм;
  - в) верхний аварийный уровень «согласно технологической карте» – 15500 мм;
  - г) нормативный уровень верхний «согласно технологической карте» – 15360 мм;
- вид продукта, хранимого в резервуаре на момент проведения диагностики – сырая нефть, 0,53% серы, плотность 871,0 кг/м<sup>3</sup>;
  - срок эксплуатации резервуара – 33 года;
  - марка, сертификат и механические характеристики.

Таблица 3.1 – Толщины поясов резервуара

Конструктивные элементы резервуара	Толщина, мм	Марка стали
Крыша	5,0	ВСт3сп4
Стенка 1-й пояс	17,0	16Г2АФ-12
Стенка 2-й пояс	16,0	16Г2АФ-12
Стенка 3-й пояс	14,0	16Г2АФ-12
Стенка 4-й пояс	13,0	16Г2АФ-12
Стенка 5-й пояс	11,0	16Г2АФ-12
Стенка 6-й пояс	10,0	16Г2АФ-12
Стенка 7-й пояс	10,0	16Г2АФ-12
Стенка 8-й пояс	10,0	16Г2АФ-12
Стенка 9-й пояс	10,0	16Г2АФ-12
Стенка 10-й пояс	8,0	ВСт3сп5
Стенка 11-й пояс	8,0	ВСт3сп5
Стенка 12-й пояс	8,0	ВСт3сп5
Днища (окрайка)	11,0	ВСт3Гсп4
Днища (центральная часть)	6,0	ВСт3Гсп4

Корпус резервуара имеет 12 горизонтальных поясов и 36 вертикальных сварных швов. Корпус резервуара изготовлен методом рулонирования из шести рулонов и имеет пять монтажных швов.

Расчетная схема стенки представляет собой стальную «безмоментную» цилиндрическую оболочку с радиусом  $R_{вн}=30350$  мм и высотой  $H=17880$  мм. Стенка резервуара вверху укреплена кольцом жесткости, которое обеспечивает общую устойчивость резервуара, воспринимает ветровую нагрузку и служит

ходовой площадкой. Так же на стенке по периметру резервуара при его монтаже приварены кольца жесткости на 5 и 8 поясе.

Плавающая крыша представляет собой листовой настил (центральная часть), который на поверхности продукта удерживается коробами (кольцевым понтоном). В нижнем положении плавающая крыша опирается на стойки трубчатого сечения. Стойки закреплены на плавающей крыше и перемещаются вместе с ней. Для предотвращения поворота плавающая крыша снабжена двумя направляющими из труб диаметром 530 мм. Между стенкой резервуара и плавающей крышей имеется уплотняющий затвор. Для удаления с поверхности воды плавающая крыша оборудована системой водоспуска, подсоединенной к патрубку на крыше (ливнеприемнику) и патрубку водоспуска на фланцевых соединениях в стенке.

Резервуар снабжен наружной шахтной и внутренней катушей лестницами, которые используются при обслуживании оборудования.

Днище состоит из окраек и центральной части, имеющей уклон от центра к периферии 1:100. Окрайка сегментными элементами соединена стыковым швом на подкладке. Центральная часть из рулонов, выполненных стыковыми швами. Соединение рулонов нахлесточными швом. Центральная часть с окрайкой соединяются нахлесточным швом.

Днище со стенкой соединяются тавровым швом.

Данные об основании резервуара:

- грунт, на котором устроена подушка – глина;
- нижний слой подушки – песчано-гравийная подсыпка толщиной 600 мм;
- верхний слой подушки – песок, обработанный жидким битумом толщиной 100 мм;
- откосы подушки укреплены – бетонными плитами;
- тип фундамента – бетон М-200 в монолитном варианте.

					<i>Конструктивные и объемно-планировочные решения</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

### 3.3 Проектные решения

Ремонт металлоконструкций резервуара производится по результатам полной технической диагностики вертикального стального цилиндрического резервуара РВСПК 50000 м<sup>3</sup>.

Выполнен поверочный расчет на прочность и устойчивость стенки резервуара. Расчёты на прочность и устойчивость резервуара выполняются с учётом эксплуатационной нагрузки (гидростатическое давление жидкости, ветровой нагрузки) по разделу 5.2 РД-16.01-60.30.00-КТН-062-1-05, условия прочности и устойчивости стенки резервуара обеспечиваются. [32]

По выводам и рекомендациям Технического отчета по результатам полной технической диагностики резервуара, для восстановления эксплуатационной пригодности резервуара РВСПК 50000 м<sup>3</sup> и достижения срока безопасной эксплуатации резервуара не менее 10 лет необходимо выполнить следующие ремонтно-восстановительные работы металлоконструкций резервуара:

- замена первого пояса стенки полностью на высоту 1690мм;
- замена днища резервуара;
- замена окрайки резервуара;
- ремонт поверхностных дефектов на стенке резервуара;
- ремонт сварных соединений стенки резервуара;
- замена крыши на двухдечную;
- замена катучей лестницы и пути катучей лестницы;
- ремонт верхней кольцевой площадки обслуживания (ветровое кольцо) и колец жесткости на стенке резервуара;
- замена фундамента шахтной лестницы;
- замена узлов крепления заземления к резервуару, кабеля ЭХЗ и перемычек на фланцевых соединениях;
- демонтаж существующих площадок и монтаж новых площадок обслуживания КНП, площадки обслуживания направляющей, площадок обслуживания сигнализаторов верхнего уровня, площадки перехода на катучую

лестницу.

- демонтаж двух старых направляющих и монтаж новой направляющей плавающей крыши;

- частичный ремонт отмостки резервуара в соответствии с ПБ 03-605-03.

Кроме этого, приведены в соответствии с требованиями РД-23.020.00-КТН-079-09, а именно:

- конструкция и количество люков и патрубков на стенке резервуара приведены в соответствии с нормативными требованиями;

- произведена дополнительная врезка люков и патрубков в плавающую крышу;

- предусмотрена установка площадок обслуживания люка-лаза в 3 поясе и площадок обслуживания сигнализатора верхнего допустимого уровня;

- предусмотрена установка закладных конструкций для крепления пожарных извещателей, клемных коробок и контура заземления;

- предусмотрена приварка новых опор, кронштейнов для крепления трубопроводов пожаротушения к стенке резервуара;

- предусмотрена замена узлов креплений кронштейнов, присоединяемых к стенке резервуара без подкладных пластин на крепления через подкладные пластины.

- предусмотрен демонтаж патрубков системы размыва донных отложений и монтаж двух патрубков для установки устройства «Диоген-700».

- предусмотрен демонтаж существующего антикоррозионного покрытия и нанесение антикоррозионного покрытия на наружную и внутреннюю поверхности резервуара.

- контроль качества сварных соединений и поверхности элементов (в местах установки технологических приспособлений и ремонтных вставок металлоконструкций резервуара).

- проведение гидравлических испытаний резервуара. [31]



### 3.4 Обоснование технических решений

#### 3.4.1 Общие данные

Проект разработан на ремонт и замену металлоконструкций резервуара РВСПК-50000 м<sup>3</sup> в соответствии с РД-23.020.00-КТН-079-09, РД 16.01-60.30.00-КТН-062-1-05 и РД-25.160.10-КТН-050-06.

Технические решения при проектировании приняты с учетом климатических характеристик района строительства, сейсмической активности, всех нагрузок и воздействий, действующих на резервуар.

Фактические толщины стенки резервуара по результатам полной технической диагностики вертикального стального цилиндрического резервуара РВСПК 50000 м<sup>3</sup> обеспечивают условия прочности и устойчивости.

Работы по ремонту и монтажу металлоконструкций должны осуществляться в строгом соответствии с действующими нормами, стандартами, РД 25.160.10-КТН-050-06, РД-23.020.00-КТН-079-09, настоящего проекта.

После проведения ремонта допускаемые отклонения формы и размеров элементов резервуара должны соответствовать требованиям РД 16.01-60.30.00-КТН-062-1-05. [31,32]

#### 3.4.2 Ремонт металлоконструкций резервуара

Ремонт резервуара осуществляется с целью восстановления его проектных показателей по полезной емкости, обеспечения его гарантированной безопасной эксплуатации на период не менее 10 лет.

Проектом предусмотрено исправление дефектов металлоконструкций резервуара методами, рекомендованными РД 16.01-60.30.00-КТН-062-1-05 и РД-25.160.10-КТН-050-06, а именно:

– дефекты основного металла стенки глубиной до 0,2Т (где Т-толщина стенки) на 1-12 поясах –шлифовкой, более 0,2Т до 0,5Т- -методом наплавки с предварительной зачисткой для стали СтЗсп-5 (10-12 пояс) и методом замены дефектных участков стенки для стали 16Г2АФ (1-9 пояс);

					Конструктивные и объемно-планировочные решения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

- дефекты основного металла других конструкций резервуара глубиной до 0,3Т - шлифовкой, более 0,3Т до 0,5Т – методом наплавки с предварительной зачисткой, более 0,5Т-заменой дефектных участков;
- дефекты в сварных швах – зачисткой, выборкой металла шва на глубину дефекта или полной выборкой шва с последующей сваркой;
- дефекты кольцевых горизонтальных сварных швов стенки в виде смещения осей в местах пересечения их с вертикальными сварными швами – вырезкой дефекта и установкой вставки;
- дефекты узлов крепления шахтной лестницы исправляются приваркой косынок узлов крепления к стенке через подкладные пластины с нормативными расстояниями расположения швов приварки подкладных пластин к стенке по отношению к швам стенки;
- дефекты колец жесткости и ветрового кольца в виде дефектных приварки их к стенке без прокладных пластин исправляются установкой прокладных пластин, дефект в виде отсутствия отверстий между стенкой резервуара и кольцами жесткости для стока воды - нарезкой отверстий в кольцах жесткости на 5 и 8 поясе резервуара;

### 3.4.3 Замена металлоконструкций резервуара

Для обеспечения безопасной эксплуатации резервуара на срок не менее 10 лет в соответствии с проектом предусмотрена полная замена первого пояса, окрайки и центральной части днища резервуара.

Таблица 3.2 – Основные материалы, применяемые при замене днища, участков стенки.

Конструктивные элементы резервуара	Толщина, мм	Марка стали	ГОСТ, ТУ
Стенка 1-й пояс	18,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 2-й пояс	16,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 3-й пояс	14,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 4-й пояс	13,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 5-й пояс	11,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86

## Продолжение таблицы 3.2

Конструктивные элементы резервуара	Толщина, мм	Марка стали	ГОСТ, ТУ
Стенка 6-й пояс	10,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 7-й пояс	10,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 8-й пояс	10,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 9-й пояс	10,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Стенка 10-й пояс	8,0	C255 (ВСтЗсп5)	ГОСТ 27772-88*
Стенка 11-й пояс	8,0	C255 (ВСтЗсп5)	ГОСТ 27772-88*
Стенка 12-й пояс	8,0	C255 (ВСтЗсп5)	ГОСТ 27772-88*
Днища (окрайка)	12,0	10Г2ФБ	ТУ 14-1-4083-86
Днища (центральная часть)	7,0	C255 (ВСтЗсп5)	ГОСТ 27772-88*

Днище резервуара запроектировано с периферийными листами в виде кольцевых окраек, сваренных с центральной частью днища внахлест. Толщина окраек 12 мм, материал окраек – сталь 10Г2ФБ по ТУ 14-1-4083-86. Центральная часть днища запроектирована толщиной 9 мм из стали С255 по ГОСТ 27772-88\*. Окрайки собираются с клиновидным зазором и свариваются между собой односторонними стыковыми швами на остающейся подкладке. Центральная часть днища запроектирована с нахлесточными продольными швами, кроме участков, примыкающих к окрайке днища, и стыковыми на остающейся подкладке вдоль короткой стороны листов. [1]

После демонтажа старого днища проектом предусмотрено снятие старого гидрофобного слоя, ремонт основания с приданием ему проектного уклона 1:100 со срезкой и подсыпкой недостающего грунта и укладка нового гидрофобного слоя толщиной 50 мм по уплотненному основанию.

Первый пояс заменяется на высоту 1690 мм – сталь 10Г2ФБ по ТУ 14-1-4083-86 толщиной 18мм. Замена участков стенки предусмотрена из металла проектной толщины сталь для 1-9 поясов 10Г2ФБ по ТУ 14-1-4083-86 и для 10-12 поясов С255 по ГОСТ 27772-88\*.

В проекте предусмотрена полная замена люков и патрубков на первой поясе стенки по количеству и конструкции соответствующих РД-23.020.00-КТН-079-09. На третьем поясе для обслуживания плавающей крыши предусмотрена врезка двух овальных люков-лазов размером 600х900 мм. Усиливающие накладки люков и

					Конструктивные и объемно-планировочные решения	Лист 51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

патрубков запроектированы толщиной, равной толщине пояса стенки в месте установки патрубков и люков. Материал усиливающих накладок (воротников) принят 10Г2ФБ для 1-9 поясов и С255 для 10-12 поясов стенки. Крышки люков-лазов снабжены механизмами для облегчения их открывания и закрывания. Усиливающие накладки снабжены контрольными отверстиями М 10, располагаемыми на горизонтальной оси патрубка или люка. [31]

#### **3.4.4 Основные требования к материалам металлоконструкций резервуара.**

Все элементы конструкции резервуара, используемые при ремонте, должны изготавливаться на специализированных предприятиях, изготавливающих металлоконструкции резервуаров имеющем лицензию на данный вид деятельности. Запрещается использование для основных металлоконструкций (стенка, днище, плавающая крыша, люки и патрубки на стенке, привариваемые к стенке усиливающие накладки) и вспомогательных конструкций резервуара (люки и патрубки на крыше, лестницы, площадки и ограждения), изготовленных на месте монтажа. Технические требования к изготовлению конструкций резервуара, включая требования по приемке и контролю должны соответствовать требованиям ПБ 03-605-03, РД-23.020.00-КТН-079-09 и ГОСТ Р 52910-2008. [19]

Листовой прокат металла подлежит приемке. Листы стенки, днища резервуара должны пройти правку на листопрямильных вальцовочных станках с разметкой и обрезкой по размерам допусков и обработкой кромок.

Листовой прокат для основных конструкций должен подвергаться изготовителем механическим испытаниям в объеме, предусмотренном ГОСТ 19281-89, ГОСТ 14637-89\*, ГОСТ 27772-88\*, ПБ 03-605-03 и РД-23.020.00-КТН-079-09. Механические испытания проводят на образцах вырезанных поперек направления прокатки. Использование неразрушающих, в т.ч. статистических, методов контроля для оценки механических характеристик листового проката не допускается.

					Конструктивные и объемно-планировочные решения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Листовой прокат для основных конструкций должен подвергаться ультразвуковому контролю сплошности по ГОСТ 22727-88 в объеме 100 % листов партии вид сканирования - сплошное. Требуемый класс сплошности проката 0. Неконтролируемые зоны листа не должны превышать: у продольной кромки - 5 мм, у поперечной кромки - 10 мм. В листах не допускаются дефекты прокатки (расслоения, закаты, раковины, плены и т.д.). Контроль состояния кромок листового проката по ГОСТ 14637-89\* и ГОСТ 19281-89.

Состояние поверхности и кромок листового проката должно соответствовать требованиям ГОСТ 14637-89\* и ГОСТ 19281-89, фасонного проката - ГОСТ 535-2005, подгруппы 1. Зачистка поверхности проката допускается на глубину, не выводящую толщину проката за пределы минусовых отклонений, равную 0,3 мм. Зачистку проводить абразивным инструментом. Удаление поверхностных дефектов листового проката заваркой не допускается. Продольные и поперечные кромки листового проката, предназначенного для изготовления царг, должны подвергаться на заводе изготовителе металлоконструкций обработке на строгальных или фрезерных станках. [12]

Размеры листов и геометрические параметры кромок после обработки должны соответствовать требованиям рабочей проектной документации, разработанной с учетом требований РД-23.020.00-КТН-079-09 и пункта 6.9 ГОСТ Р 52910-2008.

Поверхность всех металлоконструкций резервуара, поставляемых заводом-изготовителем, должна быть очищена от окалины и ржавчины, влаги, снега, льда и загрязнений и покрыта консервирующим покрытием.

Каждый лист должен иметь маркировку, включающую в себя марку стали и номер плавки. Маркировка должна быть нанесена путем клеймения с высотой букв не менее 6 мм. Листы с одной плавкой сопровождаются копией сертификата на материал.

Сталь листового, фасонного проката, труб основных конструкций резервуара подгруппы А и Б по РД-23.020.00-КТН-079-09 подвергнуть испытаниям

					Конструктивные и объемно-планировочные решения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

на ударную вязкость на трех образцах от партии (листа) с V-образным надрезом согласно требованиям раздела 5.5 РД-23.020.00-КТН-079-09, раздела 2.6 ПБ 03-605-03 и пункта 5.2.3 ГОСТ Р 52910-2008. Форма, размеры образцов, требования к надрезу, порядок проведения испытаний и испытательное оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 9454-78\*. [31]

Среднее значение ударной вязкости трех образцов при заданной температуре должно быть не ниже нормируемого значения. Нормированная величина ударной вязкости зависит от гарантированного минимального предела текучести и направления вырезки образцов (поперечных или продольных). На поперечных образцах для листов с пределом текучести 345 МПа и ниже она равна 35 Дж/см<sup>2</sup>, для листов с более высоким гарантированным пределом текучести она составляет не менее 50 Дж/см<sup>2</sup>. Для стали с пределом текучести 315 МПа и ниже допускается (в интервале температур, ограничиваемых сверху нормируемым уровнем ударной вязкости 35 Дж/см<sup>2</sup>) снижение нормируемого значения ударной вязкости на поперечных образцах до 30 Дж/см<sup>2</sup>. Для фасонного проката определение ударной вязкости производится на продольных образцах, длинная сторона которых совпадает с длиной проката, при этом нормируемое значение ударной вязкости марки стали повышается по сравнению с листовым прокатом аналогичной толщины на 20 Дж/см<sup>2</sup>.

Выбор температуры испытания зависит от гарантированного минимального предела текучести стали. Для листов с гарантированным минимальным пределом текучести 390 МПа и ниже температура испытания определяется по графику (рис. 2.1 ПБ 03-605-03). При этом учитывают гарантированный минимальный предел текучести, расчетную температуру металла, толщину листа. Для листов с гарантированным минимальным пределом текучести выше 390 МПа температура испытаний должна быть не выше расчетной температуры металла. Гарантированный минимальный предел текучести для выбираемого варианта стали и толщины листа может быть взят по табл. 2.6 ПБ 03-605-03.

					Конструктивные и объемно-планировочные решения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Расчетная температура металла основных конструкций подгруппы «А» (РД-23.020.00-КТН-079-09) - минус 39°С.

Расчетная температура металла основных конструкций подгруппы «Б» и вспомогательных конструкций(РД-23.020.00-КТН-079-09) - минус 37°С.

Материал болтов и гаек для фланцевых соединений при расчетной температуре металла основных конструкций подгруппы А равной минус 39°С принята сталь Ст3сп5 по ГОСТ 14637-89\*.

### **3.4.5 Основные требования к гибке (вальцовке) металлоконструкций**

Гибка (вальцовка) заготовок для замены 1 пояса и участков стенки на 2-12 поясах должна выполняться на специализированном предприятии, изготавливающем металлоконструкции резервуаров в соответствии с ОТТ-77.140.50-КТН-349-09.

Царги должны изготавливаться методом вальцовки листов, предварительно прошедших на заводе-изготовителе металлоконструкций операции технической приемки, правки и обработки кромок под сварку. Царги должны упаковываться в пакеты и укладываться в ложементы, которые должны обеспечить их сохранность и неизменяемость формы при транспортировке. Хранение царг на монтажной площадке в пакетах и контейнерах должно осуществляться на выровненной площадке, исключающей их деформацию, с учетом технологической последовательности подачи их на монтаж. Маркировка листов ведется по поясам, т.е. каждый пояс состоит из листов одной марки. Перестановка листов из пояса в пояс не допускается [12].

### **3.4.6 Испытание резервуара**

Испытание резервуара производить согласно РД-23.020.00-КТН-079-09 и ОР-23.020.00-КТН-278-09.

Гидравлическое испытание резервуара проводить после окончания всех работ по монтажу и контролю перед нанесением антикоррозионного покрытия и

					Конструктивные и объемно-планировочные решения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

присоединения трубопроводов к резервуару. Испытание следует проводить по индивидуальной программе, разработанной проектной организацией, разрабатывающей ППР. Уровень взлива при гидроиспытании не должен превышать уровня равного 15100 мм.

