

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Отделение школы (НОЦ) Нефтегазового дела

Магистерская диссертация

Тема работы
«Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации»

УДК 622.692.23-047.44.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ81	Долгалев М.С		02.06

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Никульчиков В.К.	к.т.н., доцент		02.06

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Романюк В.Б.	к.э.н.		02.06

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Черемискина М.С.	-		02.06

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Щадрина А.В.	д.т.н., профессор		02.06

Томск 2020

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
Общие по направлению подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»		
Р1	Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)	УК-1; УК-2; УК-3, ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23
Р2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности</i>	УК-1; УК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
Р3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.	УК-1; УК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
Р4	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .	УК-2; УПК-1; ОПК-2; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
Р5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математиче-</i>	УК-2; УК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-17; ПК-20

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	<i>ского моделирования</i> технологических процессов и объектов	
<i>в области проектной деятельности</i>		
Р6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимально-го приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i>	УК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
Р7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя команды, умение формировать задания и оперативные планы всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести ответственность за результаты работы	УК-1; УК-2; УК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
Р8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности; активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности	УК-1; УК-2; УК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»		
Р9	Организация технологического сопровождения планирования и оптимизации потоков углеводородного сырья и режимов работы технологических объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.008 Специалист по диспетчерско-технологическому управлению нефтегазовой отрасли</i>
Р10	Организация ТОиР, ДО нефте- и газотранспортного оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.013 "Специалист по эксплуатации газотранспортного оборудования"</i>
Р11	Организация работ по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем НППС.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.053" Специалист по эксплуатации нефте-</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
		<i>продуктоперекачивающей стан- ции магистрального трубопро- вода нефти и нефтепродуктов".</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»

Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП ОНД ИШПР

_____ 28.02.2020 Щадрина А.В.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ81	Долгалеву Михаилу Сергеевичу

Тема работы:

«Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубку на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации»
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 5972/с от 28.02.2020 г.
---	---------------------------

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Напряженно-деформированное состояние СКНР при превышении критических параметров эксплуатации

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. провести аналитический обзор литературных источников; 2. выполнить сравнительную характеристику компенсирующих устройств 3. определить основные технико-экономические причины выбора сильфонных компенсаторов 4. изучить ростав и основные технические характеристика СКНР 5. провести расчет сильфонного компенсатора на прочность, жесткость и малоцикловую прочность 6. сделать выводы по проделанной работе. <p>Дополнительные разделы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». 2. «Социальная ответственность»;
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	Нет
--	-----

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Романюк Вера Борисовна, ассистент ОНД
«Социальная ответственность»	Черемискина Мария Сергеевна, ассистент ООД

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Никульчиков Виктор Кенсоринович	к. т. н., доцент		28.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ81	Долгалев Михаил Сергеевич		28.02.2020

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

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ81	Долгалеву Михаилу Сергеевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01. Нефтегазовое дело. Профиль «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет затрат и финансового результата реализации проекта
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	График выполнения работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. SWOT анализ
2. Структура затрат на выполнение работ;
3. Линейный календарный график выполнения работ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Романюк В.Б.	к.э.н.		26.03.2020

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ81	Долгалев Михаил Сергеевич		26.03.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ81	Долгалеву Михаилу Сергеевичу

Школа	Природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»

Тема ВКР:

Исследование напряженно-деформированного состояния СКНР при превышении критических параметров эксплуатации

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Замена сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700., на объектах резервуарных парков нефтепродуктов.</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><i>Рассмотреть организационные и правовые вопросы обеспечения безопасности согласно:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Трудовому кодексу Российской Федерации; - Федеральному закону № 116 о промышленной безопасности опасных производственных объектов
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p><i>Проанализировать выявленные вредные и опасные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - отклонение показателей микроклимата в помещении; - превышение уровней шума на рабочем месте ; - повышенный уровень вибрации <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу; – повышенную температура поверхностей оборудования, материалов; – опасность поражения электрическим током;
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы ГВС); – анализ воздействия объекта на гидросферу (попадание нефти и нефтепродуктов в подземные воды и водные резервуары); – анализ воздействия объекта на литосферу (разливы нефти и нефтепродуктов на почву)

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- Проанализировать наиболее возможные ЧС при замене сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700:
 - Выход перекачиваемого продукта на поверхность;
 - Возникновение возгорания продукта или конструкций;
 - Взрыв продукта находящегося в резервуаре
- И рассмотреть наиболее типичную ЧС для данного случая:
- Возникновение возгорания при производстве сварочно-монтажных работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		26.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ81	Долгалева Михаил Сергеевич		26.03.2020

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»
 Уровень образования магистратура
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
09.02.2018	<i>Состояние вопроса исследования</i>	10
21.02.2018	<i>Общие сведения об объекте исследования</i>	10
15.03.2018	<i>Выполнение сравнительной характеристики компенсирующих устройств</i>	5
28.03.2018	<i>Определение основных технико-экономических причин выбора сильфонных компенсаторов</i>	5
14.04.2018	<i>Изучение состава и основных технических характеристик СКНР</i>	10
22.04.2018	<i>Проведение расчета сильфонного компенсатора на прочность, жесткость и малоцикловую прочность</i>	12
05.05.2018	<i>Исследование напряженно-деформированного состояния карданного компенсатора в составе СКНР при превышении критических эксплуатационных параметров.</i>	13
08.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
11.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
18.05.2018	<i>Заключение</i>	5
24.05.2018	<i>Презентация</i>	10
ИТОГО:		100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Никульчиков В.К.	к. т. н., доцент		28.02.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Щадрина А.В.	д. т. н., профес- сор		28.02.2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 103 страницы, 16 рисунков, 18 таблицы, 48 источников.

Ключевые слова: Сильфонный компенсатор, СКНР, резервуар, напряженно-деформированное состояние, опора.

Объектом исследования является напряженно-деформированное состояние СКНР

Цель работы – Исследование НДС СКНР с целью выявления путей повышения показателя надежной работы

В процессе исследования проводилось сравнение характеристик компенсирующих устройств, определены основные технико-экономические причины выбора сильфонных компенсаторов, изучен состав и основные технические характеристики СКНР, исследовано НДС СКНР и выполнен расчет на прочность, жесткость и малоцикловую прочность.

В результате исследования были определены положительные и отрицательные стороны различных компенсирующих устройств и причины технико-экономического выбора; были выявлены пути повышения эксплуатационной надежности системы СКНР.

Область применения: Системы компенсации нагрузки резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов

Экономическая эффективность/значимость работы: проведен SWOT анализ, расчет нормативной продолжительности работ и сметной стоимости при замене сильфонного компенсатора в составе СКНР.

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никольчиков В. К.</i>					12	103
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ</i>		<i>ИШПР</i>
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрина А. В.</i>				<i>ГРУППА</i>		<i>2БМ81</i>

Сокращения

В настоящей выпускной квалификационной работе применены следующие сокращения:

РГС – резервуар горизонтальный стальной;

СКНР – системы компенсации нагрузок резервуара;

НДС – напряженно-деформированное состояние;

ТТ – технологический трубопровод;

АЗС – автомобильная заправочная станция;

ППР – патрубок приемораздачи;

МКЭ – метод конечных элементов;

САПР – система автоматизированного проектирования;

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемораздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>			<i>Сокращения</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никольчиков В. К.</i>					13	103
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ</i>		<i>ИШПР</i>
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрин А. В.</i>				<i>ГРУППА</i>		<i>2БМ81</i>

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	16
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	19
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	21
1.1 Понятие и назначение резервуара.	21
1.2 Сравнительная характеристика компенсирующих устройств	24
1.2.1 П-образные компенсаторы	24
1.2.2 Сальниковые компенсаторы	26
1.2.3 Линзовые компенсаторы	27
1.2.4 Сильфонные компенсаторы	28
1.2.5 Гибкие металлорукова	28
1.3 Основные технико-экономические причины выбора сильфонных компенсаторов	28
2 СИСТЕМА КОМПЕНСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ РЕЗЕРВУАРА.	31
2.1 Состав и основные технические характеристика СКНР.....	31
2.2 Опоры трубопровода.....	35
2.3 Анализ текущего состояния и проблем сильфонных компенсаторов	38
2.4 Циклический срок работы сильфонного компенсатора.....	42
2.5 Факторы влияющие на работу сильфонных компенсаторов.....	44
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	61
4.1 SWOT анализ	61
4.2 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ	62

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации						
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>							
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>			<i>Оглавление</i>			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Руковод.</i>		<i>Никольчиков В. К.</i>								14	103
<i>Консульт.</i>								НИ ТПУ		ИШПР	
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрина А. В.</i>						ГРУППА		2БМ81	

4.3 Расчет сметной стоимости, осуществляемый ресурсным методом.....	63
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	69
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	69
5.1.2 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны	70
5.2 Производственная безопасность.....	72
5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	73
5.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	76
5.3 Экологическая безопасность.....	80
5.3.1 Воздействие на атмосферу	80
5.3.2 Воздействие на литосферу	80
5.3.3 Воздействие на гидросферу	81
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	86
Приложение I.....	91

ВВЕДЕНИЕ

Резервуары, хранящие нефтепродукты, топливо, сырую нефть являются одними из наиболее важных технических сооружений резервуарных парков и нефтебаз. Надежная работа резервуаров является критическим параметром для безопасной работы нефтехранилища, а также для экологии окружающей среды. Необходимый уровень надежности таких конструкций выбирается на стадии проектирования, а аварийная ситуация может привести к разливу огромных количеств продукта [1]. При анализе статистики аварийных случаев, нарушение надежной работы резервуара является нечастым событием, однако приводит к ужасным событиям. Такие аварии сопровождаются огромным экономическим, экологическим ущербом, а иногда приводит к человеческим жертвам. К экономическим последствиям относятся не только, затраты по восстановлению оборудования и потери продукта, но и также обязательные мероприятия по восстановлению прежнего состояния окружающей среды.

Данные отказов нефтебаз и различных резервуарах на месторождений РФ, показывают что одним из самых частых причин отказа является зона соединения патрубка резервуара с технологическим трубопроводом.

Рассмотрение актов аварий демонстрирует, что до 80% происшествий происходит по причине неравномерной осадки основания резервуара и ряда побочных факторов. Однако точно определить количественное влияние фактора осадки основания и остальных факторов не представляется возможным, но известны отказы, когда источником являлась именно неравномерная осадка ТТ и следовательно корпуса РВС, что и стало причиной отрыва трубы от усиливающего листа и последующее разрушение [1].

Фактор просадки РВС не возможно полностью отбросить, так как сосуд

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>				<i>Лит</i>	<i>Лист</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никольчиков В. К.</i>					<i>Листов</i>
<i>Консульт.</i>							16
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрина А. В.</i>					103
						НИ ТПУ	ИШПР
						ГРУППА	2БМ81

располагается на грунтах, которые имеют собственные свойства, но можно минимизировать появляющиеся нагрузки с помощью дополнительных механических устройств. Одной из таких конструкций является система компенсации нагрузок от приемо-раздаточных патрубков на стенку резервуара (СКНР).

Такая конструкция позволяет уменьшить нагрузки на приемо-раздаточные патрубки (ППР) РВС, возникающие при осадки опор ТТ или корпуса сосуда, а также при различных деформациях внутренней и внешней поверхности труб и резервуаров при колебаниях свойств транспортируемого продукта, а также при изменении веса ТТ при его заполнении и опорожнении перекачиваемым продуктом.

Сильфонные компенсаторы входящие в состав СКНР представляют герметичные и температуростойкие конструкции, а также обладают значительными антикоррозионными свойствами. Их конструкция снижает нагрузки для широких диапазонов величин и частот движений и имеет значительный срок службы.

Объект исследования: Напряженно-деформированное состояние СКНР

Предмет исследования: Напряженно-деформированное состояние СКНР при давлениях продукта превышающие критические параметры эксплуатации.

Цель работы: Выявление путей повышения эксплуатационной надежности системы СКНР.

Задачи:

- Выполнить сравнительную характеристику различных компенсирующих устройств и технико-экономические причины их выбора
- Изучение состава и основных технических характеристик СКНР
- Проведение расчета сильфонного компенсатора на прочность, жесткость и малоцикловую прочность
- Исследование напряженно-деформированного состояния карданного компенсатора в составе СКНР при превышении критических эксплуата

					Введение	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ционных параметров.

Новизна и практическая значимость работы:

Тема научной работы выбрана, так как, согласно указу Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 особое внимание должно уделяться противодействию техногенным угрозам как источнику опасности для общества, экономики и государства. Поэтому техническое усовершенствование трубопроводов в нефтегазовой отрасли с целью повышения их надежности и в настоящее время не потеряло своей актуальности. Однако несмотря на ряд неоспоримых преимуществ, применение сильфонных компенсаторов осуществляется не в полном объеме. В данной работе проведен связный термopрочностной расчет, который не учитывается при расчете в нормативных документах. Данный расчет привязан к реальному объекту РВСП-20000 №32 НПС «Александровская». Полученные результаты позволяют повысить эксплуатационную надежность системы благодаря учёту влияния дополнительных факторов на работу систему и своевременное обнаружение неисправности.

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

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Одним из успешных путей повешения надежной работы трубопроводных систем и оборудования, а также уменьшения капитальных затрат является использование специальных компенсационных устройств. В последнее время чаще стали применяться компенсационные устройства сильфонного типа, которые более технико-экономически эффективны в сравнении с другими типами. Сильфон не только компенсирует изменение размеров труб из-за скачков температур, а также обеспечивает уменьшение вибрационных нагрузок, является прижимным компенсационным устройством для трубопроводных систем имеющих защитные кожухи, увеличивает эластичность соединений труб, для которых существуют опасность просадки почвы или перемещения оснований и т.д.