Гидравлическое испытание резервуара проводить вместе с уплотняющими затворами. Скорость подъема (опускания) плавающей крыши не должна превышать эксплуатационную.

При проведении гидроиспытания необходимо до налива воды в резервуар, после налива воды на максимальную отметку во время выдержки резервуара под нагрузкой и после слива воды выполнить съемку геометрических параметров резервуара, а именно:

- схемы отклонений образующих стенки от вертикали;
- отклонение наружного контура днища от горизонтали.

Кроме этого, во время гидроиспытания резервуара по мере подъема плавающей крыши и опускания с остановкой налива и слива на поясах, указанных в индивидуальной программе испытания резервуара, необходимо составлять схемы и таблицы зазоров между верхней кромкой коробов плавающей крыши и стенкой резервуара, а также зазоров между направляющими и их патрубками в плавающей крыше.

Результаты гидравлического испытания резервуара оформляются актом по форме Приложение С ОР-23.020.00-КТН-278-09.

На резервуар прошедший испытания, составляется акт завершения монтажа конструкций.

Приварка любых элементов к конструкциям резервуара в процессе проведения гидроиспытания и после его окончания запрещается. После испытания на резервуаре производятся предусмотренные проектом работы по антикоррозионной защите и установке оборудования с оформлением соответствующих документов [27].



## 4 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта реконструкции

### 4.1 Фундамент резервуара

По результатам технического отчета полной технической диагностики конструктивно фундамент резервуара представляет собой следующую конструкцию:

- тип фундамента – бетон М-200 в монолитном варианте;
- проектные требования к характеристикам бетона – марка бетона М 200;
- проектные требования к армированию – диаметр и класс арматуры АIII 10, толщина защитного слоя  $20 \div 25$  мм.
- грунт, на котором устроена подушка – глина;
- нижний слой подушки – песчано-гравийная подсыпка толщиной 600 мм;
- верхний слой подушки – песок, обработанный жидким битумом толщиной 100 мм;
- откосы подушки укреплены – бетонными плитами.

Проектом предусматривается ремонт существующего фундамента, включающий в себя следующие работы:

- демонтаж листов окрайки днища резервуара;
- при обнаружения разрушенного или легкоразрушающегося слоя бетона, выполняется зачистка и демонтаж бетона до отметки ниже которой разрушения нет и заделка бетоном В25 на мелком заполнителе до проектных отметок;
- при обнаружении сколов, трещин выполняется их расшивка и заделка бетоном В25 на мелком заполнителе;

					«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Мануйлов А. В.			Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Саруев Л. А.					57	
Консульт.						<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В						

- в случае оголения рабочей арматуры фундамента в результате демонтажа бетона, арматура отчищается стальными щетками от бетона и коррозии, с последующим соединением разорванной арматуры при помощи арматурных накладок;

- после набора бетоном не менее 70% прочности по верху фундамента укладывается гидрофобный слой толщиной 20мм с тщательным уплотнением механизированными трамбовками.

После срезки дефектных листов днища резервуара выполняется демонтаж гидрофобного слоя на глубину 100 мм. Гидрофобный слой уложить с уплотнением до коэффициента не менее  $K=0,98$ . Грунт для приготовления гидрофобного слоя должен быть сухим (влажность около 3%) и иметь следующий состав (по объему): песок крупностью 0,1 - 2,0 мм - от 80 до 85%; песчаные, пылеватые и глинистые частицы крупностью менее 0,1 мм - от 40 до 20 %. В качестве вяжущего вещества для гидроизолирующего слоя применяют жидкие битумы по ГОСТ 11955-82, мазуты по ГОСТ10585-99. Количество вяжущего вещества должно приниматься в пределах от 8 до 10% по объему смеси. Присутствие кислот и свободной серы в вяжущем компоненте не допускается.

Основание под лестницы и площадки переходов и подъёмов обвалования резервуара служат железобетонные фундаменты на естественном основании высотой 600мм из бетона класса Бетон В15, F100, W6. переходы и подъемы привариваются к закладным деталям фундамента [24].

#### **4.1.1 Фундамент под шахтную лестницу**

По результатам технического отчета полной технической диагностики обнаружено растрескивание верхнего бетонного слоя, разница осадок ближайших опор превышает допустимые значения фундамента шахтной лестницы. Существующий фундамент под шахтную лестницу демонтируется с установкой нового единого монолитного железобетонного фундамента на естественном основании.

					<i>Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

#### 4.1.2 Отмостка резервуара.

Проектом предусматривается ремонт покрытия отмостки.

В местах устройства шурфов выполнить;

- отсыпку грунтом для планировки основания по существующему уклону отмостки с уплотнением до коэффициента не менее  $K=0,92$ ,
- выполнить отмостку к существующему уклону отмостки из бетона класса В15, F100 W6 (на мелком заполнителе) толщиной 80 мм.

Сопряжение отмостки с фундаментом резервуара выполнить с устройством вертикального деформационного шва шириной 20 мм (на всю высоту отмостки), заполненного просмоленной паклей, пролитого герметиком. Места незначительных сколов, трещины и выбоины на поверхности отмостки восстанавливаются до проектных отметок, для этого поврежденные участки отмостки (в том числе и деформационные швы) очищаются от дефектных участков, зачищаются металлическими щетками, обеспыливаются, промываются водой, не допуская замачивания грунта и основания резервуара. После этого подготовленные участки восстанавливаются бетоном класса В15, F100, W6 (на мелком заполнителе) до проектных размеров.

#### 4.2 Коренные задвижки РВСПК

Коренные задвижки РВСПК размещается в колодцах-каре.

Приямки засыпаются песчано-гравийной смеси с процентным содержанием гравия 50-60%, крупностью зерен до 20 мм. Уровень засыпки приямков на 200 мм ниже фланца корпуса задвижки. Прямо́к огораживается по периметру бортовым камнем. Фундамент ФМ-3 задвижку - монолитный железобетонный из бетона класса В15 F75 W6 Подготовка под фундамент – из монолитного бетона В7,5 толщиной 100мм.

Для системы компенсации нагрузок трубопроводов ПРП резервуара предусмотрены буронабивные фундаменты из труб по ГОСТ 10704-9 с заполнением бетоном бетон В15,F75,W2.

					Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

### 4.3 Колодцы сетей канализации и наружного пожаротушения

На трубопроводах системы пожаротушения, систем канализации и дренажа, устанавливаются колодцы из монолитных железобетонных конструкций, из бетона В15 F100 W6, армированные сетками по ГОСТ 23279-85 и отдельными стержнями по ГОСТ 5781-82 Колодцы герметичны, не пропускают грунтовых вод. Размер колодцев обеспечивает размещение требуемого оборудования и возможность работы в них технического персонала. Железобетонные колодцы устанавливаются на бетонную подготовку из бетона класса В7,5. Для обеспечения спуска в колодцы обслуживающего персонала на горловине и стенках колодцев предусмотрены стальные скобы и металлические стремянки. Вокруг люков колодцев предусмотрена отмостка шириной 0,5 м с уклоном от люков. Колодцы имеют сальники для прохождения трубопроводов с герметизирующими устройствами, препятствующими попаданию в них грунтовых вод.

Дождеприемные колодцы внутри каре резервуарного парка оборудуются запорными устройствами (хлопушками), приводимыми в действие за пределами обвалования. Нормальное положение хлопушки – закрытое. В плитах перекрытия колодцев предусмотрены гильзы из труб по ГОСТ 10704-91 для направляющей троса хлопушки и для колонки управления задвижкой.

Гидравлическое испытание на водонепроницаемость (герметичность) колодца необходимо производить после достижения бетоном проектной прочности, их очистки и промывки согласно требованиям СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»

Устройство гидроизоляции и обсыпку грунтом колодца следует выполнить после получения удовлетворительных результатов гидравлического испытания этих сооружения.

### 4.4 Площадки напорного узла СППТ

Для обслуживания напорных узлов СППТ предусматриваются армированные монолитные ж/б площадки из бетона класса Бетон В15 F100 W6. На

					<i>Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

стыке площадки напорного узла СППТ с отстойкой выполняется температурно-усадочный шов толщиной 20 мм (на всю толщину примыкания площадки), который заполняется просмоленной паклей и проливается герметиком.

#### **4.5 Опоры под трубопроводы и запорную арматуру**

Фундаменты под опоры для крепления трубопроводов, под площадки, лестницы выполнены столбчатыми из монолитного бетона класса В15, армированные сетками и отдельными стержнями. Под фундаментами устраивается бетонная подготовка толщиной 100 мм из бетона класса В7,5. Размеры подготовки в плане должны выходить на 100 мм по периметру фундамента.

#### **4.6 Обоснование принятых объемно-планировочных решений зданий и сооружений объекта капитального строительства**

Существующий резервуар РВСПК-50000 - наземный вертикальный цилиндрический стальной с плавающей крышей. Геометрические размеры существующего резервуара: диаметр по внутреннему радиусу стенки 60,500 м, высота стенки 17,880 м. Согласно заданию на проектирование проектом не предусмотрено изменение геометрических размеров резервуара его конструкция и назначение.

##### **4.6.1 Переходы через обвалование**

В местах установки переходных площадок через обвалование и подъемов на обвалование в основании обвалования и по верху обвалования предусмотрены опоры монолитные с закладными деталями для приварки к ним металлоконструкций лестниц.

По верху обвалования в местах установки переходов так же предусмотрены монолитные бетонные площадки с закладными деталями.

Переходы через обвалование выполнены из металлоконструкций. Лестничные марши предусмотрены шириной 900 мм со ступенями из просечно-

					<i>Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

вытяжной стали ПВ-506 шириной 250 мм, шагом 160 мм и с уклоном вовнутрь от 2 до 5°.

Ограждение лестниц запроектировано из уголков по ГОСТ 8509-93 высотой 1250 мм с бортовым ограждающим элементом шириной 150 мм и с шагом стоек 1000 мм.

#### **4.6.2 Площадки обслуживания**

Для обслуживания задвижек предусмотрены съемные площадки обслуживания.

На обваловании предусмотрены две монолитные площадки для установки на них узлов управления канализационных хлопушек. Опоры под лебедку управления хлопушкой в колодце запроектированы из уголков по ГОСТ 8509-93, привариваемых к закладным деталям железобетонного основания.

Площадки приняты по серии 1.450.3-7.94 из горячекатаных профилей. В соответствии с РД-23.020.00-КТН-079-09 лестничные марши приняты с уклоном ступеней от 2 до 5° внутрь, ограждения лестничных маршей и площадок приняты высотой 1250 мм с бортовым ограждающим элементом высотой 150 мм. Для соблюдения техники безопасности при обслуживании в условиях низких температур настил площадки и ступени лестницы приняты из просечно-вытяжной стали. Лестница и стойки площадки обслуживания крепятся к сборным бетонным фундаментным блокам посредством болтов, замоноличенных в сверленные отверстия в бетонных блоках. Площадки обслуживания соответствуют требованиям ПБ 08-624-03 [51].

#### **4.7 Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей основных производственных, ремонтных и иных цехов**

Заданием на проектирование предусматривает комплекс работ по реконструкции, ремонту металлоконструкций резервуара с заменой дефектных элементов металлоконструкций, замене физически устаревшего оборудования резервуара, приборов контроля и управления уровня нефти в резервуаре, датчиков

					<i>Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

пожарной сигнализации, замене оборудования и трубопроводов системы пенного пожаротушения, водяного охлаждения, системы производственно-дождевой канализации, технологических трубопроводов подключения резервуара к существующим технологическим трубопроводам резервуарного парка, замене кабельных линий систем электроснабжения, контроля и управления. [18]

#### **4.7.1 Характеристика и обоснование конструкций полов, кровли, подвесных потолков, перегородок, а также отделки помещений**

При проведении реконструкции резервуара вертикального стального на территории ЛПДС возводится помещение с электроприводными задвижками.

Стены помещений для электроприводных задвижек запроектированы монолитными железобетонными с нанесением слоя штукатурки с последующей покраской. Кровля помещения односкатная. Покрытие выполняется из трехслойных панелей типа «сэндвич» с готовой заводской окраской.

Полы запроектированы из крупноразмерной керамической плитки по ГОСТ 6787-2001, уложенной на стяжку из цементно-песчаного раствора М150 по бетонному основанию из бетона класса В10 толщиной 100 мм.

#### **4.8 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения**

##### **4.8.1 Антикоррозийная защита металлоконструкций резервуара**

Антикоррозийная защита металлоконструкций резервуара предусмотрена по РД-05.00-45.21.30-КТН-005-1-05 и РД 23.020.00-КТН-163-06. Дополнение к РД 05.00-45.21.30-КТН-005-1-05.

Антикоррозионное покрытие резервуара принято по РД-23.020.00-КТН-079-09 и РД 05.00-45.21.30-КТН-005-1-05.

Антикоррозионной защите подлежат следующие участки внутренней поверхности резервуара:

- днище резервуара;

					Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

- первый пояс на всю высоту плюс 100 мм;
- верхний пояс стенки на всю высоту плюс 100 мм;
- нижняя поверхность и борт плавающей крыши;
- опорные стойки плавающей крыши на всю высоту;
- направляющие на высоту 1 м от днища;
- внутренняя поверхность люков и патрубков на 1 поясе стенки и крыше.

Антикоррозионной защите подлежат следующие участки наружной поверхности резервуара:

- наружная поверхность стенки на всю высоту;
- наружная поверхность плавающей крыши с пенобарьером;
- наружная поверхность люков и патрубков на стенке и крыше;
- закладные конструкции и площадки обслуживания оборудования;
- ветровое кольцо и площадки обслуживания.
- лестница шахтная, лестница катучая.

Для антикоррозионной защиты внутренних поверхностей резервуара применить покрытие усиленного типа (однослойное покрытие на основе эпоксидных ЛКМ с высоким содержанием сухого остатка толщиной 500-600 мкм) по РД 05.00-45.21.30-КТН-005-1-05, при среднеагрессивной степени воздействия на стальные конструкции нефти 2 класса по ГОСТ Р 51858-2002\*.

Для защиты наружных поверхностей применить атмосферостойкое антикоррозионное покрытие по РД 05.00-45.21.30-КТН-005-1-05, для категории атмосферной коррозионной активности С3 (средняя).

Защитные покрытия должны применяться из материалов, разрешенных к применению в ОАО «АК «Транснефть» согласно «Реестру технических условий и технических требований на основные виды оборудования и материалов, закупаемые группой компаний «Транснефть». Конструкция антикоррозионного покрытия должна быть определена после тендерных торгов и соответствовать требованиям РД-05.00-45.21.30-КТН-005-1-05.

					<i>Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64



Антикоррозионные защитные покрытия должны обеспечивать защиту внутренней поверхности металлоконструкций резервуара не менее 20 лет, наружной поверхности – не менее 10 лет.

Антикоррозионное покрытие произвести по предварительно подготовленной металлической поверхности резервуара, трубопроводов и оборудования согласно РД-05.00-45.21.30-КТН-005-1-05. [23]

Перед нанесением покрытия на внутреннюю или наружную поверхности резервуара необходимо произвести следующий комплекс мероприятий:

- обезжиривание участков с любой степенью зажиренности по ГОСТ 9.402;
- очистка от окислов;
- обеспыливание;
- осушка (при необходимости).

Приварка любых элементов к конструкциям резервуара в процессе проведения антикоррозионных работ и после их окончания запрещается.

Контроль качества подготовки поверхности резервуара, оборудования и трубопроводов, а так же антикоррозионного покрытия внутренней и наружной поверхностей резервуара, оборудования и трубопроводов должен выполняться согласно требованиям РД-05.00-45.21.30-КТН-005-1-05.

Защита металлоконструкций резервуара от электрохимической коррозии обеспечивается проектными решениями.

Антикоррозионную защиту резервуара необходимо производить после гидравлического испытания согласно РД-23.020.00-КТН-079-09 и ОР-23.020.00-КТН-278-09.

После нанесения антикоррозионного покрытия наносятся с противоположных сторон резервуара надпись «ОГНЕОПАСНО», номер резервуара, логотип ОАО «АК «Транснефть» и фирменный знак.

					Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

#### 4.8.2 Антискоррозийная защита металлоконструкций.

Все металлические конструкции в пределах каре защитить антискоррозийным покрытием, аналогичным покрытию резервуара. Перед нанесением антискоррозийного покрытия металлические поверхности подлежат обезжириванию поверхностей на зажиренных участках, очистке от окислов (образивной зачистке), обеспыливанию и осушке.

На все металлические конструкции опор систем пожаротушения и водяного охлаждения резервуара нанести огнезащитный состав со степенью огнестойкости не менее RE45.

Работы по антискоррозийной защите надземных металлических конструкций за пределами каре резервуара выполнять в соответствии с РД-23.040.00-КТН-189-06 "Правила антискоррозийной защиты надземных участков трубопроводов, конструкций и оборудования магистральных нефтепроводов" и СНиП 2.03.11-85\* антискоррозийным покрытием для категории коррозионной активности атмосферы защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования объектов магистральных трубопроводов С3(средняя), для конструкций, эксплуатирующихся в климатической зоне ХІ (для холодного климата), с категорией размещения 1 (на открытом воздухе), срока службы покрытия -С (не менее 15 лет). Перед нанесением антискоррозийного покрытия металлические поверхности подлежат зачистке, очистке от пыли и обезжириванию. Поверхность защищаемых металлоконструкций очистить до 3 степени очистки, согласно ГОСТ 9.402-2004. Металлоконструкции и сварные швы защитить системой лакокрасочного покрытия, состоящего из двух слоев эпоксидной грунтовки (толщиной 80мкм) и двух слоев полиуретановой эмали (толщиной 80мкм), общая толщина покрытия 160мкм. После выполнения монтажа конструкций выполнить антискоррозийную защиту закладных деталей и соединительных изделий. Места стальных конструкций, где грунтовка или окраска повреждены при транспортировании или при выполнении монтажных операций, а

					Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

также монтажные соединения в стыках и узлах после окончания всех монтажных работ должны быть очищены, зашпатлеваны, огрунтованы и окрашены. [23]

Антикоррозионную защиту выполнять материалами включенными в реестр ТУ и ПМИ на продукцию, закупаемую группой компании ОАО «АК Транснефть».

#### **4.8.3 Защита наружной поверхности фундаментов.**

Для защиты наружной поверхности фундамента, контактирующей с грунтом, выполняются следующие работы:

- поверхности бетонной конструкции подготавливаются в соответствии с требованиями п.п. 2.9 - 2.11 СНиП 3.04.03-85;

- на подготовленную бетонную поверхность наносится один слой грунтовки на битумной мастике. Грунтовка на битумной основе - смесь, содержащая от 25 до 34 % массы нефтяного битума (БН50/50 или БН 70/30 по ГОСТ 6617-76\*) и от 75 до 66 % массы растворителя (неэтилированный бензин, керосин или др.);

- на огрунтованную поверхность наносится два слоя горячего нефтяного битума БН70/30 по ГОСТ 6617-76\* (толщина одного слоя от 2 до 3 мм).

					<i>Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

## 5 Расчет основания и фундамента резервуара

### 5.1 Общие положения

Выполним расчет существующего основания по несущей способности и долговечности.

Расчет существующего основания включает в себя следующие расчеты:

- проверка несущей способности существующего основания по результатам инженерно-геологических изысканий и нагрузок на основание;
- расчет долговечности бетона в соответствии с приложением «С» РД-23.020.00-КТН-279-07 (расчет кинетики изменения прочности бетона, расчет глубины и кинетики карбонизации бетона, расчет скорости коррозии бетона).

### 5.2 Существующее положение по обвалованию

Рельеф площадки относительно ровный, абсолютные отметки в пределах обвалования каре резервуара колеблются в интервале от 117.60 до 117.70 м.

Климатические показатели ЛПДС приведены по данным метеостанции Омск.

Конструктивно фундамент представляет собой следующую конструкцию:

- бетонная подготовка шириной 1600мм под кольцевой фундамент толщиной 100мм из бетона марки М-200; железобетонное кольцо фундамента внешним диаметром 29150мм, шириной 1500мм, высотой 500мм из бетона марки М-200; [31]

					«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Мануйлов А. В.			Расчет основания и фундамента резервуара	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Саруев Л. А.					68	
Консульт.						ТПУ зр. 3-2Б8СА		
Рук-ль ООП		Брусник О.В						

### 5.3 Инженерно-геологические разрезы

Инженерно – геологические условия указаны п.1.1.3. настоящего проекта  
Посадка резервуара на генплане представлена на рисунке 5.1.

Инженерно-геологические разрезы представлены на рис. 5.2, 5.3, 5.4.

Условные обозначения представлены на рис. 5.5, 5.6.

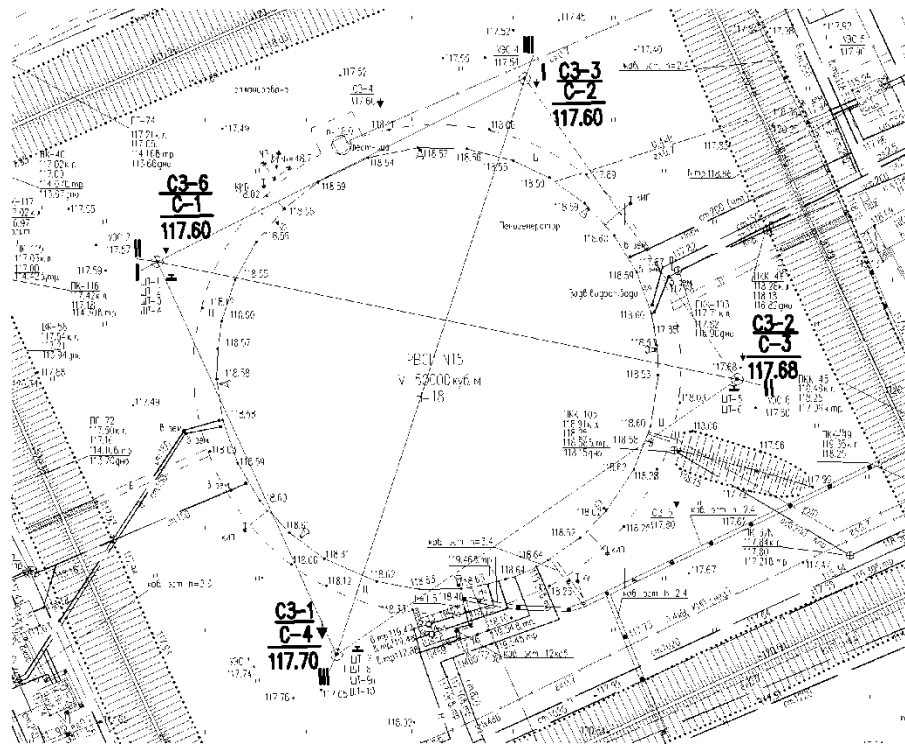


Рисунок 5.1 – Посадка резервуара на генплане

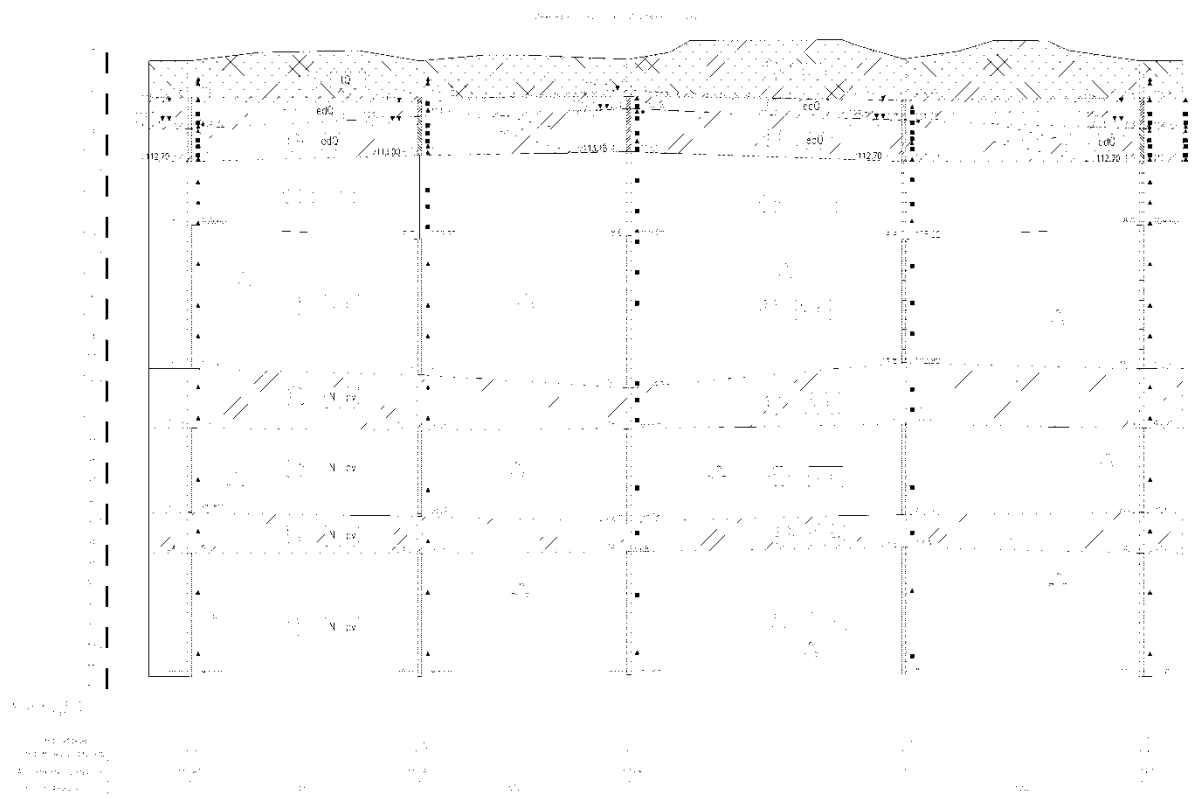


Рисунок 5.2 – Разрез по линии 1-1

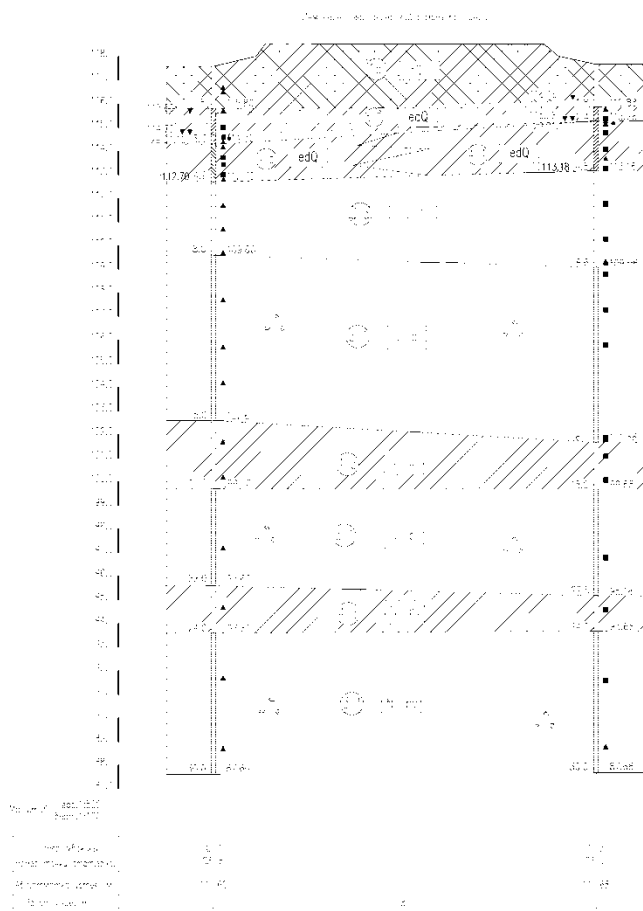


Рисунок 5.3 – Разрез по линии 2-2

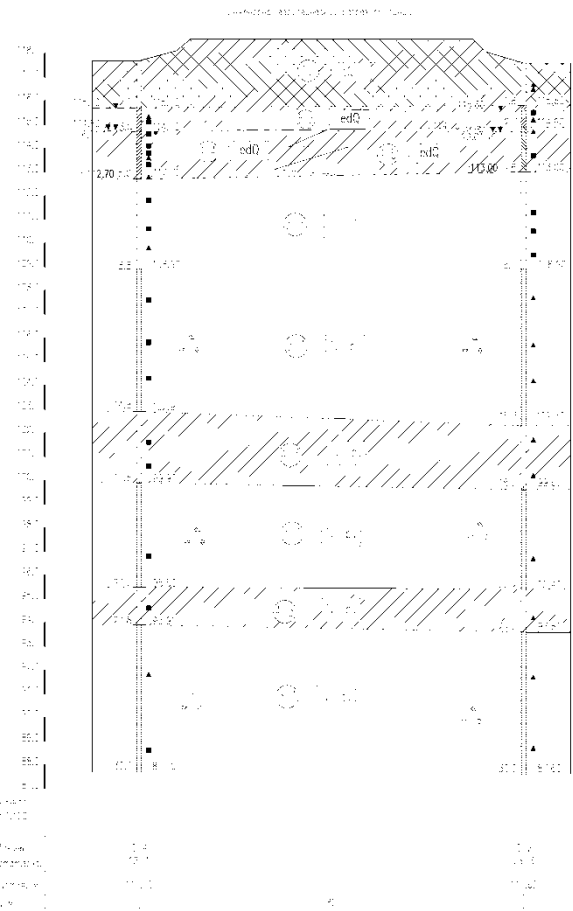
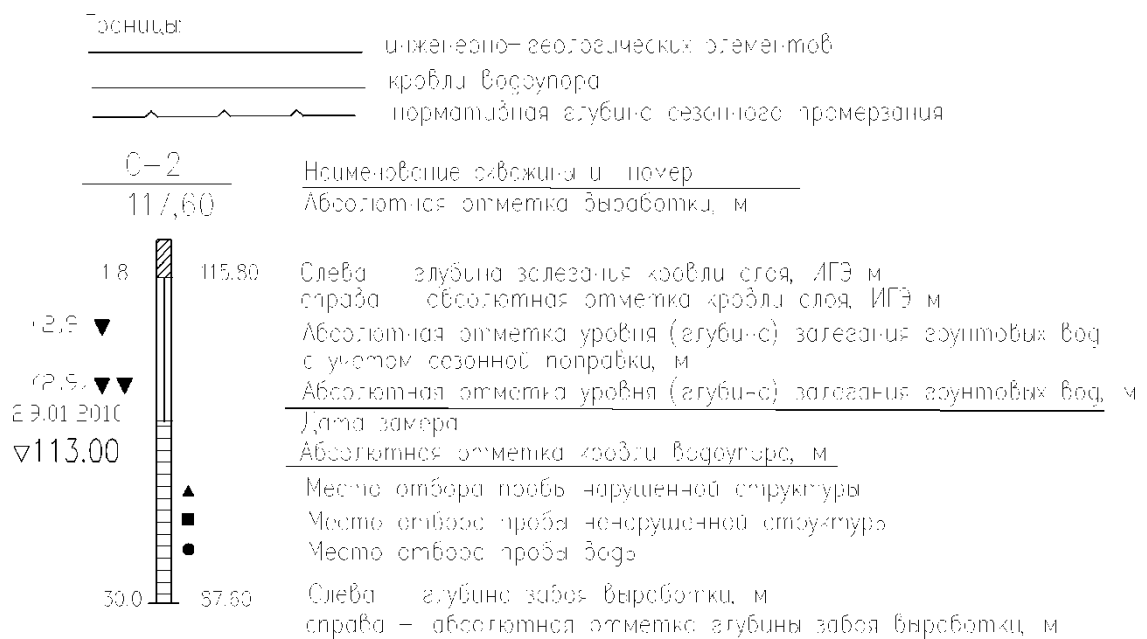


Рисунок 5.4 – Разрез по линии 3-3

	Насынный грунт: суглинок, смешанный с песком
	Сугесь бурая песчанистая, пластичная, с тонкими прослоями суглинка
	Суглинок бурый легкий палево-бурый, мягкопластичный, с прослоями сугеси, пластичной
	Суглинок бурый легкий палево-бурый, текучепластичный, с прослоями сугеси пластичной
	Глина темно-бурая, легкая пылеватая, тугопластичная, с прослоями полутвердой
	Глина темно-серая легкая палево-бурый, твердая, с прослоями полутвердой, с включением щебня мерзлого до 20%
	Суглинок светло-серый, серый, тяжелый пылеватый, тугопластичный, с прослоями мягкопластичного
	номер инженерно-геологического элемента

**Рисунок 5.5 – Условные обозначения**



Консистенция грунтов



Рисунок 5.6 – Условные обозначения

## 5.4 Расчет основания и фундамента резервуара.

### 5.4.1 Исходные данные

Постоянные величины:

- $g=9,81\text{м/с}^2$  – ускорение свободного падения;
- $\rho_s=7850\text{ кг/м.куб}$  – удельный вес стали;
- $\rho=871\text{ кг/м.куб}$  – удельный вес хранимого нефтепродукта;
- $\rho_g=1000\text{ кг/м.куб}$  – удельный вес жидкости при гидроиспытаниях.

### 5.4.2 Характеристики резервуара:

$r=30,35\text{ м}$  - радиус резервуара;

$H_s=17,88\text{ м}$  - высота стенки резервуара;

$H=15,5\text{ м}$  - максимально допустимый уровень разлива;

Таблица 5.1 – Характеристика резервуара

Параметры	Обозначения	Ед. изм.	Величина
Вес стенки	Gs	МН	1,51
Вес оборудования стенки	Gs0	МН	0,34
Вес крыши	Gr	МН	1,19
Вес оборудования крыши	Gr0	МН	0,18



Продолжение таблицы 5.1

Параметры	Обозначения	Ед. изм.	Величина
Уровень налива продукта гидро-пневмоиспытания	H0g	м	10,325
Расстояние от днища до центра тяжести крыши	Xr	м	5,76
Расстояние от днища до центра тяжести стенки	Xs	м	13,42
Нормативное избыточное давление в газовом пространстве	p	кПа	0,2
Расчетная снеговая нагрузка на поверхности земли	ps	кПа	1,68
Нормативное значение вакуума	pv	кПа	0,24
Нормативное значение ветрового давления	pw	кПа	0,38
Номинальная толщина центральной части днища резервуара	tbc	м	0,006
Коэффициент условий работы	$\gamma_c$	-	0,9
Коэффициент надежности по ответственности	$\gamma_n$	-	1,2
Площадь вертикальной проекции крыши	Sr	м <sup>2</sup>	1764,601
Коэффициент, учитывающий форму стационарной крыши	fs	-	1,0

### 5.4.3 Расчёт нагрузок на основание резервуара

Методика расчёта.

В состав нагрузок, передаваемых по контуру стенки резервуара на его фундамент, входят нагрузки двух типов.

Нагрузки первого типа, обеспечивающие оссимметричное распределение усилий по контуру стенки, включают:

- вес резервуара с учетом оборудования и теплоизоляции, за вычетом центральной части днища;
- снеговую нагрузку;
- избыточное давление и разрежение в газовом пространстве резервуара.

Нагрузка второго типа возникает от ветрового воздействия на корпус резервуара и создает кососимметричное распределение усилий по контуру стенки.

Ветровая нагрузка вызывает появление опрокидывающего момента, вычисляемого относительно точки, расположенной на оси симметрии опорного контура стенки с подветренной стороны резервуара. Нагрузки первого типа создают момент, препятствующий опрокидыванию резервуара.

Опрокидывающий момент, действующий на резервуар в результате ветрового воздействия, вычисляется по формуле (5.1):

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист 73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_w = \gamma_n (M_{ws} + M_{wr}), \quad (5.1)$$

где

$$M_{ws} = 0,575 \cdot p_w \cdot D \cdot [2,5 + 0,57(Hs - 5)] \cdot \left\{ 1 - 0,705 \cdot \left( \frac{Hs}{b_o} \right)^3 + 4,642 \cdot \left( \frac{Hs}{b_o} \right)^2 + 4,815 \cdot \frac{Hs}{b_o} \right\} \quad (5.2)$$

Оссиметрическую нагрузку рассчитываем по формуле (5.2)

$$M_{ws} = 0,575 \cdot 0,38 \cdot 30,35 \cdot [2,5 + 0,57(17,88 - 5)] \cdot \left\{ 1 - 0,705 \cdot \left( \frac{17,88}{10} \right)^3 + 4,642 \cdot \left( \frac{17,88}{10} \right)^2 + 4,815 \cdot \frac{17,88}{10} \right\} = 2867,5$$

Нагрузка ветрового воздействия на корпус резервуара

$$M_{wr} = 1,4 \cdot 0,6 \cdot S_r \cdot X_r \cdot p_w = 1,4 \cdot 0,6 \cdot 17,64 \cdot 5,76 \cdot 0,24 = 20,48 \text{ МПа.}$$

$$b_o = 10 \text{ м}$$

Опрокидывающий момент определяем по формуле(5.1)

$$M_w = \gamma_n (M_{ws} + M_{wr}) = 1,2 \cdot (2867,5 + 20,48) = 3465,6 \text{ МПа}$$

Расчетная погонная нагрузка по контуру стенки характеризуется максимальным и минимальным значениями, соответствующими диаметрально противоположным участкам фундамента (рис.5.1). Максимальная и минимальная нагрузки определяются соответственно, как сумма и разность максимальных нагрузок первого и второго типа (с учетом знаков). Расчетная нагрузка по контуру стенки в основании резервуара определяется по формулам:

$$q_{\min} = \frac{Q_{\max}}{2\pi \cdot r} - \frac{M_w}{\pi \cdot r^2} \quad (5.3)$$

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{2\pi \cdot r} + \frac{M_w}{\pi \cdot r^2} \quad (5.4)$$

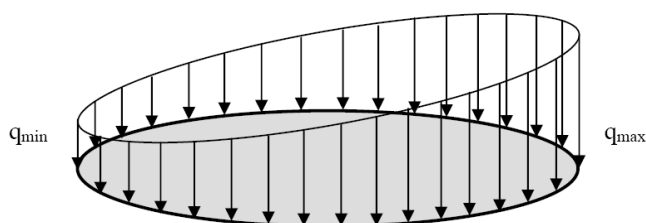


Рисунок – 5.7 Расчетная вертикальная нагрузка на фундамент

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Расчетная вертикальная нагрузка на фундамент резервуара, соответствующая 1-му расчетному сочетанию нагрузок, составляет:

$$Q_{\max} = \gamma_n \{1,05(G_s) + 0,95(1,05G_{so})\}; = 1,2\{1,05(1,51) + 0,95(1,05 \cdot 0,34)\} = 2,31$$

Расчетную нагрузку минимальную и максимальную по контуру стенки в основании резервуара определяется по формулам (5.3) и (5.4) соответственно:

$$q_{\min} = \frac{2,31}{2 \cdot 3,14 \cdot 30,35} - \frac{3465,6}{3,14 \cdot 30,35^2} = 17,79 \text{ кН/м}$$

$$q_{\max} = \frac{2,31}{2 \cdot 3,14 \cdot 30,35} - \frac{2867,5}{3,14 \cdot 30,35^2} = 27,24 \text{ кН/м}$$

Нагрузки на центральную часть днища определяются исходя из величины внутреннего избыточного давления, максимального проектного уровня налива и плотности продукта (эксплуатация) или воды (гидро - пневмоиспытания) и веса плавающей крыши. Эту нагрузку следует определять по формулам:

$$p_f = \gamma_n \left[ 0,001g(\rho H + \rho_s t_{bc}) + 1,2p + \frac{(1,05(G_r + G_{ro}))}{\pi D^2} \right], \quad (5.5)$$

$$p_{fg} = \gamma_n \left[ 0,001g(\rho_g H_{og} + \rho_s t_{bc}) + 0,9f_s p_s + 1,25p + \frac{(1,05(G_r + G_{ro}))}{\pi D^2} \right], \quad (5.6)$$

Нагрузка на центральную часть днища при эксплуатации (5.5):

$$p_f = 1,2 \left[ 0,001g(871 \cdot 15,5 + 7850 \cdot 0,38) + 1,20,2 + \frac{(1,05(1,19 + 0,34))}{3,1460,7^2} \right] = 163,2 \text{ кПа}$$

Нагрузка на центральную часть днища при эксплуатации (5.6):

$$p_{fg} = 1,2 \left[ 0,001g(1000 \cdot 10,325 + 1,68 \cdot 0,006) + 0,9 \cdot 1 \cdot 1,68 + 1,25 \cdot 0,2 + \frac{(1,05(1,19 + 0,34))}{3,14 \cdot 60,7^2} \right] = 185,5$$

кПа

### Результаты расчёта.

$p_f = 163,2$  кПа – при эксплуатации

$p_{fg} = 185,5$  кПа – при гидроиспытании

$q_{\max} = 27,24$  кН/м.