В диссертационной работе [1] рассмотрен сравнительный анализ различных компенсационных систем: П-образных, линзовых, сильфонных, сальниковых и сделан вывод о том, что сильфонные компенсаторы обладают значительной компенсирующей способностью на одну волну, возможностью применения при высоких давлениях (до 64 кгс/см²) и в широком диапазоне температур.

Конечно-элементный анализ сильфонных компенсаторов был проведен в работе [2]. В данной статье описывается процесс моделирования компенсаторов с различным числом витков и при разной нагрузке, а так же сравнение модели с опытом проведенным на лабораторном стенде.

Применение компенсаторов на практике рассматривается в исследовании [3]. Здесь раскрывается эффективность применения данных устройств на различных трубопроводах, исследуется возможный опасности и негативные факторы для каждого варианта. В работе [4] приводится методика расчета

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>								
<i>Разраб.</i>	<i>Долгалева М. С.</i>				<i>Обзор литературы</i>			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Руковод.</i>	<i>Никольчиков В. К.</i>									19	103	
<i>Консульт.</i>								НИ ТПУ			ИШПР	
<i>Рук-ль ООП</i>	<i>Шадрина А. В.</i>							ГРУППА			2БМ81	

сильфонных компенсаторов с учетом напряженно-деформированного состояния.

Состояние усталости металлов при неоднородном напряжении анализируется в работе [5], а прочность при малоцикловом нагружении в работе [6].

Характеристики напряжения U-образного сильфонного компенсатора были рассмотрены при числовом моделировании в работе [7]. Было выяснены предельные значения напряжения по мембране, а так же критерии надежной работы.

Процессы установки и монтажа рассматриваются в статье [8]. Необходимые параметры для расчета и проектирования компенсаторов рассмотрены в справочнике [9]. Ввиду своей важности, напряжения, обусловленные тепловым расширением, должны быть рассмотрены в индивидуальном порядке. Напряжения, появляющиеся в трубопроводах, зависят от следующих причин [9]:

- силы, направленной от источника внешних помех;
- деформаций, обусловленных наружными сторонними предметами;
- гибкости материала трубы.

Экспериментальное исследование соединения компенсаторов с элементами труб было проведено в работе [10]. Были проанализировано поведение компенсаторов при различных видах нагрузки и для различных видов компенсаторов. Числовое моделирование было так же проведено в работе [11]. В ней были проанализировано поведение трубопровода в сейсмически активных зонах при установки компенсаторов для снижения вероятности аварийных ситуации.

Так же работы в этом направлении проводились институтами ОАО «Гипротрубопровод», ГУП «ИПТЭР», ГУП «ПО «Севмаш», ФГУП «НПП «Компенсатор», НПО «Энергомаш», а в разработку отдельных вопросов внесли большой вклад видные ученые, как Гумеров А.Г., Гумеров Р. С., Бажайкин С. Г., Быков Л. И., Будилов И. Н., Шестов В.Н., Лепорк К. К., Исхаков Р.Г., инженеры Хангильдин В. Г., Некрасов В. А.

					Обзор литературы	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Понятие и назначение резервуара.

Резервуар – это сооружение обладающее достаточной герметичностью для надежного хранения жидкостей и газов, включая нефть и нефтепродукты. Такие сосуды обязаны отвечать всем требованиям норм технической безопасности, а также иметь коррозионную устойчивость. Обычно такие сооружение оснащаются установками для определения состояния продукта, давления и расхода [12].

Тип резервуара для нефти и нефтепродуктов выбирается согласно нормативной документации. Для Российской федерации в основном характерно использование вертикальных (РВС) и горизонтальных (РГС) резервуаров. В горизонтальных сосудах размещение топлива может приходиться как на поверхности так и под, в зависимости от условий грунта. Для хранения нефти и нефтепродуктов в РГС должно быть соблюдены условия условия не превышения плотности порога 1000 кг/м^3 , а также давления $0,04 \text{ МПа}$ при плоском дне, и $0,07 \text{ МПа}$ для конусного. Температура эксплуатации данных объектов $-60 - +35 \text{ }^\circ\text{C}$ при максимальной сейсмической устойчивости в 7 баллов.

В основном данные сосуды используются на АЗС и в роли расходных резервуаров. Во всех других случаях эксплуатируются вертикальные резервуары, такие как РВС, РВСПК, РВСП.

Основным нормативным документам устанавливающим требования к вертикальным резервуарам для хранения углеводородов является ГОСТ 31385-2008.

Выбор вида РВС производится исходя из характеристик технологического процесса, а также от типа продукта и особенностей площадки расположения.

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Долгалева М. С.			Общая часть	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Никульчиков В. К.					21	103
Консульт.						НИ ТПУ		ИШПР
Рук-ль ООП		Шадрин А. В.				ГРУППА		2БМ81

К основным типам резервуарных конструкций относятся:

- 1) резервуары РВС - со стационарной крышей без понтона;
- 2) резервуары РВСП - со стационарной крышей и с понтоном;
- 3) резервуары РВСПК - с плавающей крышей;

Конструкции первого типа используется для скопления продуктов с низкой степенью летучести. Однако РВС также может использоваться и для продуктов с высокой степенью летучести, при условии дополнительного оснащения их улавливателем легких фракций или газовой обвязкой.

Резервуары с понтоном (РВСП) применяются для хранения товаров с высокой степенью летучести. Благодаря дополнительному элементу в конструкции снижается скорость испарения и следовательно и потерь среды. Особенностью данной конструкции является наличие в её составе понтона, которые представляет дискообразный настил, которые располагается на зеркале перекачиваемого вещества и захватывает более 90% от его площади. Он вращается при использовании тросов, а также направляющих труб. Для исключения превышения нагрузки на настил монтируются специальные патрубки для предохранительных патрубков.

В конструкциях РВСПК предусматривает в своём составе плавающую крышу. Она располагается на поверхности хранимых углеводородов и имеет полный контакт с их поверхностью. Вращение, как и в случае РВСП осуществляется за счет направляющих труб, а плавучесть по средству наличия отсеков с повышенной герметичностью. Для эффективного опорожнения, кровля резервуара располагается на специальных опорах. Также в составе РВСПК в обязательном порядке должны быть установлены сток и отвод для увода дождевых вод. В основании типа резервуара РВСПК устанавливаются опоры, на них будет держаться кровля при опорожнении сосуда.

Главное преимущество структур РВСПК и РВСП заключается в уменьшении потерь топлива от испарения при его хранении [13].

					Общая часть	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.1 – Технические характеристики резервуаров РВС

Наименование и объем резер- вуара, м3	Диаметр, м	Высота, м	Кол-во рулонов	Масса резервуара от типа крыши, тонн	
				РВС с конической оболочкой	РВС с купольной крышей
РВС-100	4,79	6,0	1	8	-
РВС-200	6,63	6,0	1	10	-
РВС-300	7,58	7,5	1	13	-
РВС-400	8,53	7,5	1	15	-
РВС-500	8,45	9,25	1	21	-
РВС-700	10,43	9,0	1	21	-
РВС-1000	10,43	12,0	1	26	-
РВС-2000	15,18	12,0	1	48	-
РВС-3000	18,98	12,0	1	71	-
РВС-5000	20,92	15	2	94	-
РВС-10000	28,5	17,88	4	95	225
РВС-20000	39,9	17,88	7	-	430
РВС-30000	45,6	18	-	-	566
РВС-50000	60,7	18	-	-	
РВС-100000	85,3	18	-	-	

В составе каждой металлоконструкции РВС предусматриваются следующие элементы:

- клапаны дыхательные;
- клапаны предохранительные;
- устройства размыва донных отложений;
- пеногенераторы ;
- нагревательный элемент;

- приемораздаточные патрубки;
- краны сифонные;
- кран зачистной;
- стационарные сниженные пробоотборники;
- приборы контроля и сигнализации;
- противопожарное оборудование;
- люки-лазы;
- люки световые;
- люки измерительные.

1.2 Сравнительная характеристика компенсирующих устройств

Разнообразие технических устройств и аппаратов, а также рабочих условий эксплуатации и способов их соединения создало необходимость для разработки особых конструкций, способных компенсировать различные нагрузки. При этом даже в составе одной технической системы зачастую бывает потребность в нескольких видах компенсации.

Традиционной в промышленности является применение самокомпенсации трубопроводов за счет эффекта естественной гибкости материалов. В основном данное техническое решение применяется для труб значительных длин. К недостатком данного способа относится потребность в увеличении пространства монтажа, а также исключается применение бесканальных конструкций и засыпных изоляций по причине поперечных перемещений трубопроводов.

В настоящее время в производстве гораздо чаще стали применять трубопроводы больших диаметров, для которых самокомпенсация не представляется возможной и необходимо использовать иные меры для компенсации нагрузок [16].

1.2.1 П-образные компенсаторы

Значительная простота производства, а также надежность и компенси-

					Общая часть	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рующее воздействие делают П-образные (а также Г- и Z- образные) компенсаторы достаточно популярными в промышленности. Они изготавливаются из сварных и крутоизогнутых колен и гнутых труб. Данные технические решения могут применяться при высоких температурах и давления, но лишь при небольших просадках опор или перекосах. К другим недостаткам относится возможность из размещения только для трубопроводных систем больших длин. Однако большие размеры вылетов компенсаторов исключают возможность их применения на больших диаметрах.

Данное обстоятельство зачастую приводит к экономически невыгодным решениям. Производится параллельная прокладка двух трубопроводов с меньшим диаметром вместо одного. При эксплуатации «горячий трубопроводов» с большими температурными деформациями диаметром составляющим менее 600 мм, вылета данных компенсаторных систем могут быть столь значительными, что размещение крепежных опорных конструкций не всегда представляется возможным.

При эксплуатации плоских компенсаторов П типа в условиях больших колебаний значений температур требуется строительство особых строительных конструкций (эстакад), что повышает стоимость общей конструкции в среднем на 10-12%.

К другим недостаткам данных сооружений является сложность их размещения на заводских территориях, по причине большого количества различных подземных конструкций.

Из-за подземных сооружений, находящимся вблизи эстакад, фундаменты опор для компенсаторов трубопроводов требуется располагать ниже уровня данных сооружений, а при условии прокладки подземных трубопроводов требуется наличие кожуха, который еще больше увеличивает общую стоимость строительства.

Во всех случаях выше рекомендовано применять пространственные компенсаторы. Однако даже в этом случае это приводит к увеличению количе-

					Общая часть	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ство сливных задвижек и отводов, что в конечном счете приводит к возрастанию гидравлического сопротивления. В данном случае размеры строительных сооружений увеличивается в вертикальном направлении, но уменьшаются в горизонтальном. Общий объем работ уменьшается лишь незначительном [1].

Эксплуатационные недостатки данных компенсаторов заключаются в строительстве дополнительных воздушников и дренажных линий, а также их последующее обслуживание.

К недостаткам П-образных компенсаторов, связанных с эксплуатацией, относится необходимость установки дополнительных дренажных линий и воздушников, требующих обслуживания, а также значительная трудоемкость предварительной растяжки компенсаторов при применении их на трубопроводах диаметром более 300 мм. В дополнении нужно учитывать, что при возникновении напряженно-деформированного состояния в коленах труб значительно повышается воздействия коррозии, что в целом уменьшает долговечность трубопроводной системы [16].

1.2.2 Сальниковые компенсаторы

К особенностям сальниковых компенсаторов можно отнести значительной компенсирующую способность, низкое гидравлическое сопротивление и малые габариты. Данные устройства применяются на трубопроводах длиной от 60 м. В основном сальниковые компенсаторы используются на трубопроводах транспортирующих такие среды как горячая вода, пар и на воздуховодах. Однако могут применяться и на газопроводах проходящих между коксовыми, доменными цехами при давлениях менее 0,4 кгс/см². Данные компенсаторы не рекомендуется применять для транспортирования токсических и взрывоопасных сред.

Основной минус данных устройств заключается в том, что они не могут полностью обеспечить плотность стыков компенсатора с трубой из-за наличия значительных сил трения. Также низкая стойкость прокладочных материалов,

					Общая часть	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обязательная центровка в течении монтажа зачастую приводят к множественным ремонтам компенсаторам, а следовательно и простою оборудования [16].

1.2.3 Линзовые компенсаторы

К наиболее эффективным с точки зрения эксплуатационных свойств являются линзовые и сильфонные компенсаторы. Первые были разработаны раньше и в сущности представляют собой полулинзы соединенные кольцевым швом. Данные линзы производят высотой до 120 мм и используются при достаточно небольших давлениях (до 6 кгс/см²). Для получения значительной компенсирующей способности линзы соединяется несколько линз вместе с помощью сварных швов.

Обычно число таких линз не превышает четыре. К недостаткам относительно большая трудоемкость изготовления линз, а также низкая надежность конструкции, что привело к некоторому усовершенствованию конструкции. Линзы стали изготавливать используя меридиональный шов с применением гибки, на листогибочных машинах. Профильная полоса длиной до 60 мм предварительно отштамповывается, что дает возможность использовать данные компенсаторы при давлениях до 16 кгс/см², и диаметрах до 6000 мм.

Осевые линзовые компенсаторы используются в различных схемах расположения трубопроводов (линейной, объемной, плоскостной). Неразгруженные осевые компенсаторы располагаются исключительно на невысоких опорах в отличии от разгруженных сильфонных осевых, угловых, поворотных компенсаторов, а также линзовых угловых, располагаемых также на высоких эстакадах, по причине того, что последние оказывает значительно меньшие распорные усилия на строительных объекты. К преимуществам можно отнести большую жесткость, но меньшую циклическую долговечность в отличии от сильфонных компенсаторов [17].

					Общая часть	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2.4 Сильфонные компенсаторы

Сильфонные компенсаторы отличаются большой компенсирующей способностью даже при высоких давлениях (до 64 кгс/см²) в значительных диапазонах температур. Также они прочны и надежны в эксплуатации благодаря минимальному числу швов. Данные компенсирующие устройства имеют большое распространение и производятся в очень широком ассортименте эксплуатационных параметров и габаритных размеров [17].