$q_{\min} = 17,79$  кН/м

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

#### 5.4.4 Расчёт основания резервуара на осадку

Нагрузки на основание резервуара следующие взяты при сочетаниях указанных в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Нагрузки на основание резервуара

Вид нагрузки	Условия эксплуатации и гидравлических испытаний
Вес продукта (или воды)	+
Вес корпуса и крыши резервуара	+
Вес стационарного оборудования	+
Внутреннее избыточное давление	-
Вакуум	+
Снеговая нагрузка	+
Ветровая нагрузка	+
Сейсмическая нагрузка	-

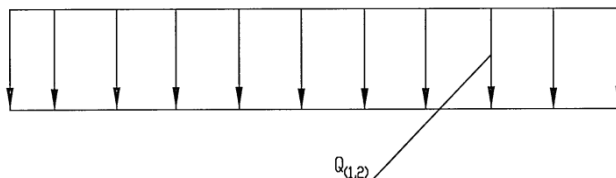


Рисунок 5.8 – Равномерно распределённая нагрузка на основание резервуара, в кПа

Распределённая нагрузка на основание резервуара, кПа

- контурная нагрузка по периметру от нагрузок первому и второму сочетаниям,

$$q_{1,2} = 27,24 - 17,79 = 9,45 \text{ кН / м};$$

- равномерно распределенная нагрузка по основанию резервуара по первому сочетанию  $Q_1=163,2$  кПа, по второму сочетанию  $Q_2=185,5$  кПа;

Проверка основания ведется на сейсмические нагрузки, и нагрузки возникающие при гидроиспытаниях.

Расчёт выполнен в программе SCAD, с использованием софтвера КРОСС версия 11.3.1.1 (Лицензия № 7910м) программного комплекса SCAD Office 11.3.

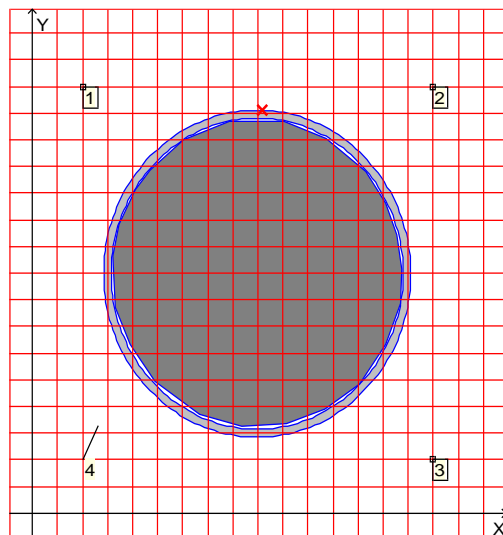


Рисунок 5.8 – Схема площадки

Таблица 5.3 – Список грунтов

Наименование	Удельный вес, Т/м <sup>3</sup>	Модуль деформации, Т/м <sup>2</sup>	Модуль упругости, Т/м <sup>2</sup>	Коэффициент Пуассона	Коэффициент переуплотнения	Давление переуплотнения, Т/м <sup>2</sup>
5-2 супесь	2,11	1223,2	10193,333	0,35	1	5
4-4 суглинок легкий	2,03	917,43	7645,25	0,35	1	5
4-5 суглинок легкий	1,95	407,74	3397,833	0,35	1	5
3-3 глина легкая	1,97	1529	12741,667	0,42	1	5
3-1 глина легкая	1,98	1936,79	16139,917	0,42	1	5
4-3 суглинок тяжёлый	2,03	407,7	3397,5	0,35	1	5
Насыпной	2,85	4120	34333,333	0,3	0,95	0

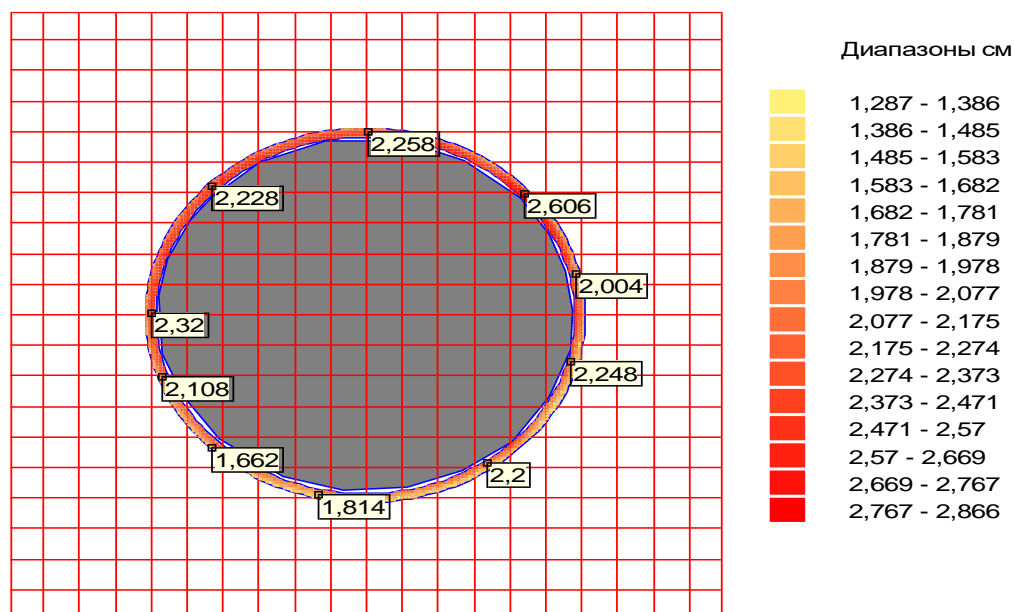


Рисунок 5.9 – Осадка

Крен основания резервуара

$$i = \frac{z_i}{D}, \quad (5.7)$$

где  $z_i$  – абсолютная осадка фундамента резервуара, мм;

$D$  – диаметр резервуара, мм;

Крен основания резервуара составляет:

$$\text{при гидроиспытаниях: } i = \frac{15,8 \text{ мм}}{60700} = 0,00026$$

**Вывод:** Максимальная абсолютная осадка основания резервуара при гидроиспытаниях 176 мм, что не превышает допустимую 200 мм. Условие выполняется, осадка основания не превышает допустимую. [24]

Крен резервуара не превышает допустимый для резервуаров с плавающей крышей 0,004 и составляет:  $i = 0,00026$ .

### 5.5 Проверка существующего основания резервуара по несущей способности

Проверка существующего основания резервуара по несущей способности выполняется в соответствии с требованиями п.п.2,57, 2,58 СНиП 2.02.01-83\*.

Прочность и устойчивость основания резервуара считается обеспеченной в случае выполнения условия:

$$F \leq \frac{\gamma_c \cdot F_u}{\gamma_n} \quad (5.8);$$

где  $F$  – расчетная нагрузка на основание,  $F=185,5 \text{ кПа} = 18,9 \text{ т/м}^2$ ;

$F_u$  – сила предельного сопротивления основания;

$\gamma_c=1,0$  – коэффициент условий работы сооружения, принимаемый по п. 2.58 СНиП 2.02.01-83\*;

$\gamma_n=1,2$  – коэффициент надежности по назначению сооружения, принимаемый по п. 2.58 СНиП 2.02.01-83\*;

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Определяем вертикальную составляющую силы предельного сопротивления основания насыпного грунта по формуле 12 СНиП 2.02.01-83\*

$$N_u = R \cdot b' \cdot l' \quad (5.9)$$

$$\text{где } b' = b - 2 \cdot e_b = 1,2 - 2 \cdot 0 = 1,2;$$

$$l' = 1 - 2 \cdot e_1 = 1 - 2 \cdot 0 = 1;$$

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_\gamma k_z 0,89b\gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}] \quad (5.10)$$

где  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  – коэффициенты условий работы, принимаемые по Таблице 5.1 данного раздела;

$k$  – коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта ( $\varphi$  и  $c$ ) определены непосредственными испытаниями, и  $k = 1,1$ , если они приняты по таблицам СП 50-101-2004;

$M_\gamma, M_q, M_c$  – коэффициенты, принимаемые по таблице 5.3 данного раздела;

$$M_\gamma = 0,5; M_q = 3,06; M_c = 5$$

$$k_z = \frac{8}{0,89D} + 0,2, \quad (5.11)$$

при диаметре фундамента резервуара  $D \geq 10$  м;

$\gamma_{II}$  – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды),  $\text{кН/м}^3$ ;

$\gamma'_{II}$  – то же, для грунтов, залегающих выше подошвы фундамента,  $\text{кН/м}^3$ ;

$$\gamma_{II} = \gamma'_{II} = 18,541 \text{ кН/м}^3$$

$d_1$  – глубина заложения фундамента, м: для резервуаров, опирающихся на песчаную подушку  $d_1 = 0$ ;

$C_{II}$  – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента,  $\text{кПа}$ ;  $C_{II} = 31 \text{ кПа}$

$$\gamma_{c1} = 1,2; \gamma_{c2} = 1,0; k = 1,1 \text{ принимаем по таблице 5.3;}$$

$$b = \sqrt{A} \text{ ширина основания, } b = 53,78 \text{ м}$$

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

$$k_z = \frac{8}{0,89 \cdot 60,7} + 0,2 = 0,3481$$

$$R = 380,73 \text{ кПа} = 38,81 \text{ т/м}^2.$$

Подставив значения в формулу 5.9, получаем значение  $N_u$ :

$$N_u = 38,81 \cdot 1,2 \cdot 1 = 46,57 \text{ т/м}^2.$$

Так как в данном случае иных нагрузок, кроме вертикального давления на основание резервуара не предусмотрено, то принимаем  $F_u = N_u = 46,57 \text{ т/м}^2$ .

Подставив значения в выражение (1.1), получаем соотношение:

$$18,9 \text{ т/м}^2 \leq \frac{1,0 \cdot 46,57}{1,2} = 38,81 \text{ т/м}^2,$$

условие выполняется.

Вывод: Выполнена проверка существующего основания резервуара по несущей способности в соответствии с требованиями п.п. 2.57, 2.58 СНиП 2.02.01-83\*.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что основание резервуара допускается использовать без дополнительного усиления, либо замены.

Расчет кинетики изменения прочности бетона

Расчет выполнен по формуле (С.1) и (С.2) раздела 1 СНиП 2.02.01-83\*

В процессе полной технической диагностики резервуара было выполнено в общей сложности 16 испытаний бетона фундаментного кольца для определения прочности на сжатие (приложение А) СНиП 2.02.01-83\*.

Определим критерий Стьюдента по формуле С.1 приложения С- СНиП 2.02.01-83\* :

$$t = \frac{R_{m2} - R_{m1}}{\frac{S}{\sqrt{N_2}}} \quad (5.12);$$

где,  $R_{m1}$  – средняя прочность бетона в период строительства, определяемая по данным анализа исполнительной документации; при отсутствии надежных данных испытаний бетона с привязкой к конкретным строительным конструкциям в качестве оценки этой величины принимается проектная марка бетона по прочности при сжатии (М200),  $R_{m1} = 19,62 \text{ МПа}$ ;

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$R_{m2}$  - средняя прочность бетона при сжатии, полученная при обследовании,  
 $R_{m2}=19,5$  МПа;

$S_2$  – среднеквадратическое отклонение прочности бетона при сжатии,  
полученное при обследовании,  $S_2=0,58$ ;

$N_2$  – количество испытаний, выполненных при обследовании,  $N_2=12$ ;

Значение критерия Стьюдента:

$$t = \frac{19,5 - 19,62}{0,58 / \sqrt{12}} = -0,7$$

Вывод: Результаты обследований прочности бетона фундамента резервуара показывают, что за прошедший срок эксплуатации 24 года прочность бетона не снизилась. [24]

## 5.6 Расчет глубины и кинетики карбонизации бетона

Время карбонизации бетона на полную толщину защитного слоя бетона  $Y_c$ :

$$t = \frac{Y_c^2 \cdot M_0 \cdot K_0}{2 \cdot K_m \cdot D \cdot C_0} ; \quad (5.13)$$

где:  $Y_c$  - толщина защитного слоя,  $Y_c=2,5$  см;

$D'$ - эффективный коэффициент диффузии,  $D'=2,4 \cdot 10^{-5}$  см<sup>2</sup>/с= 756,864 см<sup>2</sup>/год;

$M_0$ - реакционная способность бетона (объем газа, поглощаемый единицей объема бетона);

$C_0$ - концентрация углекислого газа в атмосфере в относительных единицах (можно принять  $C_0 = 4 \cdot 10^{-4}$ );

$K_m$  - коэффициент, учитывающий климатические условия,  $K_m=1$ ;

$K_p$ - коэффициент, учитывающий наличие защитных окраски или покрытия,  $K_p=1$ ;

Приблизительно реакционную способность бетона можно рассчитать по формуле:

$$M_0 = 0,4 \cdot C \cdot P_{CaO} \cdot f_c = 0,4 \cdot 200 \cdot 0,6 \cdot 0,6 = 28,8 ,$$

где  $C$  - расход цемента в бетоне,  $C=200$  кг/м<sup>3</sup>= (табл. 3 ГОСТ 26633-91);

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

$R_{CaO}$  - количество CaO в цементе в относительных единицах (в среднем 0,6);

$f_c$  - степень карбонизации цемента, равная отношению количества CaO, связанного в карбонат, к общему количеству CaO в цементе (ориентировочно  $f_c=0,6$ ).

Время карбонизации бетона составит:

$$t = \frac{2,5^2 \cdot 28,8 \cdot 1,0}{2 \cdot 2 \cdot 756,864 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 297,28 \text{ лет}$$

Вывод: Расчетное время карбонизации бетона превышает проектный срок эксплуатации конструкций, соответственно долговечность бетона с точки зрения сохранения его защитных свойств по отношению к арматуре можно считать удовлетворительной.

### 5.7 Расчет скорости коррозии арматуры

Расчет выполнен по формуле (Н.11) раздела 1 приложения Н.

Скорость коррозии арматуры ( $V$ ) характеризуется скоростью уменьшения радиуса арматуры в единицу времени.

Исходя из допустимого по условиям работы конструкции уменьшения радиуса арматуры, определяемая долговечность железобетонных конструкций по арматуре  $t_c$ , лет, рассчитывается по формуле:

$$t = t_c + \frac{R_0 - R_t}{V} \quad (5.14);$$

где  $t_c$  - время сохранения защитным слоем бетона конструкции пассивирующих свойств по отношению к арматуре (рассчитывается по разделам «Расчет глубины и кинетики карбонизации бетона»),  $t_c=297,28$ лет;

$R_0$  и  $R_t$  - начальный и конечный (допустимый) радиус стержня,  $R_0=6$  мм,  $R_t=4$  мм;

$V$  - скорость коррозии арматурной стали,  $V=0,02$  мм/год.

Долговечность железобетонных конструкций по арматуре составит (5.14):

					<i>Расчет основания и фундамента резервуара</i>	<i>Лист</i>
						82
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$t = 297,28 + \frac{6-4}{0,02} = 397,28 \text{ лет}$$

**Вывод:** Расчетное время полной коррозии арматуры превышает проектный срок эксплуатации фундамента. [31]

## 5.8 Расчет стенки резервуара на прочность и устойчивость

### 5.8.1 Исходные данные

По данным технического отчета по результатам полной технической диагностики.

- тип резервуара – РВСПК-50000;
- номер проекта, по которому построен резервуар – № 10-Ф1418-1-КМ;
- дата приемки и ввода в эксплуатацию – 12.1988 г;
- высота стенки – 17886 мм;
- диаметр резервуара – 60700 мм;
- уровни разлива;

а) проектный уровень разлива – 15500 мм;

б) верхний допустимый уровень «согласно технологической карте» – 15463 мм;

в) верхний аварийный уровень «согласно технологической карте» – 15500 мм;

г) нормативный уровень верхний «согласно технологической карте» – 15351 мм;

- Вид продукта, хранимого в резервуаре на момент проведения диагностики – сырая нефть, 0,53 % серы, плотность 871,0 кг/м<sup>3</sup>;

Таблица 5.4 - Марка металла из которого изготовлена стенка резервуара:

№ Пояса	Толщина, мм	Марка стали
1-й	17	16Г2АФ-12
2-й	16	
3-й	14	

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

№ Пояса	Толщина, мм	Марка стали
4-й	13	16Г2АФ-12
5-й	11	ВСтЗсп5
6-9-й	10	
10-12й	8	

По техническому заданию срок дальнейшей эксплуатации резервуара после ремонта – 10 лет.

Первый пояс заменяется на высоту 1690 мм толщиной 18мм.

### 5.8.2 Проверочный расчет на прочность стенки резервуара.

Проверка каждого пояса стенки резервуара на прочность производится по формуле:

$$\sigma_2 \leq \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_i}, \quad (5.15);$$

где  $\sigma_2$  - расчетное кольцевое напряжение в поясе, МПа;

$R_y$  - расчетное сопротивление стали, МПа;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы при расчете стенки на прочность, табл. 5 СНиП 2.09.03-85:  $\gamma_c = 0,7$  для нижнего пояса,  $\gamma_c = 0,8$  для остальных поясов при эксплуатации,  $\gamma_c = 0,9$  при гидроиспытании;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению для резервуаров объемом по строительному номиналу 50000 м<sup>3</sup> –  $\gamma_n = 1,1$ ;

Расчетное кольцевое напряжение в поясе для резервуаров РВСПК определяется по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{g \cdot \rho \cdot (H_n - z) \cdot R}{t_i} \quad (5.16);$$

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Для первого пояса:  $\sigma_2 = \frac{9,81 \cdot 871 \cdot (15,5 - 0) \cdot 30,35}{17,70/1000} = 227,1 \text{ Па}$

Дальнейший расчет в таблице 5.6

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

- плотность нефти,  $\rho = 871,0 \text{ кг/м}^3$ ;

- максимально допустимый уровень взлива нефти в резервуаре,  
 $H_n = 15,500 \text{ м}$

- максимально допустимый уровень при гидроиспытаниях резервуара,  
 $H_n = 15,500 \text{ м}$

- расстояние от днища до нижней кромки пояса, м;

- радиус резервуара,  $R = 30,35 \text{ м}$ ;

- расчетная фактическая толщина пояса, принятая по результатам технической диагностики резервуара, м.

Проверим выполнение условия  $\sigma_2 \leq \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_i}$  для первого пояса:

$$227,1 \leq \frac{400 \cdot 0,7}{1,1} = 254,54 \text{ – выполняется}$$

Дальнейший расчет приведен в таблице 5.6

Таблица 5.5 – Значение коэффициентов надежности по нагрузкам

Нагрузка	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$
вес металлоконструкций $Q_{ст}^H, Q_{кр}^H$ , табл. 1 СНиП 2.01.07-85*	1,05
вес стационарного оборудования $G_o$ , табл. 2 СНиП 2.01.07-85*	1,05
вес утеплителя $G_y$ , табл. 1 СНиП 2.01.07-85*	1,3
вакуумметрическое давление газов $P_{вак}^H$ , табл. 6 СНиП 2.09.03-85	1,2
избыточное давление в газовом пространстве $P_{и}^H$ , табл. 6 СНиП 2.09.03-85	1,2
нормальное давление ветра, приложенное к внешней поверхности стенки резервуара $P_{вет}$ , табл. 6 СНиП 2.09.03-85	0,5
нормальное давление ветра, приложенное к внутренней поверхности стенки резервуара $P_{вет.вн}$ , п. 6.11 СНиП 2.01.07-85*	1,4
нормальное давление ветра, приложенное к внешней поверхности покрытия резервуара $P_{вет.кр.}$ , п. 6.11 СНиП 2.01.07-85*	1,4

Расчетное сопротивление материала:

$$R_y = \frac{R_{\sigma r}}{\gamma_m} \quad (5.17);$$

Для первого пояса:  $R_y = \frac{440}{1,1} = 400 \text{ МПа}$

- нормативное сопротивление стали, принимаемое по табл. 5.1\* СНиП П-23-81\*: в связи с отсутствием сертификатов на элементы конструкций;

- для стали 16Г2АФ  $R_{yn}=440$  МПа (сущ. 1 - 9 пояса)

- для стали ВСт3сп5  $R_{yn}=245$  МПа (сущ. 10 - 12 пояса)

- коэффициент надежности по материалу, принимаемый по п. 20.1\* СНиП П-23-81\*:

$\gamma_m = 1,1$  для поясов 1-9,

$\gamma_m = 1,05$  для поясов 10-12.

Расчетное сопротивление материала каждого пояса см. табл. 1.2.

Результаты расчета по проверке прочности поясов стенки сведены в таблицах. 1.2–1.4.

Таблица 5.6 – Проверочный расчет на прочность существующих поясов на данный момент времени с учетом замены первого пояса на высоту 1,7м, высота взлива 15,5м.

Номер пояса	Высота пояса $h_i$ , м	Марка стали	Паспортная (проектная) толщина пояса $t$ , мм	Расчетная толщина $t_i$ , мм	Расчетное сопротивление материала $R_y$ , МПа	Расчетные кольцевые напряжения $\sigma_2$ ,	Допускаемые напряжения $\sigma_{2\text{доп}}$ , МПа	Проверка условия $\sigma_2 \leq \sigma_{2\text{доп}}$ .	Минимальная толщина пояса из условия прочности.
1	1,69	16Г2АФ	17,0	17,70	400,0	227,1	254,5	Выполняется	15,79
2	1,29	16Г2АФ	16,0	15,40	400,0	232,6	290,9	Выполняется	12,31
3	1,49	16Г2АФ	14,0	13,40	400,0	242,3	290,9	Выполняется	11,16
4	1,49	16Г2АФ	13,0	12,70	400,0	225,2	290,9	Выполняется	9,83
5	1,49	16Г2АФ	11,0	10,80	400,0	229,1	290,9	Выполняется	8,50
6	1,49	16Г2АФ	10,0	9,80	400,0	213,0	290,9	Выполняется	7,18
7	1,49	16Г2АФ	10,0	9,70	400,0	175,4	290,9	Выполняется	5,85
8	1,49	16Г2АФ	10,0	9,70	400,0	135,5	290,9	Выполняется	4,52
9	1,49	16Г2АФ	10,0	9,60	400,0	96,7	290,9	Выполняется	3,19
10	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,70	233,3	70,4	169,7	Выполняется	3,19
11	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,70	233,3	20,2	169,7	Выполняется	0,92
12	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,70	233,3	-30,0	169,7	Выполняется	-1,36

Таблица 5.7 – Проверочный расчет на прочность существующих поясов при гидроиспытании на данный момент времени с учетом замены первого пояса на высоту 1,7м, высота взлива 15,5м.

Номер пояса	Высота пояса $h_i$ , м	Марка стали	Паспортная (проектная) толщина пояса $t$ , мм	Расчетная толщина $t_i$ , мм	Расчетное сопротивление материала $R_y$ , МПа	Расчетные кольцевые напряжения $\sigma_2$ , МПа	Допускаемые напряжения $\sigma_{2\text{доп.}}$ , МПа	Проверка условия $\sigma_2 \leq \sigma_{2\text{доп.}}$	Минимальная толщина пояса из условия прочности, мм
1	1,69	16Г2АФ	17,0	17,70	400,0	260,7	327,3	Выполняется	14,10
2	1,29	16Г2АФ	16,0	15,40	400,0	267,0	327,3	Выполняется	12,56
3	1,49	16Г2АФ	14,0	13,40	400,0	278,2	327,3	Выполняется	9,92
4	1,49	16Г2АФ	13,0	12,70	400,0	258,6	327,3	Выполняется	10,03
5	1,49	16Г2АФ	11,0	10,80	400,0	263,0	327,3	Выполняется	7,56
6	1,49	16Г2АФ	10,0	9,80	400,0	244,6	327,3	Выполняется	7,32
7	1,49	16Г2АФ	10,0	9,70	400,0	201,4	327,3	Выполняется	5,20
8	1,49	16Г2АФ	10,0	9,70	400,0	155,6	327,3	Выполняется	4,61
9	1,49	16Г2АФ	10,0	9,60	400,0	111,0	327,3	Выполняется	2,84
10	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,70	233,3	23,2	190,9	Выполняется	3,26
11	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,70	233,3	23,2	190,9	Выполняется	0,94
12	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,70	233,3	-34,4	190,9	Выполняется	-1,39

Таблица 5.8 – Проверочный расчет на прочность существующих поясов на срок дальнейшей эксплуатации резервуара после ремонта 10 лет с учетом скорости коррозии средних неокрашенных поясов, высота взлива 15,5.

Номер пояса	Высота пояса $h_i$ , м	Марка стали	Паспортная (проектная) толщина пояса $t$ , мм	Расчетная толщина $t_i$ , мм	Расчетное сопротивление материала $R_y$ , МПа	Расчетные кольцевые напряжения $\sigma_2$ , МПа	Допускаемые напряжения $\sigma_{2\text{доп.}}$ , МПа	Проверка условия $\sigma_2 \leq \sigma_{2\text{доп.}}$	Минимальная толщина пояса из условия прочности, мм
1	1,69	16Г2АФ	17,0	17,70	400,0	227,1	254,5	Выполняется	15,79
2	1,29	16Г2АФ	16,0	15,13	400,0	236,7	290,9	Выполняется	12,31
3	1,49	16Г2АФ	14,0	13,13	400,0	247,3	290,9	Выполняется	11,16
4	1,49	16Г2АФ	13,0	12,56	400,0	227,7	290,9	Выполняется	9,83
5	1,49	16Г2АФ	11,0	10,71	400,0	231,0	290,9	Выполняется	8,50

Номер пояса	Высота пояса $h_i$ , м	Марка стали	Паспортная (проектная) толщина пояса $t$ , мм	Расчетная толщина $t_i$ , мм	Расчетное сопротивление материала $R$ , МПа	Расчетные кольцевые напряжения $\sigma_2$ , МПа	Допускаемые напряжения $\sigma_{2,доп.}$ , МПа	Проверка условия $\sigma_2 \leq \sigma_{2,доп.}$	Минимальная толщина пояса из условия прочности, мм
6	1,49	16Г2АФ	10,0	9,71	400,0	215,0	290,9	Выполняется	7,18
7	1,49	16Г2АФ	10,0	9,56	400,0	177,9	290,9	Выполняется	5,85
8	1,49	16Г2АФ	10,0	9,56	400,0	137,5	290,9	Выполняется	4,52
9	1,49	16Г2АФ	10,0	9,42	400,0	98,6	290,9	Выполняется	3,19
10	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,56	233,3	71,7	169,7	Выполняется	3,19
11	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,56	233,3	20,6	169,7	Выполняется	0,92
12	1,49	ВСт3сп5	8,0	7,56	233,3	-30,5	169,7	Выполняется	-1,36

**Вывод:** Все пояса удовлетворяют условию прочности при высоте взлива 16,2м. на данный момент времени и на срок дальнейшей эксплуатации 10 лет. [31]

### 5.8.3 Проверочный расчет на устойчивость стенки резервуара

Проверка каждого пояса стенки резервуара на устойчивость производится по формуле:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}} \leq \gamma_c \quad (5.18);$$

Для первого пояса:  $\frac{0,89}{7,91} + \frac{0,82}{1,42} = 0,69 \leq 1$  устойчивость обеспечена

Дальнейший расчет в таблице 1.5.

$\sigma_1$  - расчетное меридиональное напряжение в поясе, МПа;

$\sigma_{cr1}$  - критическое меридиональное напряжение в поясе, МПа;

$\sigma_2$  - расчетное кольцевое напряжение в поясе, МПа;

$\sigma_{cr2}$  - критическое кольцевое напряжение в поясе, МПа;



$\gamma_c$  - коэффициент условий работы при расчете стенки на устойчивость, принимаемый по таблице 5 СНиП 2.09.03-85,  $\gamma_c = 1,0$ .

Расчет на устойчивость следует выполнять по фактическим толщинам. Если по результатам проверки какие-либо пояса не удовлетворяют условию прочности, то расчет на устойчивость производится по толщинам, удовлетворяющим условию прочности.

Расчетное меридиональное напряжение пояса для резервуаров РВСПК определяется по формуле:

$$\sigma_1 = \frac{Q_M}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot t_i} \quad (5.19);$$

Критическое меридиональное напряжение в первом поясе (5.19);

$$\text{Для первого пояса } \sigma_1 = \frac{2998634}{2 \cdot 3,14 \cdot 30,35 \cdot 17,70 \cdot 1000} = 0,89 \text{ МПа}$$

$Q_M$  - вес металлоконструкций резервуара выше нижней кромки пояса, Н;

Вес металлоконструкций для резервуара РВСПК выше нижней кромки пояса:

$$Q_M = \gamma_f \cdot Q_{ct}^H \quad (5.19);$$

Вес металлоконструкций для первого пояса:  $Q_M = 1 \cdot 2998634 = 2998634 \text{ Н}$

$Q_{ct}^H$  - вес стенки резервуара выше нижней кромки пояса, Н.

Вес стенки резервуара выше нижней кромки пояса:

$$Q_{\bar{n}o}^i = g \cdot \rho_{ct} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \sum h_i \cdot t_i \quad (5.20);$$

Вес стенки резервуара для первого пояса (5.20):

$$Q_{\bar{n}o}^i = \frac{9,81 \cdot 7850 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 30,35 \cdot 1,69 \cdot 17,70}{1000 \cdot 1,05} = 461240 \text{ Н}$$

$\rho_{ct}$  - удельный вес стали,  $\rho_{ct} = 7850 \text{ кг/м}^3$ ;

$h_i$  - высота i-го пояса стенки резервуара, см. табл. 1.2.

Критическое меридиональное напряжение пояса определяется по формуле:

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma_{cr1} = C \cdot E \cdot \frac{t_i}{R} \quad (5.21);$$

Критическое меридиональное напряжение первого пояса

$$\sigma_{cr1} = \frac{0,068 \cdot 200000 \cdot 17,70 / 30,35}{1000} = 7,91 \text{ Н}$$

C - коэффициент, принимаемый по таблице 31 СНиП II-23-81\* в зависимости от соотношения  $\frac{R}{t_i}$ ;

E - модуль упругости стали, E=2·10<sup>5</sup> МПа.

Расчетное кольцевое напряжение пояса для резервуаров РВСПК определяется по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{(\psi_k \cdot P_{вет} + \psi_k \cdot P_{вет. вн.}) \cdot R}{t_{cp}} \quad (5.22);$$

Кольцевое напряжение первого пояса:

$$\sigma_2 = \frac{(0,9 \cdot 127,5 + 0,9 \cdot 206,2) \cdot 30,35 \cdot 1000}{11,13626 / 1000000} = 0,82 \text{ МПа}$$

- ветровое давление на уровне верха стенки резервуара, Па;
- разрежение от ветрового давления в резервуаре, Па.
- средняя (приведенная) толщина стенки резервуара, м.
- коэффициент сочетаний для временных кратковременных нагрузок, принимаемый по п. 1.12 СНиП 2.01.07-85\*,  $\psi_k = 0,9$ .

Значение ветрового давления на уровне верха резервуара:

$$P_{вет} = \gamma_f \cdot w_o \cdot k \cdot c_{e1} \quad (5.23);$$

Ветрового давления для первого пояса (5.23):

$$P_{вет} = 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1000 = 127,5 \text{ Па}$$

w<sub>o</sub> - нормативное значение ветрового давления, принимаемое по табл. 5 СНиП 2.01.07-85\*, w<sub>o</sub> = 300 Па = 0,3 кПа;

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте, принимается по п.6.5 СНиП 2.01.07-85\*, k = 1,05;

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90



$H$  - высота стенки резервуара; для резервуара РВСПК высота стенки от уровня ветрового кольца.

Результаты расчета на данный момент времени без учета срока дальнейшей эксплуатации по проверке устойчивости существующих поясов сведены в табл. 1.5.

Таблица 5.9 – Проверочный расчет на устойчивость существующих поясов на данный момент времени.

Номер пояса	Расчетное кольцевое напряжение $\sigma_z$ , МПа	Критическое кольцевое напряжение $\sigma_{crz}$ , МПа	Отношение $\sigma_z/\sigma_{crz}$	Фактор устойчивости $\sigma_z/(\sigma_{cr1}+\sigma_z/\sigma_{cr2})$	Устойчивость пояса	Коэффициент $C$	Отношение $R/t_i$
1	0,81	1,44	0,56	0,67	обеспечена	0,068	1714,7
2	0,81	1,44	0,56	0,69	обеспечена	0,065	1970,8
3	0,81	1,44	0,56	0,72	обеспечена	0,062	2264,9
4	0,81	1,44	0,56	0,72	обеспечена	0,061	2389,8
5	0,81	1,44	0,56	0,75	обеспечена	0,059	2810,2
6	0,81	1,44	0,56	0,76	обеспечена	0,059	3096,9
7	0,81	1,44	0,56	0,73	обеспечена	0,059	3128,9
8	0,81	1,44	0,56	0,70	обеспечена	0,059	3128,9
9	0,81	1,44	0,56	0,67	обеспечена	0,059	3161,5
10	0,81	1,44	0,56	0,69	обеспечена	0,057	3941,6
11	0,81	1,44	0,56	0,64	обеспечена	0,057	3941,6
12	0,81	1,44	0,56	0,60	обеспечена	0,057	3941,6

Проверка устойчивости поясов стенки для срока дальнейшей эксплуатации 10 лет с учетом скорости коррозии средних неокрашенных поясов. Результаты расчета сведены в таблицу 1.6.

Таблица 5.10 – Проверочный расчет на устойчивость существующих поясов на срок дальнейшей эксплуатации 10 лет с учетом скорости коррозии средних неокрашенных поясов.

Номер пояса	Высота пояса $h_p$ , м	Расчетная толщина $t_p$ , мм	Вес пояса резервуара с учетом коэффициента надежности, Н	Вес стенки резервуара выше нижней кромки пояса $Q_{ст}$ , Н	Расчетное значение ветровой нагрузки $R_{ветр}$ , Па	Расчетное значение разряжения от вет. давления (РВСПК) $R_{вет.вл.}$ , Па	Расчетное меридиональное напряжение пояса $\sigma_1$ , МПа	Критическое меридиональное напряжение $\sigma_{ст1}$ , МПа	Отношение $\sigma/\sigma_{ст}$
1	1,69	17,70	461240	2998634	127,5	206,2	0,89	7,91	0,11
2	1,29	15,13	300896	2537394	127,5	206,2	0,88	6,47	0,14
3	1,49	13,13	301597	2236498	127,5	206,2	0,89	5,35	0,17
4	1,49	12,56	288648	1934901	127,5	206,2	0,81	5,04	0,16
5	1,49	10,71	246040	1646253	127,5	206,2	0,81	4,19	0,19
6	1,49	9,71	223065	1400213	127,5	206,2	0,76	3,76	0,20
7	1,49	9,56	219723	1177148	127,5	206,2	0,65	3,70	0,17
8	1,49	9,56	219723	957425	127,5	206,2	0,52	3,70	0,14
9	1,49	9,42	216381	737702	127,5	206,2	0,41	3,63	0,11
10	1,49	7,56	173773	521320	127,5	206,2	0,36	2,84	0,13
11	1,49	7,56	173773	347547	127,5	206,2	0,24	2,84	0,08
12	1,49	7,56	173773	173773	127,5	206,2	0,12	2,84	0,04

**Вывод:** Все пояса удовлетворяют условию устойчивости на данный момент времени и на срок дальнейшей эксплуатации 10 лет.

Для резервуара РВСПК-50000 условия прочности и устойчивости обеспечиваются для фактических толщин поясов по заключению диагностики. Срок службы резервуара после ремонта составит не менее 10 лет. [32]

### 5.9 Расчет уровней взлива в резервуаре и величины емкости (полезной) для товарных операций

Расчет проводился согласно ОР-23.020.00-КТН-256-07 «Регламента расчета емкости(полезной) для товарных операций и разработки технологических карт на резервуары и резервуарные парки

Так как резервуар существующий, то верхний аварийный уровень ( $H_{верх.авар}$ ) брался по данным архитектурно-строительного отдела, который определил на

основе расчетов заполнение резервуара с учетом сохранения его устойчивости – 15500 мм.

$$H_{\text{нижн.авар.}} = H_{\text{ст}} + 100 + H_{\text{погр}}, \text{ мм},$$

где в резервуаре с плавающей крышей (ПК) величина нижнего аварийного уровня определяется высотой стоек с учётом уклона днища и расстоянием 100 мм от днища резервуара с учётом погружения ПК по формуле:

$H_{\text{ст}}$  – высота ближайшей к замерному люку стойки от днища до нижней деки ПК, мм;

$H_{\text{погр}}$  – высота погружения плавающей крыши в нефть, для типовой ПК = 277 мм (с учетом снеговой нагрузки- III район по СНиП 2.01.07-85).

В нашем случае, нижняя часть ПК должна быть выше внутреннего фланца ПРП:

$$H_{\text{вд}} = 1300 \text{ мм} \geq h + \frac{F}{2} + 100,$$

где:  $H_{\text{вд}}$  – высота верха внутреннего фланца ПРП, мм;

$h$  – высота до оси приемо-раздаточного патрубка, мм - 700 мм;

$F$  - диаметр внутреннего фланца ПРП, мм – 910 мм (для DN 700, PN 1,0 МПа);

$$H_{\text{ст}} = 1300 \text{ мм} \geq 700 + \frac{910}{2} + 100 = 1300 \text{ мм}$$

$$H_{\text{нижн.авар.}} = H_{\text{ст}} + 100 + H_{\text{погр}} = 1300 + 100 + 277 = 1677 \text{ мм}$$

$$H_{\text{нижн.доп.}} = H_{\text{нижн.авар.}} + \left( \frac{(T_{\text{завдв}} \cdot V_0)}{S_{\text{рез}}} \right) \cdot 1000, \text{ мм},$$

где  $H_{\text{нижн. доп}}$  - нижний допустимый уровень (определяется по объему нефти, откаченной из резервуара за время закрытия задвижки), мм;

$T_{\text{завдв}}$  – время закрытия задвижки, час (для шиберной задвижки DN 700 - не более 300 сек или 0,083 часа по ОТТ-23.060.30-КТН-246-08 на шиберные задвижки);

$V_0$  – производительность опорожнения резервуара, м<sup>3</sup>/час = 1300 м<sup>3</sup>/час (по заданию заказчика);

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$S_{рез}$  – площадь сечения резервуара,  $m^2 = 2893,78 m^2$ .

$$\text{Отсюда } H_{нижн.доп.} = 1677 + \left( \frac{(0,083 \cdot 1300)}{2893,78} \right) \cdot 1000 = 1677 + 37 = 1714 \text{ мм}$$

$$H_{нижн.норм.} = H_{нижн.доп.} + \left( \frac{(0,2 \cdot V_0)}{S_{рез}} \right) \cdot 1000 \text{ мм},$$

где 0,2 час – время закрытия задвижки, час (время, необходимое для оперативных действий персонала);

$V_0$  – производительность опорожнения резервуара,  $m^3/\text{час}$ ;

$S_{рез}$  – площадь сечения резервуара,  $m^2$ .

Отсюда нижний допустимый уровень

$$H_{нижн.доп.} = 1714 + \left( \frac{(0,2 \cdot 1300)}{2893,78} \right) \cdot 1000 = 1714 + 90 = 1804 \text{ мм}$$

Верхний допустимый уровень:

$$H_{верх.доп.} = H_{верх.авар.} - \left( \frac{(T_{зав.} \cdot V_3)}{S_{рез}} \right) \cdot 1000, \text{ мм}$$

где  $H_{верх. доп}$  - верхний допустимый уровень (для шиберной задвижки DN 700 - не более 300 сек или 0,083 часа по ОТТ-23.060.30-КТН-246-08 на шиберные задвижки), мм;

$T_{зав}$  – время закрытия задвижки, час (для шиберной задвижки DN 700 - не более 300 сек или 0,083 часа по ОТТ-23.060.30-КТН-246-08 на шиберные задвижки);

$V_3$  – производительность заполнения резервуара,  $m^3/\text{час} = 1300 m^3/\text{час}$ ;

$S_{рез}$  – площадь сечения резервуара,  $m^2 = 2893,78 m^2$ .

Отсюда

$$H_{верх.норм.} = H_{верх.доп.} - \left( \frac{(0,25 \cdot V_3)}{S_{рез}} \right) \cdot 1000, \text{ мм}$$

где 0,25 час – время закрытия задвижки, час (время, необходимое для оперативных действий персонала);

$V_3$  – производительность заполнения резервуара,  $m^3/\text{час}$ ;

$S_{рез}$  – площадь сечения резервуара,  $m^2$ .