1.2.5 Гибкие металлорукава

Данные устройства позволяют уменьшать температурные, вибрационные, гидроударные нагрузки.

Металлорукава изготавливаются с диаметром в диапазоне от 6 до 250 мм, а их максимальная длина протяженности зависит от диаметра, материала и способа производства и может достигать десятков метров.

Рабочее давление металлорукавов имеет широкий диапазон и может достигать 250 кгс/см². Также существуют специальные конструкции, которые могут дополнительно повысить прочность конструкции от внутреннего давления. Данные устройства изготавливаются в основном из нержавеющей стали и могут быть эксплуатированы при температуре до 500 °С, а если использовать более дорогие сплавы то можно достигнуть более высоких значений. Металлорукава также эффективны для использования и в области низких температур, они показывают стойкость вплоть до очень низких значений температур [1].

1.3 Основные технико-экономические причины выбора сильфонных компенсаторов

В каждом случае выбора вида компенсирующего решения производится технико-экономический анализ схемы монтажа. Анализ применения осевых сильфонных компенсаторов по сравнению с П-образными компенсационными устройствами показал, что при компенсации тепловых расширений трубопро-

					Общая часть	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

водов небольших длин протяженность трубопроводов может снижаться в среднем на 25%, что значительно снижает стоимость проекта. А также за счет ликвидации отводов понижаются потери напора до 50%, которые приводят к экономии электроэнергии.

К другим преимуществам относится уменьшение объема строительной части опор для трубопроводов и следовательно происходит упрощение конструкции. Монтажные работы значительно облегчаются, по причине уменьшения сварных стыков и теплоизоляционных работ.

При эксплуатации угловых сильфонных компенсаторов вместо П-образных происходит сокращение площади строительства и не требуется установка поддерживающих устройств [1]. Даже несмотря на то, что нагрузки на опоры при применении П-образных компенсирующих устройств в среднем в 2,5 раза меньше, применение сильфонов на невысоких опорах намного выгоднее [1].

При сравнении линзовых компенсаторов с сильфонными осевыми нужно отметить, что сильфоны обладают большей прочностью и надежностью из-за отсутствия сварных швов. Сильфоны с многослойной стенкой характеризуются меньшей жесткостью, это позволяет уменьшить нагружение на опоры и понизить их цену.

Также следует отметить возможность создания осевых сильфонов с значительным числом гофр (до 12) для установки на трубопроводы с диаметрами до 500 мм при условии бесканальной прокладке. В настоящее время используется установка гнутых компенсаторов и естественная гибкость трубопровода для снижения напряжений от тепловых удлинений. Однако наличие сил трений между трубой и грунтом, мешает перемещению трубы в продольном направлении, что вызывает значительных продольных нагрузок, которые вызывают большие изгибающие моменты в местах поворота (П-образный компенсатор, Г-образный и Z-образный повороты). Значение этих нагрузок зависит от длины трубопровода, габаритов компенсатора и температуры. В данных случаях осе-

					Общая часть	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вые сильфонные компенсаторы являются обоснованным решением. Например на воздухопроводах и водоводах в области Крайнего Севера эксплуатируются компенсаторы диаметром от 160-900 мм., обеспечивающие надежную работу при давлениях до 30 кгс/см². Данные компенсаторы позволили упростить схему прокладки, а также сократить объем буровых работ и строительство свайных опор [1].

Выводы: В данной главе были рассмотрены общие понятия о резервуарах для хранения нефти, их типы и назначения. В дальнейшем выполнен сравнительный анализ характеристик различных компенсирующих устройств и выявлены сильные и слабые стороны каждого типа. В заключении были определены основные технико-экономические причины выбора сильфонных компенсаторов.

					<i>Общая часть</i>	<i>Лист</i>
						30
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2 СИСТЕМА КОМПЕНСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ РЕЗЕРВУАРА.

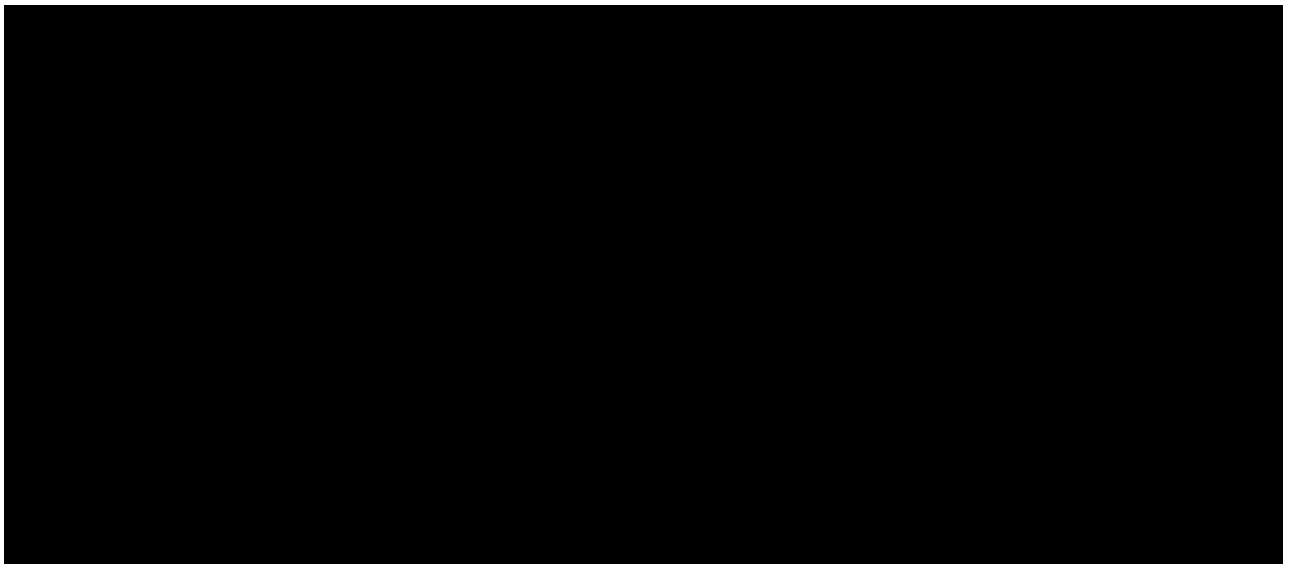
2.1 Состав и основные технические характеристика СКНР

СКНР используется на обвязки технологических трубопроводов и патрубков приемораздачи (ППР) резервуаров. СКНР применяется для резервуаров различных типов с высотой стенки до 18, м и номинальным объемом 10-50 тыс.куб.м. при условном давлении до 1,0 МПа и диаметром от 400-700 мм.

Основная функция данной конструкции заключается в уменьшении воздействия на ППР, которые возникают из-за просадки основания РВС и опор технологических трубопроводов, деформации стенки трубопроводов и резервуаров из-за изменения параметров транспортировки, продукта и окружающей среды.

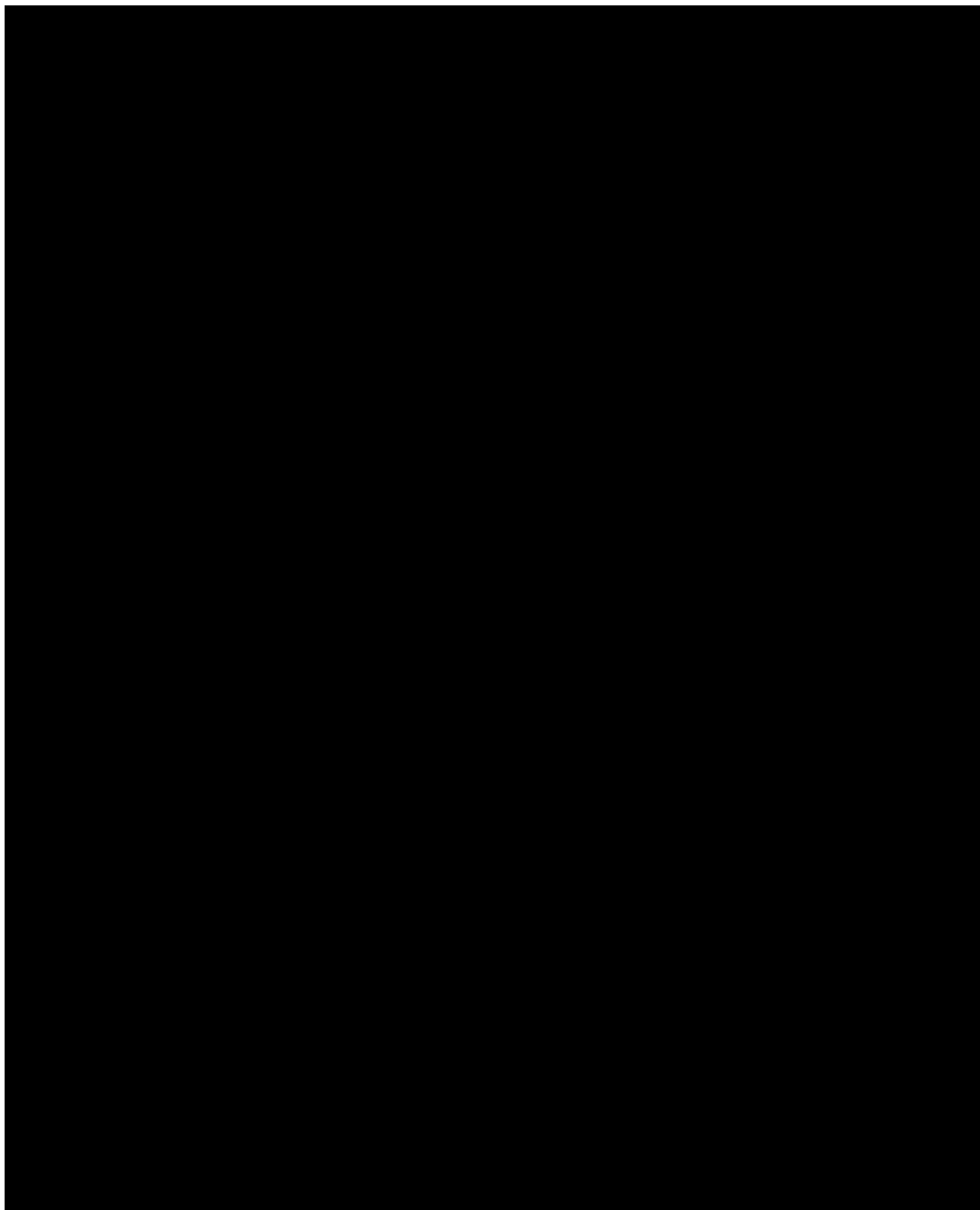
Основные параметры и технические характеристики СКНР приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – технические характеристики СКНР



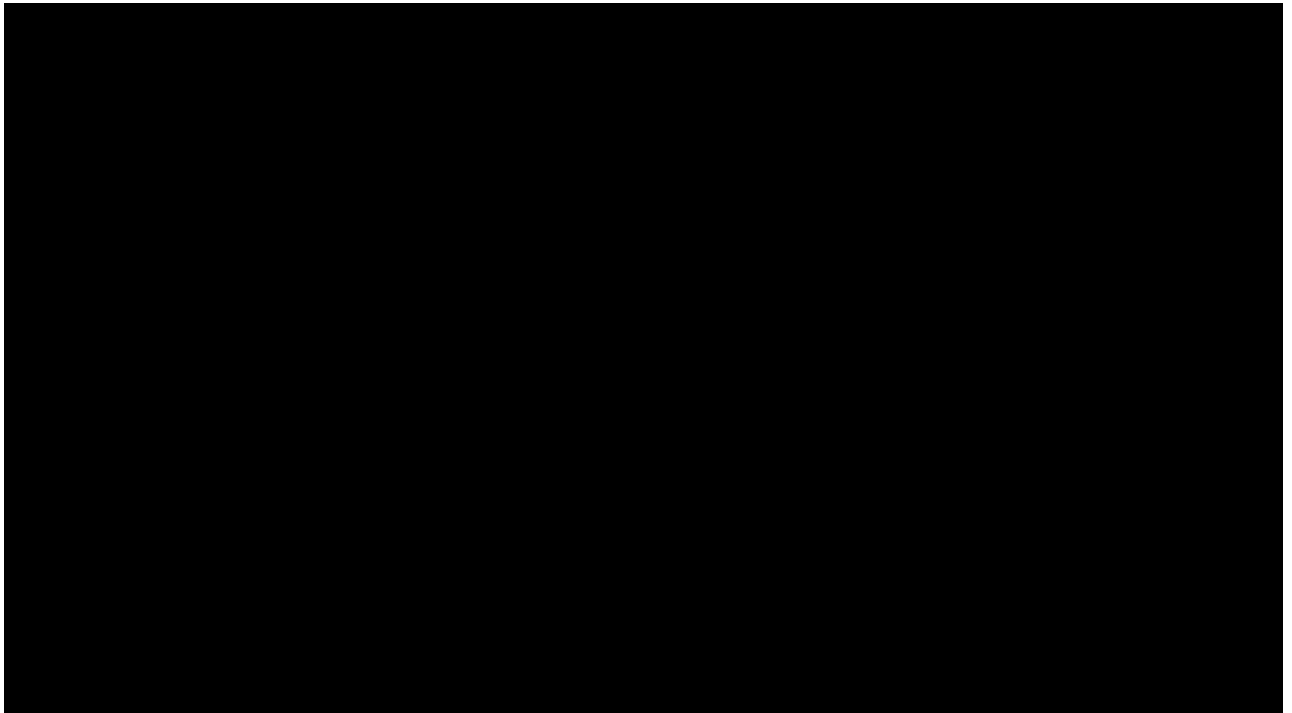
					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемораздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>			<i>Система компенсации напряжений резервуара</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никульчиков В. К.</i>					31	103
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ</i>		<i>ИШПР</i>
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрин А. В.</i>				<i>ГРУППА</i>		<i>2БМ81</i>

Продолжение таблицы 2.1



					<i>Система компенсации напряжений резервуара</i>	<i>Лист</i>
						32
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Продолжение таблицы 2.1



Система СКНР состоит из следующих элементов: трубопроводного компенсатора, опоры, подвесок, а также отвода и ригелей. Компенсатор является соединяющим элементов между ППР резервуара и ТТ и является трехшарнирным элементом. Такая конструкция состоит из трех карданных сильфонов, отвода и трубных стоек. Для безопасной доставки и разгрузки компенсаторов они оснащаются стопорными болтами, которые извлекаются при монтаже. Шарнирное соединение создается с помощью осей карданов компенсаторов. Общий вид СКНР приведен на рисунке 2.1.

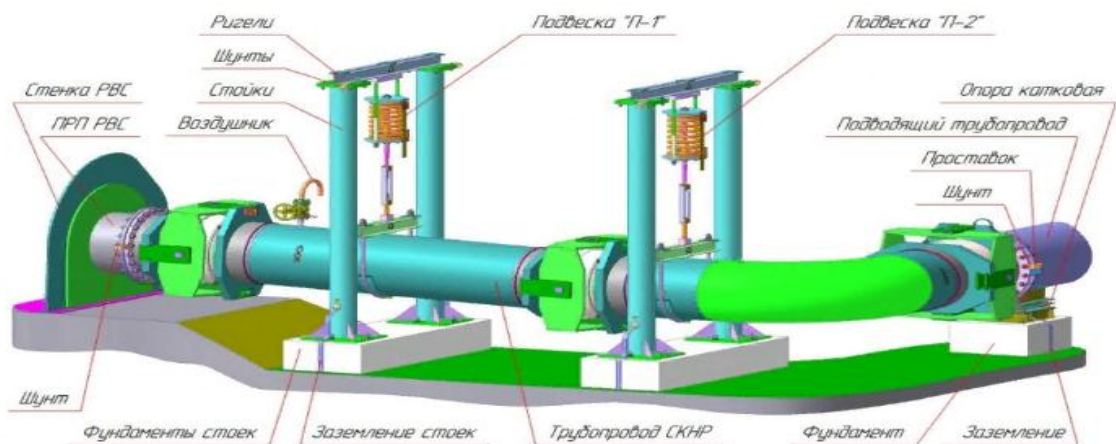


Рисунок 2.1 – Общий вид СКНР смонтированной на РВС

					Система компенсации напряжений резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Опора системы СКНР создается с помощью подвесок пружинного типа, закрепляемых с помощью ригелей и катковой опоры, которая располагается на двух стойках по обоим сторонам от ТТ. Для выпуска газа в системе предусмотрен воздушник, который располагается в наивысшей точки трубопровода. В качестве воздушника используется обычный шаровый кран. Пружинная подвеска выполняется из пружинного блока, балки и хомута с накладкой. Подвеска нужна для исключения смещения ТТ в вертикальном и горизонтальном направлении, а также компенсации нагрузок от веса трубы.

Сам пружинный блок состоит из: двух опор подвижного и неподвижного типа, пружины сжатия, а также специального узла для обеспечения контроля нагрузки на подвеску (в виде особой линейки). В данном случае нагрузка от веса трубопровода подразделяется на монтажную – при пустой трубе и рабочую нагрузку, при наличии рабочей среды в СКНР. Значение монтажной нагрузки обозначается рисккой «М» и выполнена в форме круглого отверстия. Величина рабочей нагрузки натяжения пружинного блока указывается рисккой «Р». Пределы допустимых диапазонов отклонения рабочих нагрузок при гидростатических и температурных деформациях также обозначены на узле контроля. Если значения нагрузки выходит за пределы диапазона то это может означать, что произошла осадка конструкции резервуара, ТТ или стоек.

Закрепления пружинных подвесок выполняется с помощью ригелей выполненных на стойках. Стойки заземляются к контуру заземления резервуара и закрепляются за счет болтов на фундаментах. ТТ подходящий к компенсаторам размещается на опоре. Она позволяет создает условия перемещения составных частей трубопровода в горизонтальной плоскости по двум направлениям. Система катковой опоры состоит из: двух блоков катков, опоры трубопровода и опорных плит. Также в составе опоры имеются шпильки, которые используются для перемещения и монтажа. Места строповки и установки хомутов, центра тяжести указываются на поверхности трубопровода. Электрические контакты элементов СКНР оборудуются шунтирующими перемычками.

					<i>Система компенсации напряжений резервуара</i>	<i>Лист</i>
						34
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Принцип работы СКНР заключается в деформации сильфонных компенсаторов за счет чего снижается нагрузки на систему «резервуар-трубопровод». Перемещение в угловом направлении элементов СКНР осуществляется поворотом в карданном соединении. Катковая опора обеспечивает перемещение элементов СКНР относительно друг друга в горизонтальной плоскости, а пружинных подвески допускают перемещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях [18].

2.2 Опоры трубопровода.

Опоры трубопроводов составляют обязательную часть трубопроводных систем и используются для в различных технологических областях. Такие сооружения используются на предприятиях ТЭС, АЭС, а также газопроводов и нефтепроводов. Назначением опор трубопроводов является его закрепление, а также уменьшение осевых и поперечных нагрузок.

Опоры предпочтительно располагать в местах наибольших нагрузок: запорной арматуре и местах с большим гидравлическим сопротивлением. Диапазон трубопроводных опор охватывает весь спектр диаметров трубопроводов, при условии, что материал трубы соответствует материалу опоры.

Трубопроводные опоры в зависимости от их назначения и конструкции подразделяются на неподвижные и подвижные. Трубы имеют следующие способы крепления: приварной, при помощи скоб, хомутов. Неподвижные опоры фиксируют положение трубопровода и компенсирует различные типы нагрузок: осевые, тепловые, гидравлические и т.д. Трубопровод и данный тип опор соединяются при помощи сварки или болтов. Для исключения эффекта выскальзывания трубопровода в опоре при хомутовом закреплении применяются дополнительные упоры. Число закрепительных элементов зависит от амплитуд нагрузок действующих на опору. Наиболее распространенные конструкции неподвижных опор приведены на рис 2.2.

					<i>Система компенсации напряжений резервуара</i>	<i>Лист</i>
						35
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

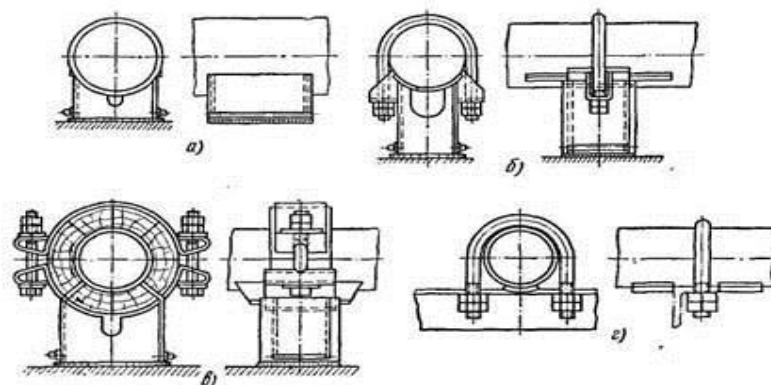


Рисунок 2.2 – Конструкции неподвижных опор трубопроводов, где:

а – приварная, б – хомутовая, в – хомутовая для трубопроводов с хладагентом, г – бескорпусная

Для крепления ТТ на нужной высоте при возможности его свободного перемещения из-за колебаний температур применяются подвижные опоры. Данный тип опор способен воспринимать только вертикальную нагрузку под весом трубопровода [19]. Подвижные опоры бывают нескольких видов: катковые, скользящие, пружинные и др. Наиболее используемым является скользящий тип опор. Такие опоры скользят параллельно с трубопроводом по поверхности несущих элементов. Катковый тип опор используется с целью снижения влияния сил трения между поверхностью опоры и пятой. В направляющих опорах трубопровод проскальзывает внутри направляющих планок по несущей конструкции, а для избежания поперечных перемещений используется хомут. Пружинные опоры используются в конструкции трубопроводных систем, испытывающих значительные вибрационные нагрузки. При необходимости обеспечения перемещения параллельно двум горизонтальным осям трубопроводов больших диаметров в местах резких поворотах применяются шариковые опоры.

Наиболее распространенные типы подвижных опор приведены на рис.

2.3.

					Система компенсации напряжений резервуара	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

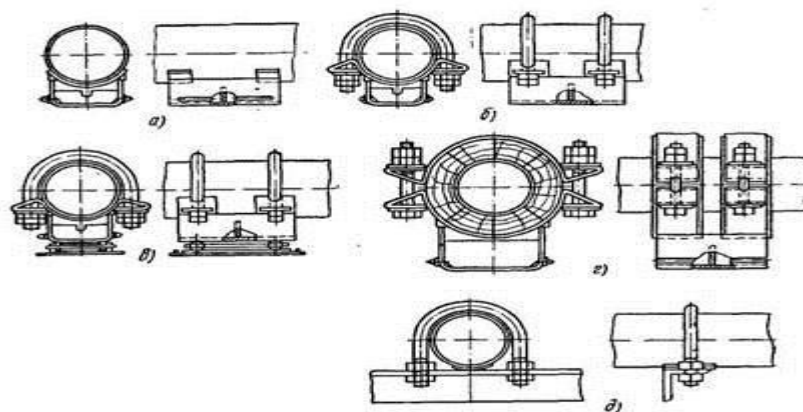


Рисунок 2.3 – Конструкции подвижных опор трубопроводов, где: а – приварная скользящая, б – хомутовая скользящая, в – хомутовая скользящая двухкатковая, г – хомутовая скользящая для трубопроводов с хладагентом, д – направляющая

Для обеспечения максимальной подвижности горизонтальных трубопроводов рекомендуется применение подвесных опор. Такие опоры состоят из: консолей, кронштейнов и тяг. Для особых случаев используются тяги с возможностью регулирования муфт по длине с различными резьбами.

Основные конструкции подвесок приведены на рис. 2.4

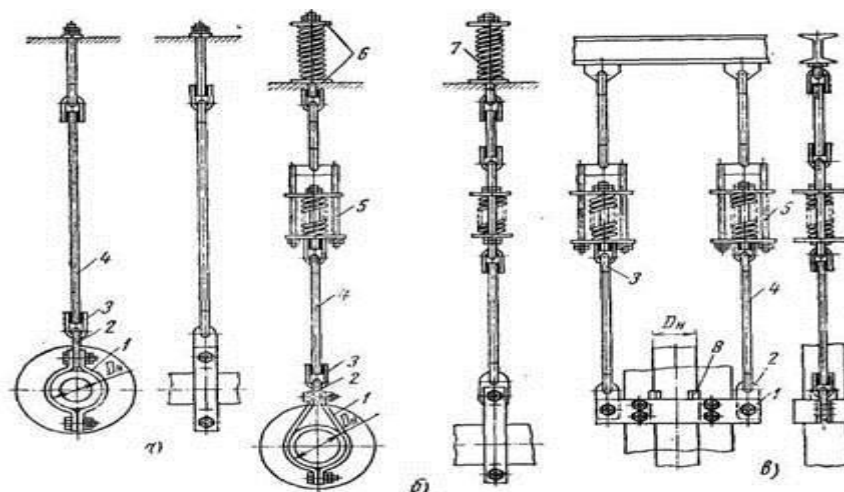


Рисунок 2.4 – Конструкции подвесок, где: а) жесткая для горизонтальных трубопроводов, б) — пружинная для горизонтальных трубопроводов, в) — пружинная для вертикальных трубопроводов; 1 — хомут, 2 — серьга, 3 — ушко, 4 — тяга, 5 — блок пружин, 6 — диски, 7 — пружина, 8 — упор

Если горизонтальные трубопроводы имеют вертикальные части, то их закрепляют на пружинных опорах. Для таких трубопроводов применение жестких подвесок исключается, так как в таких условиях температурные расширения будут распределяться неравномерно. Такие опоры характеризуются значительной эффективностью даже при больших вибрационных нагрузках. Для опорных несущих сооружений используются кронштейны, консоли, эстакады [20].

В составе СКНР используются опоры подвешенного типа, так как трубопроводам СКНР необходимо иметь максимальную подвижность.

2.3 Анализ текущего состояния и проблем сильфонных компенсаторов

Трубопроводные системы подвергаются различным нагрузкам и одним из эффективных способов повышения надежности и снижения капитальных затрат является применение компенсаторных конструкций. В качестве таких устройств применяются сильфонные компенсаторы, которые благодаря высоким технико-экономическим и эксплуатационным параметрам отличаются большим спросом в различных отраслях производства.

Материалы из которых изготавливаются компенсаторы, подвергаются влиянию температуры, за счет чего происходит их расширение и сжатие. Сильфонные компенсаторы являются элементами трубопроводной системы, которые поглощают такие изменения и позволяют производству работать без остановок и избегать аварийных ситуаций [3,21]. При транспортировке продуктов происходит теплообмен между стенками трубы и соответственно транспортируемой среды, из-за которого происходит нагревание и удлинение трубопроводов. Конечные точки всех любого трубопровода закрепляются на различных опорах и поэтому при тепловом удлинении трубы в ней возникают напряжения [3]. При очень больших значениях напряжений теплового удлинения трубопровода может произойти разрушение как самих трубопроводов, так и деформация обору-

дования и опор.

Основной областью применения сильфонных компенсаторов являются трубопроводные системы. Напряжения в трубопроводе могут появляться благодаря следующим факторам:

- внутренние либо наружные давления при рабочей температуре;
- вес трубопровода и транспортируемых материалов;
- принудительное смещение трубопровода в связи внешних помех;
- тепловое расширение.