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\text{Отсюда } H_{\text{верх.доп.}} = 15463 - \left( \frac{0,25 \cdot 1300}{2893,78} \right) \cdot 1000 = 15463 - 112 = 15351 \text{ мм}$$

Таблица 5.11 - Результаты расчета уровней

Уровень		время, ч	производит, м <sup>3</sup> /ч	объем, м <sup>3</sup>	высота, мм	уровень, мм
верхний аварийный	констр					15500
верхний допустимый	задв.	0.083	1300	108.33	37	15463
верхний нормативный	персонал	0.25	1300	325	112	15351
нижний нормативный	персонал	0.2	1300	260	90	1804
нижний допустимый	задв.	0.083	1300	108.33	37	1714
нижний аварийный	констр					1677

Ёмкость (полезная) для товарных операций резервуаров определяется как разность между емкостями резервуаров по верхнему нормативному уровню ( $V_B$ ) и нижнему нормативному уровню ( $V_H$ ):

$$V_T = V_B - V_H, \text{ м}^3$$

Отсюда, емкость для товарных операций составит:

$$V_T = 3,14 \cdot (R_{\text{рез}})^2 \cdot (15,351 - 1,804) = 3,14 \cdot (30,35)^2 \cdot 13,547 = 39202,2 \text{ м}^3$$

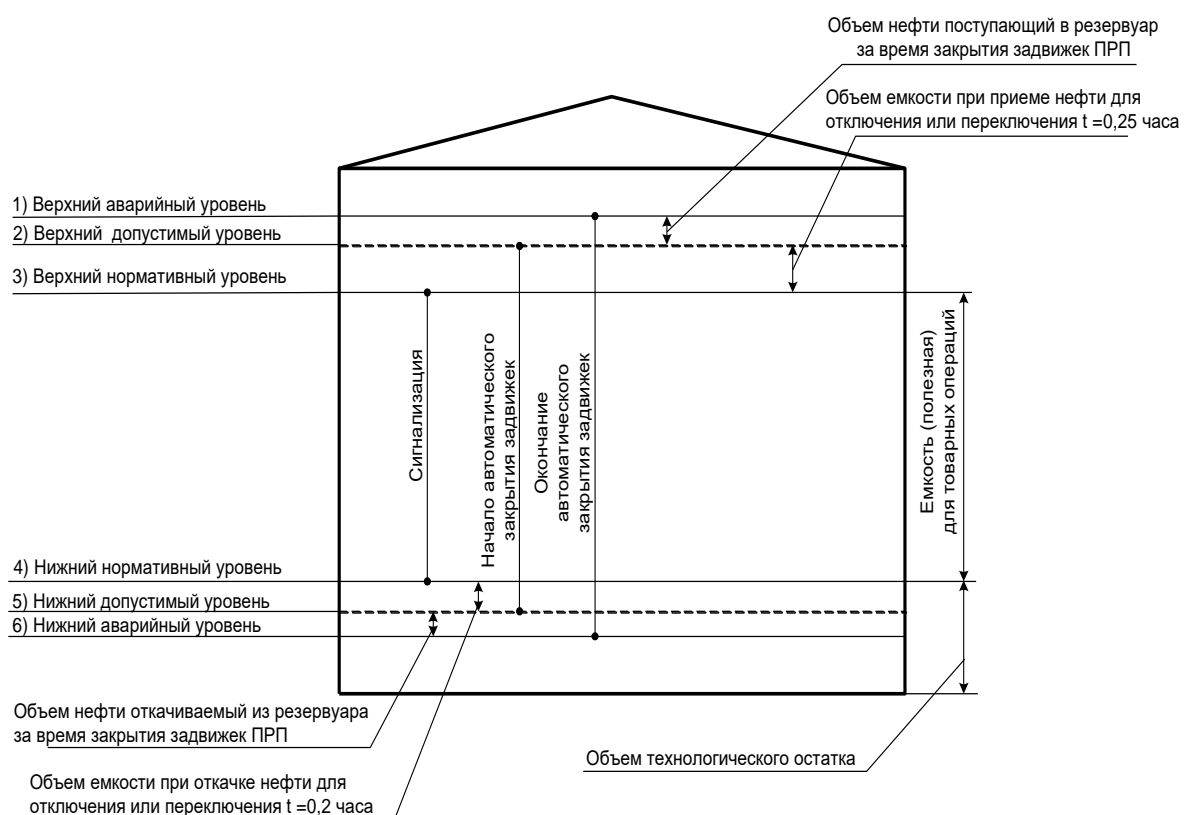


Рисунок 5.10 – Схема расположения уровней в резервуаре хранения нефти и товарных операций.

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



## 5.10 Расчет максимальных скоростей заполнения и опорожнения резервуара

Согласно п. 2.4.2 ОР-23.020.00-КТН-256-07 максимальная допустимая производительность заполнения (опорожнения)  $Q_{\text{макс.доп}}$  резервуара с плавающей крышей в группе рассчитывается по скорости подъема ПК, но не более:

$$Q_{\text{макс.доп}} = 2,75 \cdot D^2 = 3,14 \cdot (60,7)^2 = 11569 \text{ м}^3$$

где: D – внутренний диаметр резервуара, м;

Скорость движения (w) ПК согласно (ГОСТ 52910-2008, п. В.12.2) не должна превышать 4,0 м/час (0,0011 м/с) при товарных операциях.

Площадь сечения резервуара равно:

$$S = 3,14 \cdot (30,35)^2 = 2893,78 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{макс.доп}} = S \cdot w = 2893,78 \cdot 4,0 = 11575,12 \text{ м}^3 > 11569 \text{ м}^3$$

Принимаем максимальную производительность заполнения/опорожнения 11569 м<sup>3</sup>, что соответствует 4 м/час.

Согласно РД-35.240.00-КТН-207-08, приложение Г «Методика расчета скоростей заполнения и опорожнения резервуара» проводим расчет скоростей заполнения и опорожнения резервуара РВСПК-50000.

Предельная максимальная скорость заполнения резервуара РВСПК определяется по формуле:  $0,95 \cdot V_H = 0,95 \cdot 4000 = 3800 \text{ мм/час}$

Предельная максимальная скорость опорожнения резервуара РВСПК определяется по формуле:  $0,85 \cdot V_H = 0,85 \cdot 4000 = 3400 \text{ мм/час}$

Расчетная скорость движения ПК:

$R_p = 30,35 \text{ м}$  – радиус резервуара;

$$S_p = 3,14 \cdot (30,35)^2 = 2893,78 \text{ м}^2;$$

$$V = \frac{1300}{2893,78} = 0,45 \text{ м/ч.}$$

					Расчет основания и фундамента резервуара	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Расчет затрат на проведение реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м<sup>3</sup>

Прежде чем провести расчет затрат на проведение мероприятия необходимо составить календарный план работ, с указанием задействованного персонала, выполняемых работ и времени, необходимого на проведение этих работ.

### 6.1 Структура работ в рамках проведение реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м<sup>3</sup>

Таблица 6.1 – Виды работ и время выполнения

№ п/п	Виды проводимых работ	Время на выполнение работ, час
1.	Обустройство проезда через обвалование для строительной-монтажной техники через обвалование.	5
2.	Для резки демонтированных элементов обустройство площадки.	4
3.	Устройство временных площадок хранения материалов и оборудования.	4
4.	Устройство распределительных щитов и временной электропроводки для обеспечения работы сварочных агрегатов и другого электрооборудования.	4
	Ремонт сварных соединений стенки резервуара	70
	Ремонт (замена) фундамента	150
5.	Ремонт (замена) листов стенки.	160
6.	Ремонт (замена) днища, окраска.	100
7.	Замена наружных трубопроводов.	30
8.	Замена крыши на двудехчную	140
9	Ремонт шахтной лестницы, переходных площадок.	80
10.	Изготовление и монтаж площадок обслуживания приборов	70
12.	Устройство контура заземления.	20
13.	Ремонт отмотки резервуара.	100
15.	Контроль сварных соединений R-контроль, капиллярный метод.	90
16.	Гидроиспытание резервуара на прочность и плотность, с нивелировкой вертикальности стенок резервуара.	190
17.	Зачистка наружной и внутренней поверхности РВСПК, площадок обслуживания и лестниц, перед нанесением антикоррозионного покрытия.	220
18.	Нанесение антикоррозионного покрытия на наружную и внутреннюю поверхности РВСП, площадки обслуживания и лестницы.	250
19.	Замена подземных участков трубопроводов в каре РВСПК.	40
20.	Изготовление и монтаж пешеходных дорожек в каре РВСПК.	40
21.	Очистка территории, резка, пакетирование и вывоз металлолома.	32
22.	Восстановление обвалования РВСП	45
<b>Итого:</b>		<b>1844</b>

<i>«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м<sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»</i>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Мануйлов А. В.		
Руковод.		Саруев Л. А.		
Консульт.				
Рук-ль ООП		Брусник О.В		
<b>Финансовый менеджмент,                  ресурсоэффективность и                  ресурсосбережение</b>				
		Лит.	Лист	Листов
			98	
<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>				

## 6.2 Бюджет проведение реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м<sup>3</sup>

Состав затрат формируется по определенным элементам:

- Затраты на оплату труда.
- Материальные затраты.
- Отчисления на социальные нужды.
- Амортизационные отчисления.
- Прочие расходы.

К материальным расходам относятся затраты на приобретение:

а) сырья, основных и вспомогательных материалов, используемых в производственном процессе;

б) запасных частей, комплектующих изделий, тары и др.;

в) топлива, воды и энергии всех видов, используемых на производственные нужды и отопление;

г) работ и услуг производственного характера, выполняемых сторонними организациями или индивидуальными предпринимателями, а также собственными структурными подразделениями предприятия (транспортные услуги, контроль за соблюдением технологического процесса, средств связи, компьютерной техники и др.);

д) на содержание и эксплуатацию природоохранных сооружений.

Сумма материальных расходов уменьшается на стоимость возвратных отходов. Возвратные отходы оцениваются по пониженной цене, если они могут быть использованы в основном или вспомогательном производстве или по цене реализации, если они реализуются на сторону.

К материальным расходам приравниваются:

– расходы на рекультивацию земель и другие природоохранные мероприятия;

– потери при транспортировке товароматериальных ценностей в пределах норм естественной убыли;

– технологические потери при производстве и (или) транспортировке.

Расчет стоимости материалов можно свести в таблицу 6.2.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Таблица 6.2 – Расчет затрат на проведение мероприятия

Вид затрат	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./нат. ед.	Стоимость материалов, тыс.руб.
Материалы общестроительные	-	-	4040,3
Затраты на заменяемое оборудование			2250,6
Работа оборудования, подъем и перевозка грузов	-	-	890,6
Трубы и фасонные изделия	-	-	770,7
Материалы для антикоррозийной обработки	-	-	1823,6
Затраты на энергию, комплектующие			1789,3
Затраты на работы и услуги производственного характера			903,4
Прочие затраты			803,6
<b>ИТОГО</b>			<b>13272,1</b>

К расходам на оплату труда относятся:

1. Суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда.

2. Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др.

3. Начисления стимулирующего или компенсирующего характера – надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др.

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др.

Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования.

Заработная плата с учетом надбавок включает в себя:

- оплата по тарифной ставке;
- доплата за классность – 25%;

- премия – 50%;
- ставка районного коэффициента – 15%.

Расчет заработной платы сведен в таблицу 6.3

Таблица 6.3 – Расчет заработной платы

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, тыс.руб.
Мастер участка (ИТР)	2 чел.	9	92,2	1720	683,894
Электросварщик	3 чел.	6	88,0	612	348,381
Газорезчик	2 чел.	5	62,1	612	163,897
Монтажник	4 чел.	5	50,0	832	358,800
Монтажник	3 чел.	4	45,5	832	244,881
Геодезист	1 чел.	4	59,0	93	11,831
Дефектоскопист	2 чел.		61,3	102	26,964
Машинист бульдозера	1 чел.	6	59,3	520	66,490
Машинист экскаватора	1 чел.	6	59,3	520	66,490
Водитель автокрана	1 чел.	5	58,9	630	80,012
Водитель бортовой машины	3 чел.	5	51,0	1250	412,383
Стропальщик	3 чел.	5	48,6	455	143,043
Маляр	бчел.		51,6	490	327,112
<b>ИТОГО</b>					2 934,179

Отчисления на социальные нужды определяются суммой единого социального налога по установленным законодательством нормам в процентах от расходов на оплату труда (30%). Отчисления на социальные нужды:  $2934,2 \times 30\% = 880,3$  тыс.руб.

Количество необходимого оборудования для проведения работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м<sup>3</sup> представим в таблице 6.4

Таблица 6.4 –Количество необходимого оборудования

№ п/п	Наименование оборудования и приспособлений	Количество
<b>Оборудование и приспособления</b>		
1.	Лебедка с тяговым усилием 100 кН ЛМЭ -10-510	2 шт.
2.	Выпрямитель сварочный ВДУ-306УЗ	3 шт.
3.	Пост газовой резки	2 шт.

4.	Электроды типа Э50А ГОСТ 9467-75	по расчету
5.	Монтажный блок грузоподъемностью 100 кН	1 шт.
3.	Строп (трос)	по потребности
4.	Лом строительный лом ЛМ-24 ГОСТ 1405-83	2 шт.
5.	Тупоносая кузнечная кувалда ГОСТ 11401-75*	2 шт.
6.	Гаечные ключи двусторонние 8x10, 12x13, 14x17, 19x22, 24x27,32x36 ГОСТ 2839-80*Е	1 комплект
7.	Стальная чертилка	2 шт.
8.	Машинка шлифовальная ИЭ-2031А	2 шт.
9.	УШС-3 шаблон сварщика	4 шт.
10.	Электрододержатель ЭА-315	4 шт.
11.	Печь электрическая для проковки электродов СНО-5,5/5-И 1	1 шт.
12.	Пенал для электродов	4 шт.
13.	Кабель сварочный КРПТ 3x16	75 п.м.
14.	Стальной слесарный молоток МКП ГОСТ 2310-77*Е	2 шт.
15.	Зубило слесарное ГОСТ 7211-86*Е	2 шт.
16.	Набор мелков	по потребности
17.	Рулетка металлическая	2 шт.
18.	Металлический угольник ТУ 22-400-79	1 шт.
19.	Лицевой защитный щиток электросварщика ГОСТ 12.4.035-78*	4 шт.
20.	Сменные защитные стекла	по потребности
21.	Очки газорезчика со светофильтрами Г1-73	2 шт.
22.	Каска защитная винипластовая ГОСТ 12.4.087-84	по потребности
23.	Комплект спецодежды	по потребности
24.	Автокран КС-3577 или подобный	1 шт.
25.	Шаблон сварщика УШС-3	1 шт.
26.	Компрессор с комплектом вакуум камер	1 шт.
27.	Рентген аппарат	1 шт.
28.	Бульдозер	1 шт.
29.	Экскаватор	1 шт.
30.	Бортовая машина	3 шт.

Представим результаты расчета амортизационных отчислений в таблице 6.5  
Сумма амортизационных отчислений определяется, учитывая ускоренную амортизацию их активной части.

Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации за год, руб.
		одного объекта	всего		
Выпрямитель сварочный ВДУ-306УЗ	2 шт.	42000	84000	10	8400
Пост газовой резки	2 шт.	17000	34000	11	3740
Лебедка с тяговым усилием 100 кН ЛМЭ - 10-510	1 шт.	870000	1740000	15	261000

Монтажный блок грузоподъемностью 100 кН	1 шт.	5000	5000	20	1000
Шлифмашина ИЭ-2031А	2 шт.	2200	4400	20	880
Шаблон сварщика УШС-3	1 шт.	960	960	15	144
Электроды для прокали электродов СНО-5,5/5-И 1	1 шт.	112000	112000	18	20160
Рулетка металлическая	2 шт.	300	600	12	72
Теодолит 2Т30	1 шт.	37000	37000	21	7770
Нивелир Н-ЗКЛУ1	1 шт.	6000	6000	14	840
Рейка нивелирная РН-3-3000	1 шт.	880	880	10	88
Штатив	1 шт.	1800	1800	12	216
Рентген аппарат	1 шт.	425000	425000	15	63750
Компрессор с комплектом вакуум камер	1 шт.	80000	80000	16	12800
Бульдозер	1 шт.	1800000	1800000	20	360000
Экскаватор	1 шт.	1850000	1850000	20	370000
Автокран	1 шт.	2228000	2228000	20	445600
Бортовая машина	3шт.	1450000	4350000	20	870000
<b>ИТОГО</b>	<b>22шт.</b>		<b>12759640</b>		<b>2 426 460</b>

Далее определяем машино-часы, отработанные оборудованием на объекте по формуле:

$$M = D \times C \times K, \quad (6.1)$$

где  $D$  – продолжительность периода, дни;

$C$  – время смены, часы;

$K$  – количество машин.

Амортизация за отработанный период:

$$A_{об} = \frac{A_{год}}{M_{год}} \times M_{об}, \quad (6.2)$$

где  $A_{год}$  – амортизационные отчисления за год, руб.;

$M_{год}$  – машино-часы отработанные оборудованием за год;

$M_{об}$  – машино-часы отработанные оборудованием за время ремонта.

$$M_{об} = 1844 * 22 = 40568 \text{ маш.-час.}$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

Количество машино-часов работы за год составит:

$$M_{год} = 247 * 8 * 22 = 43472 \text{ маш.-час.}$$

$$A_{об} = 2426460 / 43472 * 40568 = 2264369 \text{ руб.}$$

В состав Прочих затрат включаются:

- налоги, сборы, отчисления в социальные внебюджетные фонды в порядке, установленном законодательством (земельный налог, экономические платежи, плата за недра и др.);
- платежи по обязательному и добровольному страхованию имущества, учитываемого в составе ОПФ;
- расходы по обслуживанию объектов жилищной и коммунальной сферы (жилой фонд, общежития, детские сады и лагеря, базы отдыха и др.);
- оплата услуг связи, банков, юридических и аудиторских фирм, сторожевой и пожарной охраны, авиационных услуг и др.;
- плата за аренду помещений (площадей) и основных производственных фондов (лизинг);
- уплата процентов за банковский кредит;
- затраты на гарантийный ремонт и обслуживание;
- командировочные расходы;
- расходы по подготовке и переподготовке кадров и др.

Кроме перечисленных затрат в составе затрат на проведение организационно-технического мероприятия учитываются *накладные расходы*, связанные с организацией, управлением и обслуживанием производства.

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия по форме таблицы 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, тыс.руб.	Сумма затрат, %
1. Материальные затраты	13272,1	52
2. Затраты на оплату труда	2 934,2	11
3. Отчисления на социальные нужды	880,3	3



4. Амортизационные отчисления	2264,4	9
5. Прочие затраты	326,4	1
<b>Итого основные расходы</b>	<b>19677,4</b>	<b>77</b>
Накладные расходы (30% от основных расходов)	5903,22	23
<b>Всего затраты на мероприятие</b>	<b>25580,62</b>	<b>100%</b>

В табл. 6.6 представлен расчет доли затрат входящих в бюджет проведения реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК – 50000м<sup>3</sup>.

Большую долю занимают материальные затраты-52%, это указывает на то, что данный вид работ является материалоемким.

### 6.3 Определение финансовой эффективности исследования

Экономический эффект от проведения конкретных мероприятий может быть определен в стоимостном выражении. Сравнив затраты на реконструкцию РВСПК-50000м<sup>3</sup> с затратами на строительство нового РВСПК-50000м<sup>3</sup> можно определить экономическую эффективность.

$$\Delta = (C_0 - C_1) = 110000000 - 25580620 = 84419380 \text{ тыс.руб.}$$

где  $C_0$  – затраты на строительство нового резервуара РВС-5000м<sup>3</sup>, составляет порядка 110-140 млн. руб.;

$C_1$  – затраты на реконструкцию резервуара РВСПК-50000м<sup>3</sup>, составит 25580,62 тыс.руб.

### Вывод

В нашем случае источник эффекта – экономия средств, выраженная как разница между затратами на строительство нового резервуара и затратами на реконструкцию, и составляет минимум 84419380 тыс. руб.

## 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Проектом предусматривается реконструкция резервуара вертикального стального цилиндрического с плавающей крышей РВСПК-50000 м<sup>3</sup>

Важнейшей задачей при производстве работ по реконструкции резервуаров на линейно производственная – диспетчерская станция (ЛПДС) является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности.

### 7.1 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении реконструкции РВСПК-50000 м<sup>3</sup> в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Ремонтные работы 1) очистка резервуара; 2) подготовка резервуара и оборудования для проведения ремонта; 3) Ремонт резервуара; 4) Гидравлическое испытание резервуара.	1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; 2. Повышенный уровень шума; 3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.	1. <i>Опасные и вредные производственные факторы, связанные с загрязнением воздушной среды</i> 2. <i>Поражение электрическим током;</i> 3. <i>Пожаровзрывоопасность на объектах.</i> 4. <i>Производственные факторы, связанные с электрическим током</i>	ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. [37] СНиП 41-01-2003 [14] ГОСТ 12.1.005-88. [39] ГОСТ 12.1.007-76 [40] ГОСТ 12.1.038-82 [42] ГОСТ 12.1.010-76 [6]

### **7.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия и устранению влияния на рабочих.**

Рассмотрим опасные и вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении реконструкции резервуара вертикального, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

***- Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные).***

Скорость движения автотранспорта, по строительной площадке и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например двуручное управление), предотвращающие травмирование.

Перемещение, установка и работа машин вблизи выемок, траншей и котлованов разрешается только за пределами призмы обрушения грунта [49].

***- Производственные факторы связанные с электрическим током***

Электрический ток, электрическая дуга и металлические искры при сварке.

Класс опасности по ПУЭ при проведении работ по реконструкции внутри резервуара В-1Г, категория опасности А.

Зоны класса В-Іг - пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами, эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.

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

Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-Г считается в пределах до:

- 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами, при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования.

Используемое оборудование при проведении работ по реконструкции должно быть взрывозащищенное, выполненное для работы во взрывоопасной смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом. Допустимый уровень взрывозащиты переносных электрических светильников, для класса взрывоопасной зоны В-1Г, должен быть повышенной надежности против взрыва.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо использовать следующие средства индивидуальной защиты: диэлектрические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки.

Для защиты от электрической дуги и металлических искр при сварке необходимо использовать: защитные костюмы, защитные каски или очки и т.п.[43,46].

**- Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением.**

При несоблюдении правил безопасности при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудование работающее под высоким давлением обладает повышенной опасностью.

Причинами разрушения или разгерметизации систем повышенного давления могут быть: внешние механические воздействия, старение систем (снижение механической прочности); нарушение технологического режима; конструкторские ошибки; изменение состояния герметизируемой среды; неисправности в контрольно-измерительных, регулирующих и предохранительных устройствах; ошибки обслуживающего персонала и т. д.

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, распространяются:

- на сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115 °С или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при

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

давлении 0,07 МПа, без учета гидростатического давления;

- на сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 МПа;
- на баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа;
- на цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа создается периодически.

Сосуды, работающие под давлением, проектируют и изготавливают только специализированные проектные организации и заводы-изготовители. Общим требованием к конструкции сосуда является надежность обеспечения безопасности при эксплуатации и возможности осмотра и ремонта. Специальные требования предъявляются к сварным швам. Они должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации, располагаться вне опор сосудов. Сварные швы делаются только стыковыми.

Сосуды, работающие под давлением, снабжаются следующими приборами: указателями уровня жидкости, обязательными для сосудов, обогреваемых пламенем или горючими газами; запорной арматурой, устанавливаемой на трубопроводах, подводящих и отводящих из сосуда пар, газ или жидкость; приборами для измерения давления и температуры; предохранительными устройствами.

Каждый сосуд, работающий под давлением, снабжается *манометром*,

Предохранительные устройства (пружинные, рычажно-грузовые клапаны или разрывные мембраны) сосудов должны исключать возможность превышения рабочего давления.

Требования к персоналу по эксплуатации сосудов, работающих под давлением

Руководитель организации-владельца сосудов назначает ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию этих сосудов.

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

Ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов должна быть возложена на специалиста, которому подчинен персонал, обслуживающий сосуды (начальник компрессорной, начальник участка, старший мастер участка и т. д.)[25].

***- Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны.***

В настоящее время для оценки допустимости проведения работ и их нормирования на открытом воздухе в условиях крайнего севера (а также районах приравненных к районам крайнего Севера) используется понятие предельной жесткости погоды (эквивалентная температура, численно равная сумме отрицательной температуре воздуха в градусах Цельсия и удвоенной скорости ветра в м/с), устанавливаемая для каждого района решением местных региональных органов управления.

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

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

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

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

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

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

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

Для поддержания микроклимата предусматриваются приточная и вытяжная вентиляции, нагреватели и кондиционеры (СНиП 2.04.05.86)

Профилактика перегревания работников осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха, использования средств индивидуальной защиты [40].

**- Повышенный уровень шума.**

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА.[37]

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

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

Также необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников.

В качестве СИЗ Государственным стандартом предусмотрены заглушки-вкладыши (многократного или однократного пользования, вкладыши "Беруши" и др.), заглушающая способность которых составляет 6-В случаях более высокого превышения уровней шума следует использовать наушники, надеваемые на ушную раковину. Наушники могут быть независимыми либо встроенными в головной убор или в другое защитное устройство. [38]

**- Повышенный уровень вибрации.**

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

Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены:

- применением вибробезопасного оборудования и инструмента; применением средств виброзащиты, снижающих воздействие на работающих вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения;
- организационно-техническими мероприятиями (поддержание в условиях эксплуатации технического состояния машин и механизмов на уровне, предусмотренном НТД на них; введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих; вывод работников из мест с превышением ДУ по вибрации) [44].

**- Недостаточная освещенность рабочей зоны.**

Для резервуарных парков необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 20 лк независимо от применяемых источников света, например: кварцевые галогенные лампы накаливания имеют высокую стабильность светового потока на протяжении всего срока службы, малые габариты и массу, нечувствительны к резким перепадам температур. Применяются в технологических процессах, как термоизлучатели для сушки, полимеризации, стимулирования химических процессов и т.д. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов [47].

**- Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны.**

Контроль воздушной среды должен проводиться:

- с периодичностью 1 раз в 30 мин;

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



- по первому требованию ответственного лица за проведение работ;
- по первому требованию исполнителей работ по наряду-допуску;
- после перерыва в работе 1 час.

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализаторов АНТ-3, АНТ-3м, Колион-1. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м<sup>3</sup>, для нефти ПДК равно 300 мг/м<sup>3</sup>.

Нефть по санитарным нормам относится к 4-му классу опасности (малоопасные вредные вещества со значением ПДК в пересчете на углерод) – 300 мг/м<sup>3</sup>.

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

При работе с вредными веществами 4-го классов опасности (нефть, бензин, дизельное топливо, этиловый спирт, керосин и т.д.) должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование СИЗ.

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

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РП-КМ и др.), защитных очках и комбинезонах. При загазованности траншеи или котлована в результате утечки паров углеводородов выше ПДК необходимо прекратить работу и вывести людей, запретив курить, зажигать спички или пользоваться открытым огнем. [37]

Определим количество вредных веществ, выделяемое при газовой резке металла. Сталь углеродистая, толщина 10мм. Чистое время на газовую резку составляет 3 ч/сутки (t). При газовой резке металла выделяются: сварочная

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		113

аэрозоль-131,0 г/час; марганец и его соединения – 1,9 г/час; оксид углерода – 63,4г/час; оксид азота – 64,1г/час; оксид железа – 129,1г/час ( $g_i^P$ ).

Определим максимально разовый выброс при газовой резке:

$$G_i^P = g_i^P / 3600, \text{ г/с} \quad (7.1)$$

Сварочная аэрозоль:

$$G_i^P = 131 / 3600 = 0,0364 \text{ г/с};$$

Марганец и его соединения:

$$G_i^P = 1,9 / 3600 = 0,0005 \text{ г/с};$$

Оксид углерода:

$$G_i^P = 63,4 / 3600 = 0,0176 \text{ г/с};$$

Оксид азота:

$$G_i^P = 64,1 / 3600 = 0,0178 \text{ г/с};$$

Оксид железа:

$$G_i^P = 129,1 / 3600 = 0,0358 \text{ г/с};$$

Определим максимально разовый выброс при газовой резке за чистое время на газовую резку металла:

$$G_i^P = g_i^P * t \text{ гр.} \quad (7.2)$$

Сварочная аэрозоль:

$$G_i^P = 131 * 3 = 393 \text{ гр};$$

Марганец и его соединения:

$$G_i^P = 1,9 * 3 = 5,7 \text{ гр};$$

Оксид углерода:

$$G_i^P = 63,4 * 3 = 192,2 \text{ гр};$$

Оксид азота:

$$G_i^P = 64,1 * 3 = 192,3 \text{ гр};$$

Оксид железа:

$$G_i^P = 129,1 * 3 = 365,7 \text{ гр.}$$

При данных концентрациях, выделяемых вредных веществ, при газовой резке металла электрогазосварщик может работать не более 5 часов в смену.

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

(Гост 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»). [37]

**- Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.**

В летнее время года работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены за счет предприятия СИЗ от гнуса и энцефалитного клеща. [54]

## 7.2 Экологическая безопасность

Проведение природоохранных мероприятий должно обеспечивать возможность сохранения, существующего до начала реконструкции и потенциально достижимого при реконструкции:

- уровня загрязнения природной среды;
- локализацию и уменьшение активности опасных природных процессов. [34,36]

Рассмотрим воздействие вредных факторов на окружающую среду и природоохранные мероприятия при реконструкции резервуаров на ЛПДС в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Вредное воздействие на окружающую среду и природоохранные мероприятия при реконструкции.

Природные ресурсы и компоненты	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почва	Засорение почвы производственными отходами	<p>Приказом по предприятию назначается лицо, ответственное за сбор, временное хранение и организацию своевременного вывоза отходов образующихся в результате проведения работ.</p> <p>На участке должен проводиться постоянный контроль за состоянием рабочих емкостей и контейнеров с отходами. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям техники безопасности, санитарно-гигиеническим нормам и выше перечисленным инструкциям.</p> <p>Места сбора и накопления отходов должны быть оборудованы углекислотными огнетушителями, ящиками с песком, лопатой, войлоком, кошмой или асбестом.</p>

Природные ресурсы и компоненты	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и токсичных газов	Поддержание всего транспортного парка в исправном состоянии, осуществление постоянного контроля на соответствие требованиям нормативов уровня выбросов в атмосферу оксидов азота и окиси углерода в составе выхлопных газов и регулировка двигателей.

С целью минимизации и предупреждения вредного антропогенного воздействия должно быть выполнено следующее: проведены инструктажи обслуживающего персонала по вопросам соблюдения норм и правил экологической и противопожарной безопасности, требований санитарно-эпидемиологической службы, ознакомление его с особым режимом деятельности в водоохраных и санитарно – защитных зонах водотоков и водозаборов.

### 7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

#### 7.3.1 Пожарная и взрывная безопасность

ЛПДС «Омск» осуществляет перекачку и хранение нефти, относящуюся к легковоспламеняющимся жидкостям. В процессе перекачки нефти углеводороды, входящие в состав нефтяных паров при взаимодействии с воздухом, образуют взрывоопасную смесь. Причинами образования паровоздушных смесей могут служить утечки через фланцевые соединения приемо-раздаточных патрубков резервуара, розлив продукта в результате аварии.

Нефть относится к категории и группе взрывоопасных смесей - ПА–ТЗ, где ПА – категория смеси, соответствующая промышленным парам нефти, ТЗ – группа, соответствующая температуре самовоспламенения свыше 200°С до 300°С.

Резервуарный парк относится:

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

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

- к категории молниезащиты «II».

С целью обеспечения взрыво – пожаро безопасности в резервуарных парках для паров углеводородов установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация ПДВК= 2100мг/м<sup>3</sup>. [37]

Предлагаемые методы устранения причин взрывов и пожаров в резервуарном парке.

Организационные меры:

- выполнение требований ППР и наряда – допуска;
- обучение и разработку планов эвакуации людей в случае пожара;

Технические меры:

- обеспечение места проведения огневых работ первичными средствами пожаротушения (огнетушитель ОП-50 – 2шт., асбестовое полотно 2х1,5 -2шт, ящик с песком – не менее 1,5м<sup>3</sup>, багор и т.д.);
- обеспечение на месте проведения огневых работ пожарного хода [49]

### **7.3.2 Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях.**

Для данного района характерны чрезвычайные ситуации природного характера: паводковые наводнения; лесные и торфяные пожары; ураганы; сильные морозы (ниже -40°С); метели и снежные заносы и антропогенного характера: пожары; взрывы паровоздушных смесей; отключение электроэнергии, возможные отказы и неисправности на объектах ЛПДС.

При разработке мероприятий по предупреждению ЧС предусматриваются:

- проведение инженерных изысканий с целью оценки частоты и интенсивности проявлений опасных природных процессов, и установление категории их опасности;
- мероприятия по инженерной защите территории объекта, зданий и т.д. от опасных геологических процессов, затоплений и подтоплений, ветровых и снеговых нагрузок, природных пожаров и т.д.;
- мероприятия по молниезащите;

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

- создание системы мониторинга опасных природных процессов и оповещения о ЧС природного характера;
  - оповещение населения об опасности, его информировании о порядке действий в сложившихся чрезвычайных условиях;
  - инженерную защиту населения и территорий;
  - соблюдения обслуживающим персоналом правил эксплуатации оборудования;
  - совершенствования пожарной защиты и контроль системы пожарной безопасности;
  - своевременное обслуживание техники и оборудования;
- подготовку населения в области ГО и защиты от ЧС и другие. [45]

#### **7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

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

- Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005 г.).
- Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.
- Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014)
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03
- Инструкции по технике безопасности предприятия.
- Порядок разработки деклараций безопасности промышленного объекта РФ. МЧС, Госгортехнадзор №222/59 от 4.04.1996 г.
- ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда»
- ОСТ 51.81.82 ССБТ «Охрана труда в газовой промышленности»

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		118

- Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СНиП .21/2.11.567-96 от 31.10.1996 г.

- Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.).

- Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г.

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

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		119

## Заключение

Выполненные расчеты основания фундамента резервуара по несущей способности и долговечности, расчет прочности и устойчивости стенки резервуара, расчет каре резервуара на розлив нефти, расчет уровней разлива и максимальных скоростей заполнения резервуара показали - что при высоте разлива 16,2м. условия прочности и устойчивости, обеспечиваются для фактических толщин поясов. Срок службы резервуара РВСПК-50000 после ремонта составит не менее 10 лет.

Модернизированное и установленное новое оборудование ставит резервуар на тот же уровень что и вновь построенный, но использование материальных затрат предполагает получить экономию денежных средств более чем в два раза. Повышает эффективность, надежность и безопасную эксплуатацию оборудования резервуара

Таким образом, реконструкция резервуара дает перспективы развития, толчок для дальнейшего развития и модернизации технологического оборудования, средств автоматики и телемеханики, обеспечивая выполнение строгих требований нормативных документов Компании, к повышению надежности эксплуатации магистральных нефтепроводов.

					«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Мануйлов А. В.			Заключение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Саруев Л. А.					120	
<i>Консульт.</i>								
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						
						<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>		



## Список использованной литературы

1. ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».
2. ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые».
3. ГОСТ 18442-80\* «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования».
4. ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии» .
5. ГОСТ 12.3.016-87 «ССБТ. Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности».
6. ГОСТ 12.1.010-76\*. «Взрывобезопасность. Общие требования».
7. ГОСТ 9.602-2005 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии».
8. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».
9. СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий».
10. СНиП III-42-80\* «Магистральные трубопроводы».
11. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».
12. СНиП 3.05.05-84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».
13. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».
14. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

						«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>							
<b>Разраб.</b>	Мануйлов А.В.				Список использованной литературы						
<b>Руковод.</b>	Саруев Л. А.										
<b>Консульт.</b>											
<b>Рук-ль ООП</b>	Брусник О.В.										
						<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>			
							121				
						<b>ТПУ гр. 3-2Б8СА</b>					

15. СНиП 23-01-99\* «Строительная климатология».
16. СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия».
17. СНиП 12-01-2004 «Организация строительства».
18. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
19. ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасности эксплуатации технологических трубопроводов», М, 2003.
20. ВСН 012-88 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ».
21. РД-13.220.00-КТН-575-06 Руководящий документ «Стандарт «Правила пожарной безопасности на объектах ОАО «АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ».
22. РД 153-39.4-056-00 «Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов».
23. РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз».
24. РД-23.020.00-КТН-079-09 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м»;
25. РД 153-39.4-113-01 «Нормы технологического проектирования магистральных нефтепроводов».
26. РД-13.110.00-КТН-319-09 «Правила безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов».
27. РД-91.010.30-КТН-170-06 «Технические требования к проектной документации для строительства, технического перевооружения, реконструкции, капитального ремонта, объектов магистральных нефтепроводов (с изменениями 1 и 2).
28. Закон РФ «О пожарной безопасности» от 18.11.1994 г.
29. ПУЭ «Правила устройства электроустановок» изд. 6, дополненное 2000 г., изд.7, 2002 г.

					<i>Список использованной литературы</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		122

30. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 23.05.2016) "О пожарной безопасности".
31. РД-23.020.00-КТН-079-09 Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м.
32. РД-16.01-60.30.00-КТН-062-1-05 Руководство по ремонту ж/б и стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб.
33. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
34. ГОСТ 17.53.4-83\* «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель».
35. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения».
36. ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
37. ГОСТ 12.1.003-74\* «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
38. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».
39. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
40. ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
41. ГОСТ 12.1.009-76 «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения».
42. ГОСТ 12.1.038-82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».
43. ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности».

					<i>Список использованной литературы</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		123

44. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

45. ГОСТ 12.1.013-78 «ССБТ. Строительство. Электробезопасность. Общие требования».

46. ГОСТ 12.1.046-85 «ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок».

47. ГОСТ 12.0.003-74\* «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

48. ПБ 03-517-02 «Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов».

49. ППБ 01-93 «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации».

50. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

51. ПБ 03-576-2003. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

52. ГОСТ 12.1.008-76 «Биологическая безопасность».