Количественные характеристики напряжений возникающих в трубах зависят от следующих причин:

- силы, направленной от источника внешних помех;
- деформаций, обусловленных наружными сторонними предметами;
- гибкости материала трубы.

Для случаев когда значения напряжений, перемещений или влияние сил находятся выше предельных значений потребуются увеличить гибкость трубопровода. В основном это достигается за счет:

- изменения общей конструкции трубопровода;
- использования элементов, имеющих высокую гибкость.

Первый вариант решения проблемы зачастую приводит к потерям температуры и давлению и будет приводить к увеличению затрат, более эффективным вариантом может являться установка сильфонов [22]. Преимущество сильфонных конструкций заключается в отсутствии дополнительного обслуживания в течении эксплуатации. Сильфон является неремонтируемой конструкцией и поэтому период его использования характеризуется сроком безремонтной эксплуатацией трубопроводов, в системе которых он применяется. Также срок службы сильфонов преимущественно зависит от материалов изготовления [23].

Сильфонные компенсаторы можно разделить на три группы в зависимости от типа смещений, которые они должны поглотить [24;25] (рис. 2.5):

					<i>Система компенсации напряжений резервуара</i>	<i>Лист</i>
						39
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- Осевые;
- Сдвиговые;
- Угловые.

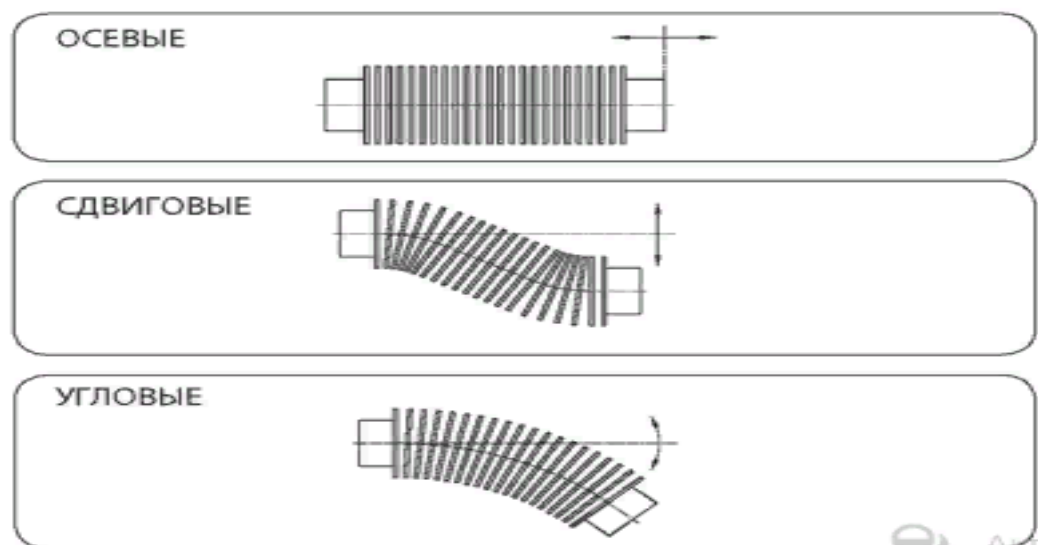


Рисунок 2.5 – Виды сильфонных компенсаторов

Каждый вид сильфонных компенсаторов имеет различные преимущества в зависимости от его конструкции и области применения. Правильно подобранные и смонтированные компенсаторы должны обеспечивать соединения высокой надежности. Все виды сильфонов указанных выше применяются для компенсаций нагрузок связанных с вибрацией и расширением. Однако для случаев если типовые конструкции компенсаторов не соответствуют требованиям или при рабочем давлении превышающем допустимые значения, возможно использовать универсальные сильфонные компенсаторы [24,25]. Такие компенсаторы являются сбалансированными давлениями и применяются когда требуется поглотить очень большие сдвиговые перемещения без применения необходимого числа направляющих (Рис. 2.6).

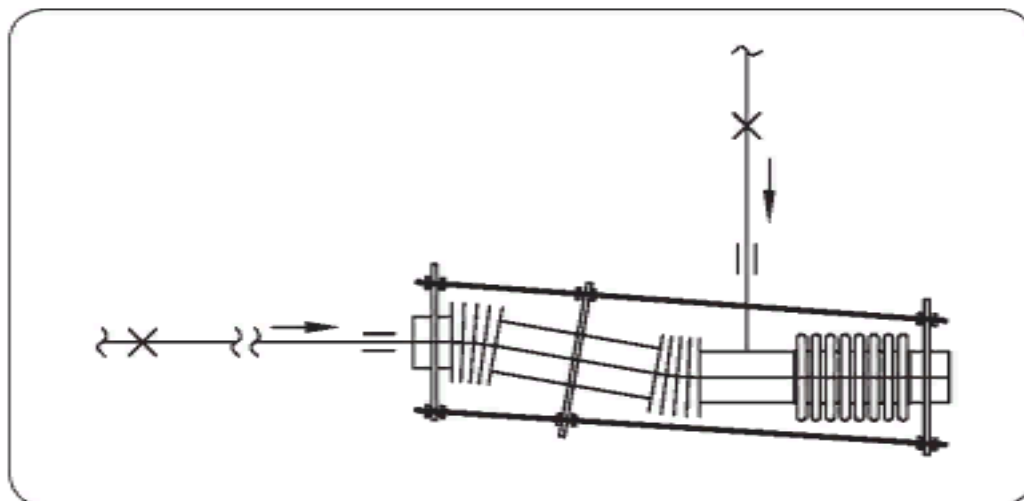


Рис 2.6. – Компенсация больших сдвиговых расширений универсальным сальфонным компенсатором

Сальфонные угловые компенсаторы, имеющие в своей конструкции карданный подвес, позволяют поглощать угловые смещения в нескольких плоскостях за счет наличия карданного шарнира. При использовании такого типа компенсатора исключается необходимость монтирования крепежных устройств. Подвесное кольцо, а также шарнирные элементы спроектированы снижать нагрузку на торцы растягивающего соединения, происходящую из-за внутреннего давления и внешних сил.

Сальфоны с подвеской предпочтительно использовать в паре, как и одношарнирные сальфоны, для поглощения угловых перемещений во всех плоскостях для компенсации силы тяги. Данный компенсатор имеет в своем составе СКНР.

Сальфонные компенсаторы позволяют компенсировать не только нагрузки вызванные температурными колебаниями, но также и вибрацию. Такие устройства отличаются высокой эффективностью при вибрациях высокой частоты и малой амплитуде. При вибрациях со значительной амплитудой, как например в поршневом двигателе, более чем 10% от суммарных перемещений компенсатора, такие устройства не эффективны [3].

Данные о причинах повреждений сальфонных компенсаторов показы-

					Система компенсации напряжений резервуара	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вают, что к основными факторами разрушений являются [23,26] :

- Повреждение конструкций опор;
- Нарушение соосности ТТ из-за их осадки при эксплуатации;
- Коррозия гофр компенсаторов.

Срок службы сильфонных компенсаторов может быть снижен по следующим причинам:

- Сильфонные компенсаторы не обеспечивают полную герметичность от воздействия грунтовых вод;
- Долгое нахождение компенсаторов под открытым небом, без предварительной обработки антикоррозионным покрытием;
- Нарушение технологии СМР может привести к попаданию жидкости под изоляционный слой [26].

Для сохранения длительного срока работы сильфонов обязательно соблюдать все требования к производству, перевозке и установке, а также выбрать оптимальные для данной системы трубопровода компенсаторов.

2.4 Циклический срок работы сильфонного компенсатора

Основной причиной большинства отказа оборудования возникающего при эксплуатации является усталость металлов. При достаточно малом числе циклов нагружения разрушение происходит из-за развитых повторяющихся пластических деформациях [6].

Надежность конструкций при исследовании многоциклового прочностии в основном определяется на основе информации о циклах напряжений. Каждый сильфон отличается индивидуальной зависимостью циклов от амплитуды. Она характеризуется количеством, толщиной, диаметром и геометрическими параметрами гофров [27].

Сильфонный компенсатор характеризуется высокой эластичностью и изменяет геометрические размеры в зависимости от нагрузок, поэтому перемещение компенсатора возможно вычислить численно. Если известна температура и

					Система компенсации напряжений резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

показатель теплового расширения можно рассчитать все возможные перемещения сиффона.

На рис 2.7 показано, как обычной осевой сиффонный компенсатор изменяется в 2-х направлениях при колебаниях температуры [5].

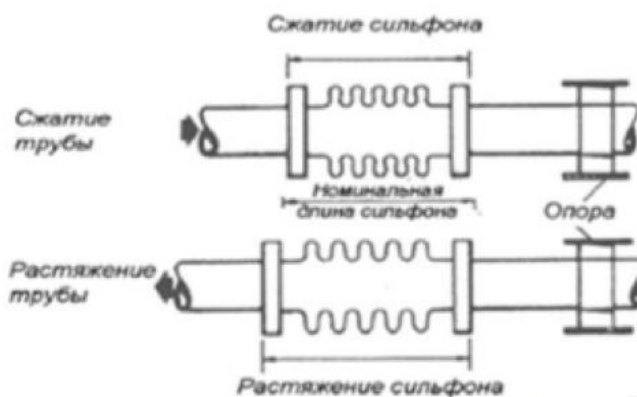


Рисунок 2.7 – Работа сиффонного компенсатора

Ресурс сиффон – это время его безаварийной работы с начала эксплуатации с определенной компенсирующей характеристикой и давлении до момента его перехода в предельное положение. По этой причине все трубопроводные системы, в которых размещены сиффонные компенсаторы, работают циклически, а их ресурс определяется значением рабочих циклов [5].

Рабочий циклов трубопровода состоит из подачи горячего продукта и последующий подогрев трубы, эксплуатацию при установившемся режиме и последующую остановку и охлаждение системы. Сиффонный компенсатор в свою очередь в течении каждого цикла подвергается различным нагрузкам.

Оценка параметра крепости в течении рабочего цикла определяется по графикам тестирования натуральных образцов. Амплитуда разрушающей нагрузки определяется с учетом того, что материал работает в упругой области [5].

Ключевой параметр работы сиффона – это число растяжений или сжатий. С помощью него находится точное соотношение между перемещением и давлением. Давление и циклический срок работы имеют выраженную зависи-

мость, период работы сифонного компенсатора увеличивается при уменьшении перемещения, а при повышении температуры снижается передвижение [4].

Для правильного выбора конструкции сифонного компенсатора и определения настоящего времени его работы необходимо применять методику выбора компенсаторов учитывающую его длину и число циклов.

Таким образом, для компенсации неблагоприятных воздействий перемещений трубопроводов существуют сифонные компенсаторы. Для точного выбора компенсатора и установления настоящего времени работы можно воспользоваться методикой выбора компенсаторов в зависимости от числа циклов и длины компенсатора, поэтому зная условия эксплуатации сифонного компенсатора можно установить нужное значение ресурса конструкции.

2.5 Факторы влияющие на работу сифонных компенсаторов

Основным элементом сифонного компенсатора является сифон – железная оболочка в виде волна, характеризующаяся большой гибкостью и способная смещаться в различных направлениях под воздействием различных нагрузок [28].

При проектировании данных элементов большое внимание уделяется давлению в трубопроводной система. Необходимо различать рабочее, пробное и проектное давление, которое будет испытывать на себе компенсатор. Этот фактор должен обязательно учитываться при выборе толщины сифона, а также типа соединения компенсатора. Чем выше давления, тем толщина материала соответственно больше. Сифон проектируется таким образом, чтобы выдерживать наиболее высокое давления из приведенные выше. Если давлений испытаний выше рабочего давления в 1,5 раза то в данном случае сифон будет иметь номинальное давление выше, чем в ходе его эксплуатации [28,29].

Для точного проектирования компенсирующих параметров сифонного компенсатора необходимо определить силу жесткости. Данный показатель определяет противодействие системы точно также, как и пружина. Для сниже-

					<i>Система компенсации напряжений резервуара</i>	<i>Лист</i>
						44
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ния показателей силы жесткости для исключения повреждений компенсатора, ограничиваются нагрузки в крепежных системах [30].

Сильфон представляет собой активную конструкцию и меняет свою форму от усилий прилагаемых к нему, поэтому при известных условиях, таких как коэффициент теплового расширения и значения температуры, можно рассчитать перемещения приходящиеся на сильфон.

Перемещение, вызванное внешней нагрузкой должно обязательно учитываться, так оно очень часто выступает источником смещений. Вибрация в трубопроводных системах, причиной которой могут являться насосы или иные её элементы, должна быть определена при проектировании. Вид вибрации зависит от частоты и коэффициента колебаний. Данный параметр является критическим на этапе расчета и может существенно сократить срок эксплуатации сильфона при его неправильном определении.

В некоторых случаях сильфоны используются для поглощения как вибрационных так и тепловых нагрузок.

Температурные колебания компенсатора проявляются в его линейном расширении. Для правильного проектирования сильфона необходимо определить минимальную максимальную, а также установочную температуру. Диапазон изменения температур, является критическим параметром, так как оказывает критическое воздействие на компенсирующую способность сильфона и следовательно на срок эксплуатации. Материал компенсатора должен выбираться в соответствии с этими параметрами.

В компенсаторах изготовленных из хромоникелевых сталей при наличии хлоридов и кислорода может происходить межкристаллитная коррозия. В данном случае она вызвана не только из-за наличия данных веществ в воде, но и по причине напряжений в металле.

Компенсаторы, установленные на трубопроводных системах, являются источником местных сопротивлений, которые нужно обязательно учитывать при проектировании трубопровода. При эксплуатации сильфонных компенса-

торов с открытой полостью происходит разделения продукта и создаются завихрения в каждом гофре и происходит потеря энергии. При входе в компенсатор энергия расходуется на расширение потока и на закручивание вихря, а при выходе из него на сужение, рис 2.8 [9].