					<i>Список использованной литературы</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		124

Приложение А  
(рекомендуемое)  
Днище резервуара

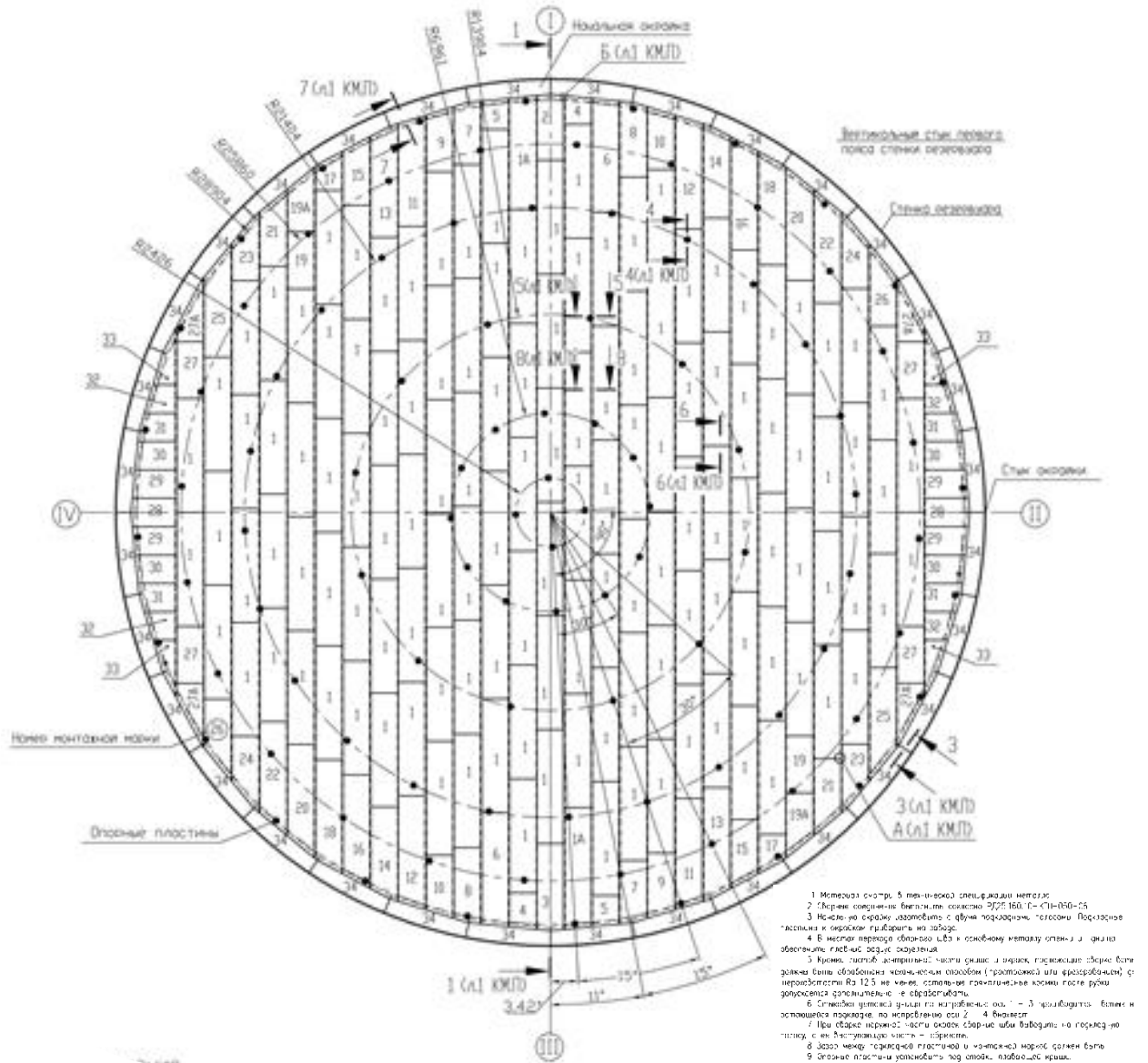


Рисунок А1 – Схема днища резервуара

«Технология работ по реконструкции резервуара вертикального стального с плавающей крышей типа РВСПК - 50000 м <sup>3</sup> на примере объекта в Омской области»				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Мануйлов А. В.		
Руковод.		Саргев Л. А.		
Консульт.				
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		
Приложения			Лит.	Лист
				125
			125 ТПУ гр. 3-2Б8СА	

Таблица А1 – Заказ листов и монтажных марок днища

Лист	Номера монтажных марок на листе	Количество монтажных марок на листе	Количество листов	Масса монтажных марок, кг	Масса листов, кг
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	1	1	128	144510	144691
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	1А	1	2	2230	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	2,4	2	1	945	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	3	1	1	831	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	4,7	2	1	943	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	7	1	1	920	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	12	1	2	2172	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	13	1	2	2140	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	31,17	2	1	668	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	6	1	2	2228	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	14	1	2	1756	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	5,8	2	2	2052	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	9,31	2	2	1912	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	17,10	2	1	895	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	31,10	2	1	935	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	15	1	1	608	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	15,32	2	1	872	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	11	1	2	2122	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	16	1	2	2104	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	18	1	2	2106	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	19	2	1	1128	1130

					Приложения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					126	

Продолжение таблицы А1

Лист	Номера монтажных марок на листе	Количество монтажных марок на листе	Количество листов	Масса монтажных марок, кг	Масса листов, кг
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	19А	2	1	1064	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	20	1	2	2026	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	21	1	1	647	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	21,32	2	1	911	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	22	1	2	2026	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	23,32	2	2	1578	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	24	1	2	1227	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	25	1	2	1914	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	33	2	1	534	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	26,33	2	2	1828	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	27	2	2	2256	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	27А	2	2	1568	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	28	2	1	880	1130
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	29	2	2	1680	2260
Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	30	2	2	1568	2260
Опорные пластины под опоры плавающей крыши Лист $\frac{9 \times 2000 \times 8000 - \text{ВТ-ПВ-0 ГОСТ 19903-74}^*}{\text{С245 ГОСТ 27772-88}^*}$	-	-		1500	2260
Полоса $\frac{4 \times 50 \text{ ГОСТ 103-76}^*}{\text{Ст3сп ГОСТ 535-2005}}$	-	-	385 п.м.		606
Итого:				231098	245880

# Приложение Б (рекомендуемое) Плавающая крыша

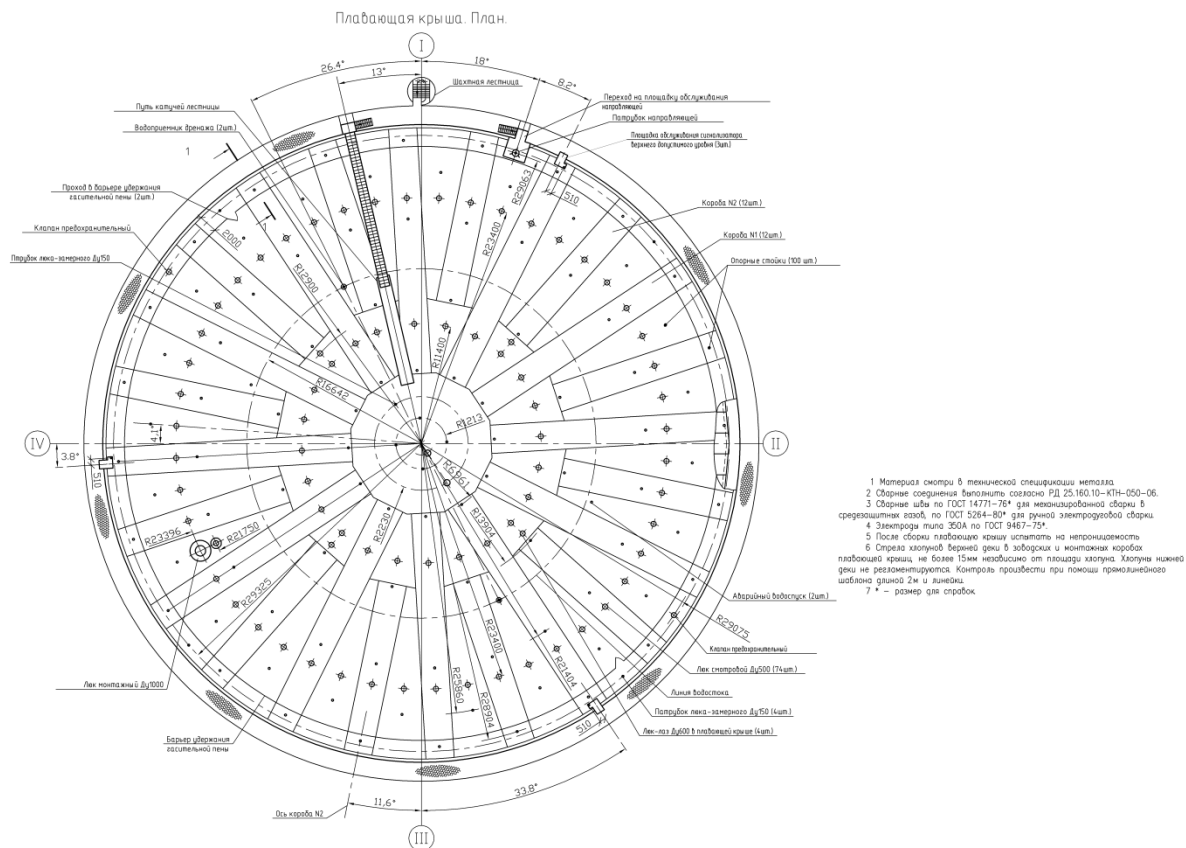


Рисунок Б1 – Схема плавающей крыши





# Приложение Г (рекомендуемое)

## Схема гидравлического испытания

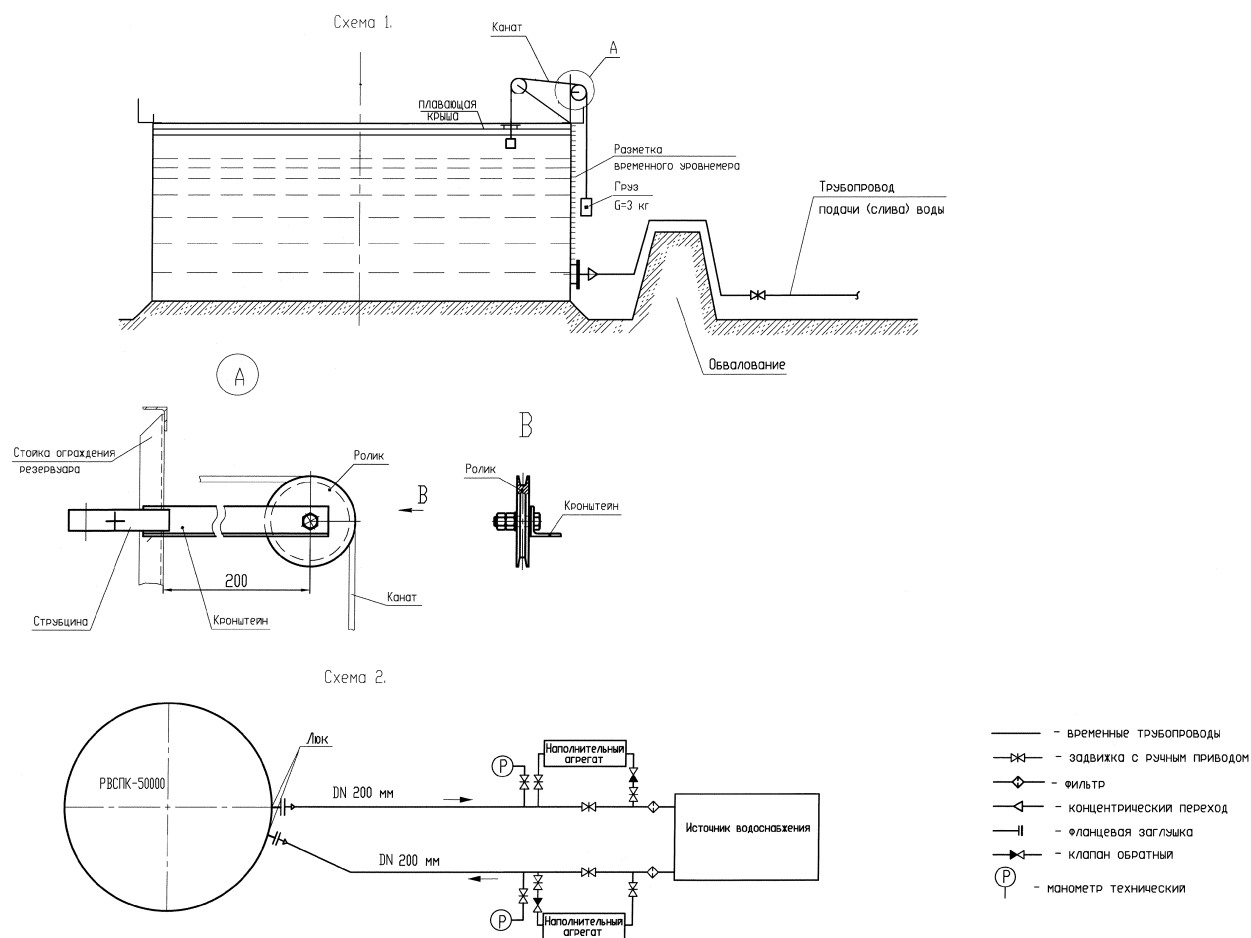


Рисунок Г1 – Схема гидравлического испытания

Приложение Д  
(рекомендуемое)  
Фундамент резервуара

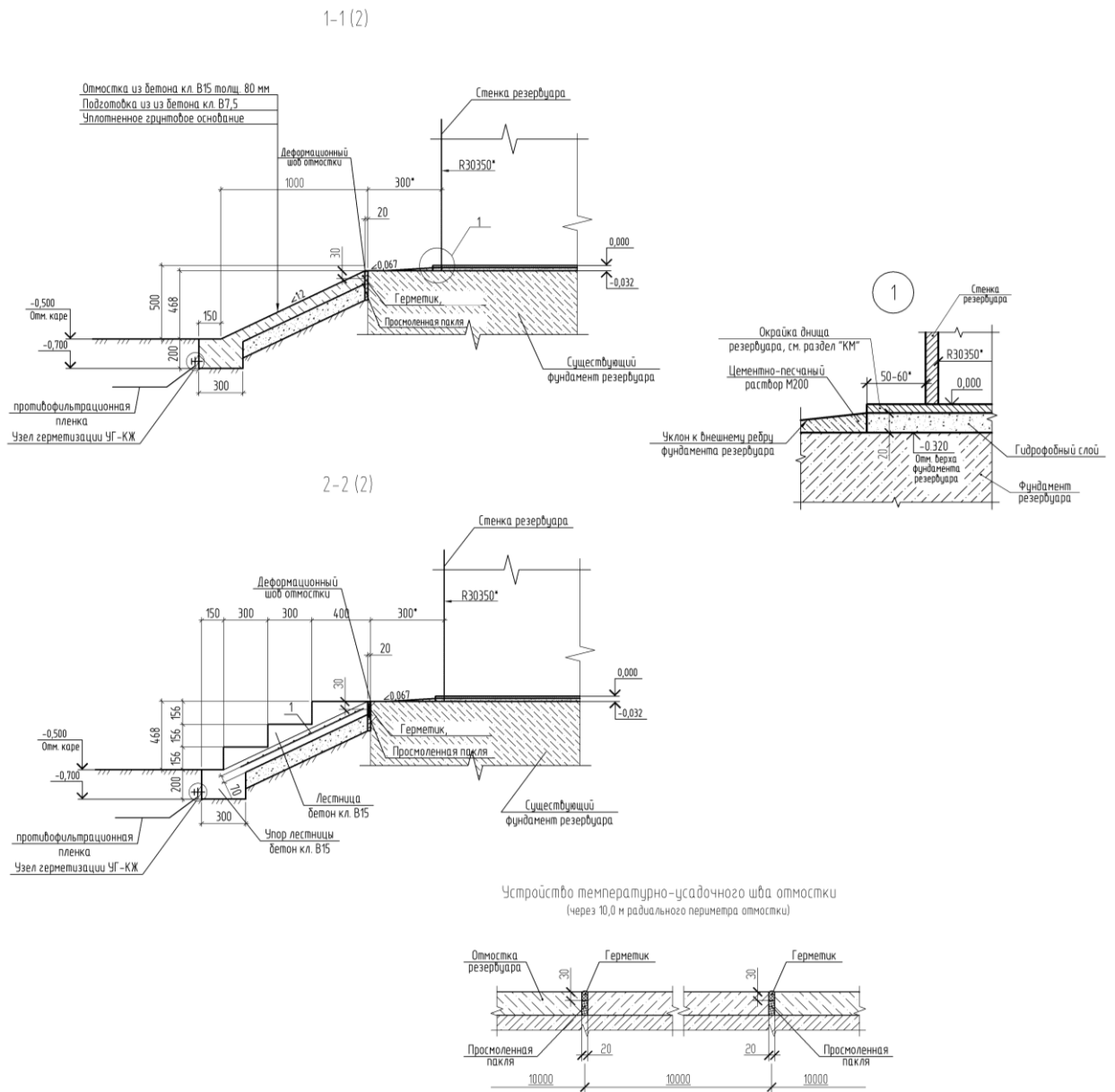


Рисунок Д1 – Фундамент резервуара

Таблица Д1– Спецификация элементов

По з.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Прим.
		Проектируемая отмостка			
	ГОСТ 26633-91*	Бетон В15, F100, W6	2,9		м3
	ГОСТ 26633-91*	Бетон В7,5	1,9		м3
		Восстановление и ремонт отмостки			
	ГОСТ 26633-91*	Бетон В15, F100, W6	3,0		м3, на мелком заполнителе см. прим. п.2.4
	ГОСТ 26633-91*	Бетон В7,5	1,0		м3
		Подъем на отмостку			
С2	ГОСТ 23279-85	Сетка 4С $\frac{8-A-400(АІІ)-200}{8-A-400(АІІ)-200} 60 * 80 \frac{50}{50}$	1	3,8	
	ГОСТ 26633-91*	Бетон В15, F100, W6	0,2		м3, на мелком заполнителе см. прим. п.2.4

Примечание к таблице:

- 1 Общие указания.
- 2 предусмотрены следующие работы:
  - 2.1 Демонтаж существующей бетонной отмостки толщиной 80мм общей площадью  $S=65м^2$ .
  - 2.2 Монтаж новой отмостки толщиной 80мм (см. лист 2) общей площадью  $S=22,8м^2$ .
  - 2.3 Ремонт существующей отмостки толщиной 80мм общей площадью  $S=31,5м^2$ .
  - 2.4 Восстановление существующей отмостки в местах прохода кабелей 3x3, в местах устройства фундаментов ФМБ–1, ФМ–8 общей площадью  $S=6,0м^2$ .
- 4 Проектом предусмотрено устройство участка нового покрытия отмостки. Выполнит отсыпку грунтом для планировки основания для новой отмостки с уплотнением до коэффициента не менее  $K=0,92$ . По наружному периметру фундамента резервуара выполнить отмостку из бетона класса В15.

Место для формулы.

					Приложения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		132

Приложение Е  
(рекомендуемое)  
Общий вид резервуара

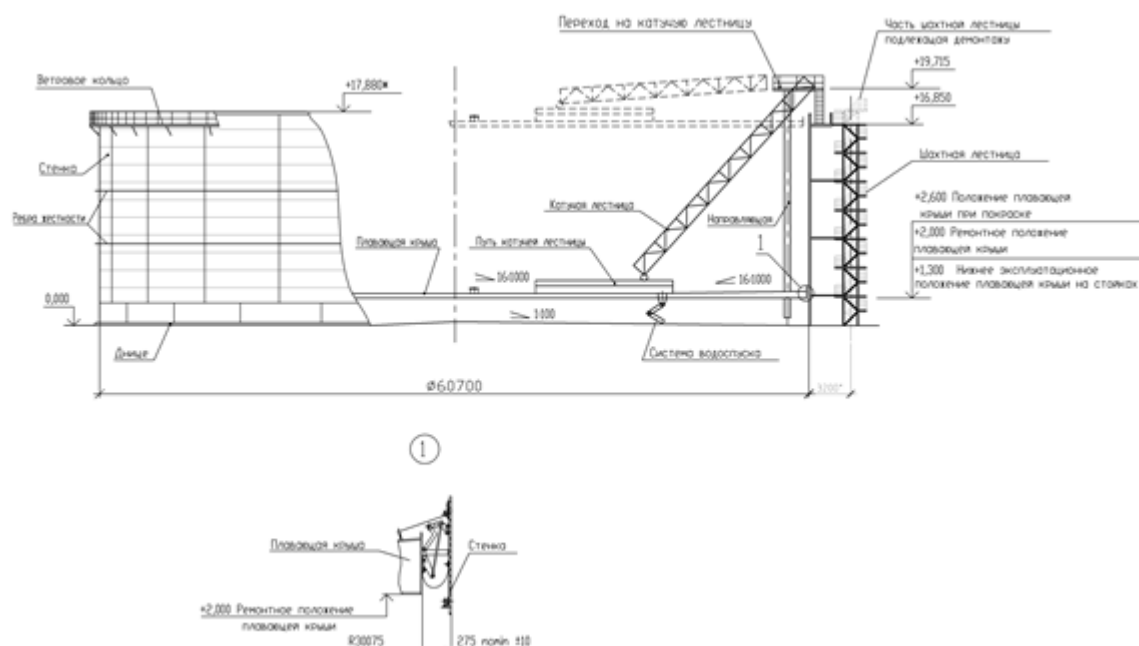


Рисунок Е1 – Общий вид резервуара

Таблица Е1 – Основные эксплуатационные характеристики

№ п/п	Расчетные параметры	Ед. изм.	Величина параметра
1	Объем резервуара по строительному номиналу	м <sup>3</sup>	44853
2	Нижнее положение плавающей крыши на стойках	мм	1300
3	Плотность хранения продукта	т/м <sup>3</sup>	0,871
4	Температура хранения продукта не более	°С	+50
5	Внутреннее избыточное давление	мм в. ст.	нет
6	Вакуум	мм в. ст.	нет

7	Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98	<sup>0</sup> С	Минус 39 <sup>0</sup>
8	Сейсмичность районного строительства	баллов	5
9	Срок эксплуатации резервуара до следующего ремонта	лет	10

Основные технические характеристики плавающей крыши:

1. Снеговой район – 3.
2. Ветровой район – 2.
3. Высота борта плавающей крыши – 520 мм.
4. Максимальный уровень разлива продукта – 15500 мм.
5. Максимальный уровень разлива при гидроиспытании – 15100 мм.

					<i>Приложения</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		134