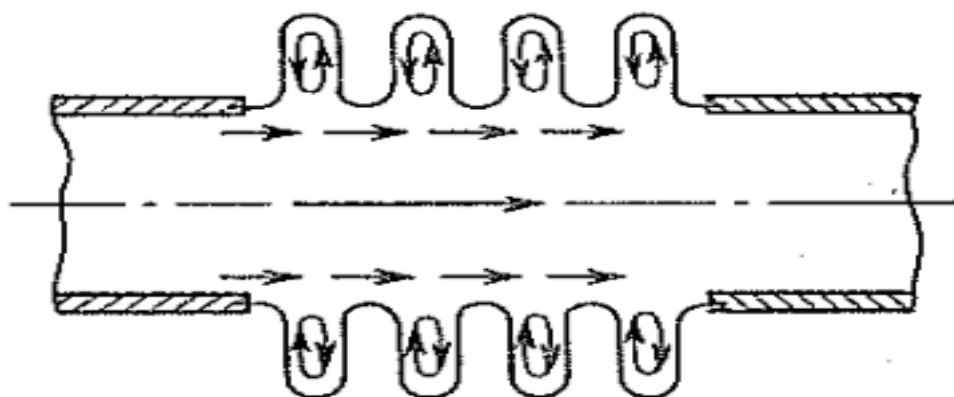


Рисунок 2.8 – Схема течения потока в сильфонном компенсаторе [9]

Выводы: В данной главе были рассмотрены состав и основные технические характеристики СКНР. Были определены основные функции и принцип работы. Далее были рассмотрены трубопроводные опоры в зависимости от их назначения и конструкции включая опоры, использующиеся в СКНР.

В следующей части выполнен анализ текущего и будущего развития сильфонных компенсаторов, а также исследован циклических срок их работы. В заключении определены факторы, оказывающие воздействия на работу сильфонных компенсаторов.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной главе будет проведен расчет экономических затрат при замене карданного компенсатора в системе СКНР, выполнен SWOT анализ, разработан календарный план график работ.

4.1 SWOT анализ

SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Построим матрицу SWOT при замене сильфонного компенсатора в составе СКНР-700.

Таблица 4.1 – Матрица SWOT

<p>Сильные стороны</p> <p>Повышение надежной работы системы СКНР</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Значительные экономические затраты Остановка подачи продукта в резервуар</p>
<p>Возможности</p> <p>Повышение общей надежности на основе анализа напряженно-деформированного состояния</p>	<p>Угрозы</p> <p>Возникновение аварийной ситуации Долгий простой оборудования</p>

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>		Долгалева М. С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение				
<i>Руковод.</i>		Никольчиков В. К.						61	103
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		ИШПР	
<i>Рук-ль ООП</i>		Шадрина А. В.				ГРУППА		2БМ81	

4.2 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ

Замена сильфонного компенсатора в системе СКНР включает различные работы, начиная от оформления документов и транспортных работ, до работ, происходящих непосредственно на технологическом участке.

Таблица 4.2 – Нормы времени на замену сильфонного компенсатора в составе СКНР

/п	Наименование работ	Продолжительность работ, часов	Состав бригады, человек
1	Оформление документов для допуска к проведению газопасных работ	2	6
2	Транспортные работы	10	1
3	Погрузочные работы	1	1
4	Демонтаж компенсатора	3	6
5	Монтаж сильфонного компенсатора	6	6

Составим линейные календарные графики проведения работ по применению технических решений (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – График проведения работ при замене сильфонного компенсатора в составе СКНР-700

Наименование операции	Всего часов	Часы																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Оформление документов	2																						
Транспортные работы	10																						
Технологические работы	10																						
Итого	22																						

4.3 Расчет сметной стоимости, осуществляемый ресурсным методом

Ресурсный метод – это метод, который основывается на оценке элементов прямых затрат (ресурсов) в текущих рыночных ценах и условиях. В процессе составления смет используются натуральные измерители расходов материалов, а также конструкций, затрат времени эксплуатации оборудования, затраты труда рабочих. Цены на все эти ресурсы принимаются текущие (т.е. на момент составления смет). Данный метод способен определить сметную стоимость необходимого объекта на данный момент времени [34].

Основной частью сметных расчетов являются затраты на материальные ресурсы, трудовые затраты на страховые взносы, заработную плату и амортизацию основных фондов.

Проведем расчет данных затрат требующихся для замены компенсатора сильфонного КД-10-700 ТУ5-05 ИЯНШ.300260.041 ТУ [2]

Таблица 4.4 – Расчет стоимости материалов и электроэнергии при замене сиффонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./ нат. ед.	Стоимость материалов, руб.
Компенсатор сиффонный ТУ5-05ИЯНШ.300260.041 ТУ	1	223710	223710
Электроэнергия	79 кВт/ч	7,48	590,92
Итого			224300,92

Расходы, которые идут на оплату труда включают 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. Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др. Начисления стимулирующего или компенсирующего характера – надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др. [34].

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др. Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования. Расчет заработной платы можно свести в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Расчет заработной платы при замене сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Начальник службы	1	-	240	11	6600
Электрогазосварщик	2	5	154	6	4620
Монтажник ТУ	2	5	141	9	6345
Стропальщик	1	5	132	1	330
Водитель транспортного средства	1	-	124	10	3100
ИТОГО					20995

Страховые взносы определяются согласно установленным Налоговым кодексом РФ. Основная сумма страховых взносов складывается из страховых взносов в государственные внебюджетные фонды и страховых взносов в фонд социального страхования на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, составляющих 30% и 20% соответственно от фонда заработной платы (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Страховые взносы

Замена компенсатора сильфонного КД-10-700 ТУ5-05ИЯНШ.300260.041 ТУ	Сумма страховых взносов, руб.
	10497,5

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицу 4.7 [34].

Таблица 4.7 – Расчет амортизационных отчислений при замене компенсатора сильфонного КД-10-700 в составе СКНР-700

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./смену
		одного объекта	всего		
Кран-манипулятор	1	1920000	19200000	10	5260
ИТОГО					5260

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма прямых затрат на проведение работ (таблица 1.8).

Таблица 4.8 – Затраты на проведение работ

Состав затрат	Замена компенсатора сильфонного КД-10-700 в составе СКНР-700
Материальные затраты и электроэнергия	224300,92
Затраты на оплату труда	20995
Страховые взносы	10497,5
Амортизационные отчисления	5260
ИТОГО	261053,42

Составим общую смету затрат по замене сильфонного компенсатора в

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

составе СКНР. (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Смета затрат на выполнение работ

Статьи затрат	Замена компенсатора сильфонного КД-10-700 в составе СКНР-700
Материалы и электроэнергия	224300,92
Оплата труда	20995
Страховые взносы	10497,5
Амортизация основных средств	5260
Накладные расходы	14320
Прочие расходы	3600
ИТОГО	278973,42

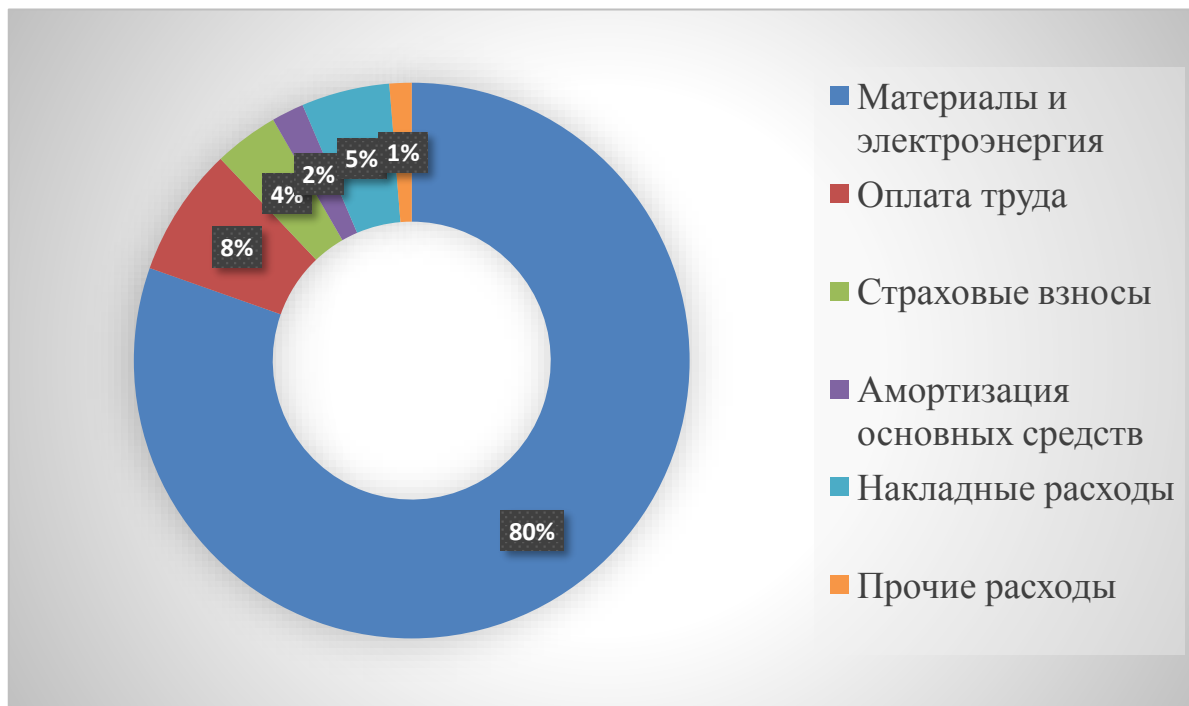


Рисунок 4.1 – Структура затрат при замене компенсатора сильфонного КД-10-700 в составе СКНР-700

Выводы:

В данной главе был произведен расчет экономических затрат при замене карданного компенсатора в системе СКНР. Большую часть работ занимают технологические работы. Основной структурой затрат является материалы и электроэнергия. Общая сумма затрат является незначительной по сравнению с капитальными затратами при возведении СКНР, поэтому замена сильфонного компенсатора является правильным решением при возникновении вероятности нарушения надежной работы системы.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Согласно статистике отказов происходящих на резервуаров месторождений РФ, одной из самых частых причин отказов является место соединения резервуара с ТТ. Акты аварий демонстрируют, что в основном отказ произошел из-за неравномерной осадки основания. Для компенсации нагрузок, возникающих в трубопроводах, предусмотрена система СКНР. Нарушение надежной работы резервуара может приводить к значительным экономическим, экологическим убыткам и к сожалению, к человеческим жертвам. Поэтому очень важно поддерживать надежную работу резервуарных парков и своевременно производить замену поврежденных частей или конструкций с выработанным числом рабочих циклов.

В данном разделе проведен анализ возможных вредных и опасных факторов при замене сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700. Также описаны мероприятия по их уменьшению, рассмотрены вопросы промышленной безопасности, гражданской обороны, охраны окружающей среды а также организационные и правовые вопросы обеспечения безопасности.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

По степени опасности или вредности условия труда делятся на следующие четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные, опасные условия труда.

Условия труда при замене сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700 являются допустимыми. Условиями труда, которые являются допустимыми (2 класс) являются те условия, при которых происходит воздей-

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемно-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>			<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никольчиков В. К.</i>					69	103
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ ИШПР</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрина А. В.</i>				<i>ГРУППА 2БМ81</i>		

ствие на рабочего вредного или опасного производственного фактора, уровни воздействия, которых не превышают уровни, установленные в нормативных документах.

Работа осуществляется в контакте с нефтью и нефтепродуктами. Это может оказать негативное влияние на здоровье работников.

Компенсации и гарантии людям, работающим с вредными реагентами устанавливаются в соответствии ТК РФ [36]. Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4 процента тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда. Дополнительный оплачиваемый отпуск работникам продолжительностью 2 календарных дня. Работник за счет средств работодателя подлежит всем видам обязательного страхования, а также негосударственному пенсионному обеспечению. Так как работа во вредных условиях труда связана еще с сильным загрязнением или влиянием бактериологических или физических факторов, работодатель обязан выдавать смывающие и обезвреживающие средства. Рабочий день на данном объекте составляет 11 часов и выполняется вахтовым методом работы, так как объект является удаленным.

Охрану труда рабочих следует обеспечивать путем выдачи администрацией необходимых средств индивидуальной защиты, выполнения мероприятий по коллективной защите рабочих, установки санитарно-бытовых помещений и устройств в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ .

5.1.2 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Рабочая зона, ее оснащенность и ее оборудование, которые применяются в соответствии с характером выполняемой работы, должны обязательно обеспечивать безопасность рабочего, сохранение его здоровья и поддержание рабо-

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						70
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

тоспособности всего персонала организации.

Важно, чтобы организация осуществляла проверку и оценку состояния охраны труда и промышленной безопасности, которая включает в себя следующие уровни и формы контроля [37] :

Таблица 5.1 – Уровни и формы контроля при проверке и оценке состояния охраны труда и промышленной безопасности

Уровень кон- троля	Форма контроля
Постоянный	Проведение постоянного контроля рабочими исправности технологического оборудования, приспособлений, инструмента, заземления и других средств защиты до начала работ и процессе работы на рабочих местах согласно инструкциям по охране труда
Периодический	Проведение периодического оперативного контроля, который проводится руководителями работ и подразделений организации согласно их должностным обязанностям
Выборочный	Проведение выборочного контроля условий труда в подразделениях предприятия, проводимый службой охраны труда согласно утвержденным планам.

Проведение инструктажа по технике безопасности и обучение безопасным приемам и методам работы проводит инженер по охране труда (при наличии данной должности) или лицо, исполняющее его обязанности.

Лица, являющиеся виновными в нарушении правил техники безопасности и охраны труда, несут ответственность (дисциплинарную, административную) в порядке, определенном действующим законодательством [37].

В нашем случае зоной проведения работ является участок на открытом воздухе, который находится между патрубком резервуара и технологическим трубопроводом. Во время проведения огневых работ на месте должна дежурить пожарная бригада, также должны быть оборудованы пожарные щиты. При применении электродуговой сварки аппараты питания должны быть заземлены. Для подъезда КМУ должен быть сделан свободный проезд. КМУ должен располагаться в месте, при котором стрела не будет пересекать линии электропередач или связи. Работы должны проводиться на бетонных плитах, предварительно очищенных для избегания несчастных случаев.

5.2 Производственная безопасность

Замена сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700 является работой повышенной опасности, вследствие потенциальной возможности влияния опасных и вредных факторов указанных в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [38])	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата рабочего помещения	+	+	+	СанПин 2.2.4.548-96 [39] ГОСТ 12.1.005-88 [40]

Продолжение таблицы 5.2

2.Повышенный уровень шума на рабочем месте	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-83 [41] СН 2.2.4/2.1.8.2.562-96 [42]
3. повышенный уровень вибрации		+	+	ГОСТ 12.2.003-91 [43] СНиП II-12-77 [44]
4. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу		+	+	ГОСТ 12.1.007-76 [45]
5.Поражение электрическим током	+	+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2009 [46]
6.Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов		+	+	ГОСТ Р 51337-99 [47]

5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

5.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата рабочего помещения

Микроклимат производственного помещения – это состояние внутренней среды помещения, которое влияет на человеческий организм посредством температуры, скорости движения воздуха, температуры окружающей поверхности и влажности. Высокая температура способствует ускоренному утомлению работника, может стать причиной перегрева, теплового удара. Низкая температура может также негативно влиять на организм человека, она может вызвать охлаждение организма, простудное заболевание или даже обморожение. Подвижность воздуха увеличивает теплоотдачу организма, она имеет положительное значение при высоких температурах и отрицательное – при низких. При высокой температуре воздуха и относительной влажности может случиться перегрев организма, а при низкой переохладение организма из-за усиление теплоотдачи с поверхности кожи. Также низкая влажность может стать причиной пересыхания слизистых оболочек дыхательных путей. ГОСТ 12.1.005 – 88 «Воздух рабочей зоны» [40] определяет основные санитарно-гигиенические требования к температуре, относительной влажности, скорости движения воздуха в воздухе рабочей зоны с учётом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезона года.

Меры по обеспечению благоприятного микроклимата:

В данном случае производственным помещением является цех по текущему ремонту оборудования, в котором будет производиться нанесение антикоррозионной защиты на компенсатор.

Система отопления (так как на данном объекте суровые климатические условия, то следует возводить здания с толщиной стен не менее 0,8 м, рабочих защищаем от открытых систем отопления теплоотражающими экранами, строим теплоизоляцию источников, при сильной тепловом излучении возводим теплоотводящие экраны, для данной системы с давлением до 5 атм. организуем диагностику, планово-предупредительный ремонт).

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						74
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Вентиляция (естественная вентиляция – аэрация, механическая вентиляция, кондиционирование – поддержание в помещениях заранее заданных метеорологических условий).

Также будут производиться СМР на открытом воздухе. Спецодежда – должна защищать от низкой температуры и осадков, изготавливается из хлопчатобумажных тканей с водоотталкивающими пропитками, для зимних условий из натурального меха. Следует проводить чередование труда и отдыха.

5.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

На рабочем месте при производстве работ шум может создаваться различным работающим оборудованием, к нему относятся центробежные и плунжерные насосы, теплообменники, распыляющие устройства и другое оборудование.

Шум – это спектр звуков различных частот. Работникам рекомендуется находиться в наушниках, так как длительное воздействие шума может оказывать вредное влияние на организм работника.

Громкость ниже 80дБ, как правило, не оказывает никакого влияния на органы слуха, а воздействие шума выше 85дБ в соответствии с нормативными документами СН 2.2.4/2.1.8.2.562-96 [42] и ГОСТ 12.1.003-83[41], способно привести к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления в организме человека. Основные методы борьбы с шумом:

- Применение СИЗ (наушники, ушные вкладыши)
- Снижения шума в его источнике (использование звукоизоляции)
- Применение средств автоматического управления технологическими процессами
- Снижение шума на пути распространения звука

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						75
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5.2.1.3 Повышенный уровень вибрации

Объектами повышения уровней вибрации являются теплообменники, трубопроводы, насосы и т.п. Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к серьезным последствиям под названием «вибрационная болезнь». Кроме того, от длительной вибрации страдает сердечно-сосудистая система и особенно - микроциркуляторное русло (мелкие сосуды, в которых идет непосредственная отдача кровью кислорода и утилизация из тканей углекислого газа).

Для соблюдения санитарного контроля и нормирования применяются средние квадратические значения виброскорости или виброускорения, а также их значения в логарифмическом виде в децибелах. По санитарным нормам для первой категории общей вибрации, значение виброускорения скорректированного по частоте имеет значение 62 дБ, а для виброскорости – 116 дБ. Наиболее опасной для человеческого организма вибрация с частотой 6-9 Гц [44]

Коллективные средства защиты: применение амортизаторов (пружинных, резиновых, металлорезиновых). При строительстве оборудования нужно его надежно крепить и контролировать, амплитуда колебаний подошвы для особо ответственных установок – 0,05 мм. Производить планово предупредительный ремонт (отцентровка, балансировка). В работе оборудования применять вибросмазки. Применение динамических виброгасителей. Производить кратковременные перерывы в работе на 10 -15 минут через каждые 1,5 часа.

5.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.2.2.1 Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

При производстве СМР ошибка в последовательности выполнения технологических операций или нарушение правильной работы оборудования может привести к выбросу ГВС в атмосферу.

При вдыхании, при попадании на кожу, в органы пищеварения поража-

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

ют органы дыхания, ткани и системы жизнеобеспечения, особенно центральную нервную, кровь, печень, желудочно-кишечный тракт, сердечнососудистую систему, верхние дыхательные пути, легкие, кожные покровы, слизистую оболочку глаз. Для безопасной работы необходимо производить постоянный анализ ГВС. ПДК составляет 300 мг/м³.

Защита дыхательных органов осуществляется с помощью разнообразных противогазов и респираторов. Органы зрения защищаются путем использования предохранительных очков. Респираторы предназначены для предотвращения попадания в легкие человека взвешенной в воздухе пыли, противогазы - для защиты от вредных паров и различных газов. Выбор противогаза определяется от значения концентрации кислорода в воздухе: Фильтрующие - при содержании кислорода в воздухе свыше 19 %. Шланговые - применяются при содержании кислорода в воздухе менее 20 % при наличии в воздухе больших концентраций вредных газов (свыше 0,5 % об.). Также шланговые противогазы всегда применяются при работах происходящих внутри аппаратов, резервуаров и других закрытых объектах.

Каждый сотрудник, работающий на данном производстве должен иметь СИЗ.

Данный объект должен иметь на балансе приборы для замера вредных веществ (газоанализаторы, лазерная техника).

Должна учитываться роза ветров, с учетом эвакуации населения и постройки жилых помещений.

5.2.2.2 Поражение электрическим током

Слабо изолированные токопроводящие части различных оборудований (теплообменники, насосы, тепловые камеры) могут привести к поражению электрическим током. Электрическая цепь через тело человека возникает только при условии, что человек касается цепи как минимум в двух точках [44].

Воздействие электрического тока может приводить к электротравмам

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

(ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрическому удар и профессиональным заболеваниям. Ожоги является наиболее опасным последствием возникновения электрической цепи. По способу получения различают 2 основных вида:

- токовый (контактный) вид – возникает непосредственно при появлении контакта человека с токоведущей частью, когда электрический ток проходит через тело человека;

- дуговой вид – данный вид, обусловлен тепловым воздействием электрической дуги на тело человека (такие ожоги обычно серьезные и глубокие).

В электрической цепи значение параметра напряжения должно удовлетворять ГОСТ 12.1.019 – 79 [46] и быть в свою очередь не более 50 мА. В целях защиты от поражения током применяются коллективные и индивидуальные средства.

Таблица 5.3 – Коллективные и индивидуальные средства защиты

Коллективные средства защиты	Индивидуальные средства защиты
Зануление	Изолирующие подставки
Изоляция токопроводящих частей	Диэлектрические перчатки
Защитное отключение	Диэлектрические боты
Установка оградительных устройств и предупредительной сигнализации	Изоляция рукояток инструментов
Применение малых напряжений	
Использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов	

5.2.2.3 Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов

В процессе проведения различных работ с использованием того или иного оборудования возникает вероятность перегрева его поверхностей и меха-

нических частей, что может привести к опасности получения работниками ожогов при контакте с нагретыми поверхностями. Для оценки риска ожога при контакте поверхности машины с кожей необходимо измерить температуру поверхности. Измерение проводят в нормальных условиях работы оборудования. Также должен быть учтен наибольший нагрев поверхности оборудования перед окончанием работ. Если температура равна или превышает ожоговый порог, то имеется риск ожога. Необходимые защитные меры должны реализовываться применительно к персоналу. Могут быть приняты как одиночные так и комбинированные [37].

Конструктивные меры:

- снижение температуры поверхности;
- изоляция (например, из дерева, пробки, фибры);
- ограждение (экран или барьер); -конфигурирование поверхности (придание шероховатости, использование ребер).

Организационные меры:

- предупредительные (предупредительные сигналы, индикация и звуковые сигналы тревоги);
- инструктаж, обучение;
- техническая документация, инструкции пользователю.

Меры персональной защиты:

- индивидуальное защитное снаряжение.

Предпочтительны конструктивные меры [47]

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						79
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Воздействие на атмосферу

Обеспечение минимального возможного выделения загрязняющих веществ в атмосферу является одной из определяющих целей при эксплуатации оборудования. Источником загрязнения могут являться пары нефти и нефтепродуктов вышедшие в атмосферу при неправильном проведении дренажа. ПДК паров нефти – 300 мг/м³, сероводорода – 10 мг/м³, а сероводорода в смеси с углеводородами – 3 мг/м³.

Проектом предусматривается определенный комплекс решений:

- технологические операции, процессы производятся в герметичной аппаратуре;
- арматура которая работает при избыточном давлении должна быть оборудована предохранительными устройствами;
- должна быть предусмотрена специальная закрытая дренажная емкость, в которую производится сброс остатков углеводородов от предохранительных клапанов при освобождении трубопроводов и оборудования при остановке или ремонте.

5.3.2 Воздействие на литосферу

В качестве источника загрязнения выступает нефть и нефтепродукты оставшиеся после дренажа технологических трубопроводов, а также содержимое резервуара при нарушении его надежной работы. Для оценки загрязненности почвы принята классификация показателей уровня загрязнения [48] по концентрации нефтепродуктов в почве:

- <1000 мг/кг - допустимый уровень загрязнения;

					Социальная ответственность	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 1000-2000 мг/кг - низкий уровень загрязнения;
- 2000-3000 мг/кг - средний уровень загрязнения;
- 3000-5000 мг/кг - высокий уровень загрязнения;
- >5000 мг/кг - очень высокий уровень загрязнения.

Для обеспечения защита литосферы на технологических площадках находящихся на открытом пространстве предусматривается твердое покрытие с оборудованными отводами для талых и дождевых стоков которые затем направляются в специальные приямки. Также при обслуживании технологического оборудования, дождевые стоки могут быть откачаны погружными насосами от в специальную резервуарную емкость и вывезены на очистные объекты. Проезды покрываются железобетонными плитами. В период строительства и после окончания рекультивация и зачистка трассы должна применяться в границах полос отвода. Рекультивация использованных земель состоит из двух последовательных этапов: технический и биологический.

5.3.3 Воздействие на гидросферу

При несоблюдении правил эксплуатации, авариях, ремонтных работах различные загрязняющие вещества(нефть, шлам, масла и т.п.) поступают в гидросферу в составе сточных вод от различных оборудований. Нормативы ПДК нефтепродуктов в стоках. Предельно допустимая концентрация многосернистой нефти в стоках – 0,1 мг/л, прочих видов нефти – 0,3 мг/л.

Для предотвращения загрязнения используются различные методы очистки: химический(ионообменный метод, адсорбция),механический, физико-химический(электрокоагуляция, электродиализ), биологический и термический. Состав сточных вод является разнообразным, в него входят различные примеси: нефтепродукты, хлориды, железо, сульфаты. Поэтому для эффективной очистки нужно использовать различные методы комплексно.

Мероприятия по защите гидросферы: осмотр оборудования и устранение неисправностей; удаление отходов в определенные места и дальнейший транс-

					Социальная ответственность	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

порт к местам переработки, а затем отведение сточных вод

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации в зависимости от характера их возникновения подразделяют на природного и техногенного характера. На территория Западной Сибири частыми ЧС природного характера являются: лесные пожары, паводки, морозы, метели, техногенного: пожары, отключение электроэнергии, взрывы, разливы ядовитых реагентов. Также ЧС разделяют на внутренние (по причине на предприятии) и внешние (по причине не находящейся на предприятии). По внутренним причинам часто происходят пожары, отключение воды, электроэнергии, тепла. Также особо опасными являются взрывы паровоздушных смесей и разливы ядовитых веществ. Ко внешним ЧС относятся аварии на автомобильных дорогах, соседних предприятиях.

Для снижения вероятности возникновения чрезвычайного происшествия применяются различные меры: своевременная техническая диагностика, обслуживание и ремонт оборудования; применение приборов для контроля и сигнализации, периодические и внеочередные инструктажи работников предприятия.

При замене сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700 могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

- Выход перекачиваемого продукта на поверхность;
- Возникновение возгорания продукта или конструкций;
- Взрыв продукта находящегося в резервуаре

Наиболее возможным чрезвычайным происшествием может стать возникновение возгорания при производстве сварочно-монтажных работ. Для исключения подобного случая перед началом работ требуется:

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						82
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- Провести анализ ГВС, а также проводить последующие анализы каждые 30 минут;
- Проверить герметичность запорной арматуры;
- Не использовать оборудования кустарного производства;
- Допускать к работе персонал прошедший инструктажи и имеющий соответствующие документы;

В случае аварии необходимо обесточить все электрооборудование и сообщить о происшествии в пожарную часть, принять первичные меры по тушению, в случае их неэффективности, эвакуироваться на безопасное расстояние.

Выводы:

Условия труда при замене сильфонного компенсатора КД-10-700 в составе СКНР-700 являются допустимыми. Работа осуществляется в контакте с нефтью и нефтепродуктами. Это может оказать негативное влияние на здоровье работников. Рабочих следует обеспечивать средствами индивидуальной и коллективной защиты. Проектом должен предусматриваться комплекс решений, при котором процессы должны производиться в герметичной аппаратуре и она должна быть оснащена предохранительными устройствами. Также в обязательном порядке должна быть предусмотрена дренажная ёмкость.

Открытые технологические площадки должны быть оборудованы твердым покрытием с отводами для стоков. Для предотвращения загрязнений должны применяться различные методы очистки. Наиболее возможным чрезвычайным происшествием может стать возникновение возгорания при производстве сварочно-монтажных работ.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы проведен литературный обзор в области технологий сильфонных компенсаторов. Выполнено сравнение характеристик различных компенсирующих устройств, а так же влияние свойств транспортируемого продукта на работу компенсатор и основные технико-экономические принципы выбора компенсирующих устройств.

В следующей главе произведен анализ текущего состояния, проблем и вектора развития сильфонных компенсаторов, циклический срок работы и защиты трубопровода от разрушающих факторов путем использования сильфонных компенсаторов.

В третьей главе проведен расчет сильфонного компенсатора на прочность, жесткость и малоцикловую прочность; исследовано напряженно-деформированное состояние карданного компенсатора в составе СКНР при превышении критических эксплуатационных параметров. В ходе термочностного анализа была смоделирована осадка резервуара на 5 мм. Было выявлено сильное влияние давления рабочего продукта на НДС системы. При приложении давления 1 МПа на внутреннюю стенку максимальной эквивалентное напряжение увеличилось на 212%, а запас прочности был ниже единицы. Также при повышенных давлениях рабочего продукта в целом повышается амплитуда эквивалентных напряжений, что приводит к сокращению долговечности и уменьшению надежности системы и даже незначительные его колебания могут приводить к текучести материала.

В следующей главе был произведен расчет экономических затрат при замене карданного компенсатора в системе СКНР. Была рассчитана структура затрат, а также составлен календарный график работ. Также было выяснено,

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>			<i>Заключение</i>							
<i>Руковод.</i>		<i>Никольчиков В. К.</i>								84	103	
<i>Консульт.</i>								<i>НИ ТПУ</i>			<i>ИШПР</i>	
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрина А. В.</i>						<i>ГРУППА</i>			<i>2БМ81</i>	

что замена сильфонного компенсатора является правильным решением при возникновении вероятности нарушения надежной работы.

В последней главе были определены меры безопасности при проведении работ по замене компенсатора, наличие вредных факторов и мероприятия для их устранения. Также была проанализирована возможность загрязнения окружающей среды. Наиболее возможным чрезвычайным происшествием может стать возникновение возгорания при производстве сварочно-монтажных работ.

					<i>Заключение</i>	<i>Лист</i>
						85
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1) Худяков Д.С. Обеспечение безопасности эксплуатации разнородных соединений сильфонных компенсаторов с трубопроводами: дис. ... канд.тех.наук: 05.26.04/ Худяков Дмитрий Сергеевич; науч.рук. А.А. Халимов; ГУП ИПТЕР. - Уфа – 2009. – 137 с.

2) Finite element analysis and experimental study on a bellows joint. X.M. Xiang , G. Lu , Z.X. Li , Y. Lv., <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcsr.2016.09.026>, 2016

3) Применение сильфонных компенсаторов на различных трубопроводах. <http://silphon.ru/> Дата обращения 03.08.2017.

4) Глебович С.А. Расчет сильфонных компенсаторов с учетом напряженно- деформированного состояния трубопровода // Территория инноваций. – Энгельс, 2018. - № 1 (17). – С. 36-42.

5) Трощенко В. И. Усталость металлов при неоднородном напряженном состоянии / В. Т. Трощенко; Институт проблем прочности им. Г.С. Писаренко НАН Украины. – Киев, 2011. – 130 с.

6) Прочность при малоцикловом нагружении. Основы методов расчета испытаний / С . В . Серенсен Р. М. Шнейдерович , А . П . Гусенков и др . М . : Наука , 1975.

7) Numerical Investigations on Characteristics of Stresses in U-Shaped Metal Expansion Bellows. S. H. Gawande, N. D. Pagar V. B. Wagh and A. A. Keste, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/957925>, 2015

8) Установка сильфонных компенсаторов. <http://ros-pipe.ru> – Дата обращения 22.12.17

9) Г.М. Говядко, В.И. Есарев, В.Д. Дубчак. Компенсаторы для трубопроводов. Справочник. – ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. Санкт-Петербург, 1993.

					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Долгалева М. С.</i>			<i>Список использованных источников</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Никульчиков В. К.</i>					86	103
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ</i>		<i>ИШПР</i>
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Шадрина А. В.</i>				<i>ГРУППА</i>		<i>2БМ81</i>

10) Experimental investigation of pipes with flexible joints under fault rupture. Vasileios E. Melissianos , Xenofon A. Lignos, Konstantinos K. Bachas, Charis J. Gantes, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcsr.2016.09.026> , 2016

11) Numerical evaluation of the effectiveness of flexible joints in buried pipelines subjected to strike-slip fault rupture, Vasileios E. Melissianos, Georgios P. Korakitis, Charis J. Gantes, George D. Bouckovalas, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soildyn.2016.09.012>, 2016

12) Л.А. Мацкин, И.Л. Черняк, М.С. Илембитов. Эксплуатация нефтебаз. Недра. М.:-1975.-392с

13) Афанасьев В.А., Бобрицкий Н.В. Сооружение резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. - М: Недра, 1981. –180- 192 с.

14) Н.С. Стрелецкий, А.Н. Гениев, Е.И. Беленя и др. Металлические конструкции. Под общей редакцией чл.-корр. АН СССР, действит. чл. АСИА СССР Н.С. Стрелецкого. Госстройиздат, Москва-1961

15) Т.Т. Стулов, Б.В. Поповский, О.М. Иванцов и др. Сооружение газохранилищ и нефтебаз. Учебное пособие. Недра. М.: 1973.-366с. ил.

16) Берлинер Ю.И., Романов Н.Я. Перспективы развития конструкций и производства волнистых компенсаторов.: Сб. "Дальнейшая индустриализация работ по строительству трубопроводов". М.: ВНИИмонтажспецстрой, 1973. - С.51-54.

17) Берлинер Ю.И. Современные конструкции компенсаторов для аппаратов и трубопроводов. — М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1975. — 55 с.

18) ООО «Самарский завод нефтяного и резервуарного оборудования». Система компенсации нагрузок от приемо-раздаточных патрубков на стенку резервуара. СКНР. Руководство по эксплуатации и монтажу. -М: Самара 2009;3-7 с.

19) Завод деталей трубопроводов "РЕКОМ"[Электронный ресурс]: Опоры трубопроводов. Режим доступа: <http://www.zavod-rekom.ru/products/12/>, свободный

					Список использованных источников	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

20) Большая Энциклопедия Нефти Газа [Электронный ресурс]: Несущая конструкция – трубопровод. Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id104985p2.html>, свободный

21) Бурцев К. Н. Металлические сильфоны. Машгиз, М., 1963. –163с.

22) Применение компенсаторов. <http://ros-pipe.ru/> Дата обращения 03.08.2017.

23) Антонов П. Н. «Об особенностях применения компенсаторов», журнал «Трубопроводная арматура», № 1, 2007.

24) Сильфонные компенсаторы. <http://santermo.ru/> Дата обращения 03.08.2017. Справочник

25) «Промышленное газовое оборудование» / Под ред. Е. А. Карякина. — 5-е. — Саратов: Научно-исследовательский центр промышленного газового оборудования «Газовик», 2010.

26) Анализ эксплуатации сильфонных компенсаторов на предприятии. <http://kompensator.cwx.ru/> Дата обращения 03.08.2017.

27) Добровольский В.А., Заблонский К.И., Мак С.Л., Радчик А.С., Эрлих Л.Б. Детали машин. Четвертое издание. М. – 1960.

28) Сильфоны. Расчет и проектирование. Под ред. Л. Е. Андреевой. М., «Машиностроение», 1975

29) Коршак А.А., Нечваль А.М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. СПб.: Недра, 2008.

30) Реактивные силы. [Электронный ресурс]: <http://www.ngpedia.ru> - Дата обращения 22.12.17

31) ГОСТ 30780-2002 - Сосуды и аппараты стальные, компенсаторы сильфонные и линзовые, методы расчета на прочность.

32) ГОСТ 12820-80 – Фланцы стальные плоские приварные на P_y от 0,1 до 2,5 Мпа

33) Паспорт СКНР 01.00.00.000 ПС. Системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточных патрубков на стенку РВС 10-50 тыс.куб.м.

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

34) Боярко, Г. Ю. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: методические указания / Г. Ю. Боярко, О. В. Пожарницкая, В. Б. Романюк и др. – Томск: НИ ТПУ, 2017. – 42 с.

35) Завод по Разботка, производство и поставка сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств "Компенсатор" [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.kompensator.ru/>, свободный.

36) Трудовой кодекс Российской Федерации. Официальный текст: текст Кодексаприводится по состоянию на 1 января 2018 г. – Москва: Статус, 2018 – 280 с.

37) О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (в ред. от 21.07.1997) // Собр. законодательства РФ. – 1997. – № 30. – Ст. 3588.

38) Гост 12.0.003-2015 система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [электронный ресурс]. – режим доступа к стр <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 27.03.20).

39) Санитарные правила и нормы (СанПиН) 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Введ.01.10.1996.– Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001. – 20 с.

40) ГОСТ 12.1.005-88*.Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Взамен ГОСТ 12.1.005 – 76; Введ. с 01.01.1989 – Москва: Изд-во: Стандартиформ, 2006. – 50 с.

41) ГОСТ 12.1.003-83.Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.1.003 – 76; Введ. с 01.07.1984 – Москва: Изд-во: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.

42) Санитарные нормы (СН) 2.2.4/2.1.8.2.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Введ. 31.10.1996.– Москва: Изд-во: Информационно-издательский центр Минздрава России,1997.

					Список использованных источников	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

43) Гост 12.2.003-91 система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр <http://docs.cntd.ru/document/901702428> (дата обращения: 27.03.20).

44) СНИП II-12-77. Строительные нормы и правила . Защита от шума. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр <http://docs.cntd.ru/document/871001211> (дата обращения: 27.03.20)

45) ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Введ. с 01.01.1977. Дата изд. 01.04.2007 – Москва: Изд-во: Стандартинформ,2007. – 6 с.

46) ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Введ. с 01.01.2011. Дата изд. 30.11.2010 – Москва: Изд-во: Стандартинформ, 2010. – 28 с.

47) Гост Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр <http://docs.cntd.ru/document/1200009083> (дата обращения: 27.03.20)

48) Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.)

					Список использованных источников	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение I

(справочное)

Oil tanks feasibility and comparative characteristics of pipe expansion joints

Студент

Группа	ФИ О	Подпись	Дата
2БМ81	Долгалев М.С.		02.06.20

Руководитель ВКР

Должность	ФИ О	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Никульчиков В.К.	к.т.н.		02.06.20

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИ О	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Поздеева Г.П.	к.филол.н.		02.06.20

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
					Исследование напряженно-деформированного состояния системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточного патрубка на стенку резервуара при превышении критических параметров эксплуатации Приложение I					
Разраб.		Долгалев М. С.								
Руковод.		Никульчиков В. К.								91
Консульт.										103
Рук-ль ООП		Шадрина А. В.						НИ ТПУ		ИШПР
					ГРУППА		2БМ81			

Introduction

Tanks storing petroleum products, fuel, crude oil are one of the most important technical structures of petroleum storage depots. Storage tanks reliability is a critical parameter for safe operation of an oil storage facility, as well as for the environment. The required level of reliability of such structures is selected at the design stage, and an emergency can lead to the oil spillage of huge quantities [1]. When analyzing accident statistics, a violation of the reliable operation of the tank is an infrequent event, but it leads to terrible events. Such accidents are accompanied by enormous economic and environmental damage, and sometimes lead to fatalities. Economic consequences include not only equipment restoration costs and product losses, but also mandatory measures to restore the previous state of the environment.

Failure data of oil storage facilities and various tanks in the oil fields of the Russian Federation show that one of the most common causes of failure is the connection zone between the tank nozzle and the process pipeline.

Accident reports show that up to 80% of incidents occur due to differential settlements of the tank base and a number of side factors. However, it is not possible to determine the accurate quantitative ratio of the base differential settlement and other factors influence. Nevertheless, some failures occurred due to process pipelines and vertical tank shells differential settlements, which caused the pipe to come off from the reinforcing sheet and led to destruction[1].

It is not possible to completely reject the oil tank settlement factor, since the vessel is located on soils with certain own properties, but the emerging loads can be minimized using additional mechanical devices. One of these designs is a system of load compensation from the inlet and distribution nozzles to the tank wall .

This design allows reduce the loads on inlet and distribution pipes of the vessel. These loads arise from process pipelines or vessel body supports settlements, various deformations of the inner and outer surfaces of the pipes and tanks with fluctuating transported product properties, as well as pipelines weight changes in filling and emptying processes.

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						92
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Included in this system, bellows expansion joints have sealed and temperature-resistant designs, and also have significant anti-corrosion properties. Their design reduces the load for a wide range of values and frequencies and has a significant service life.

The research object is the stressed-deformed state of the system of load compensation from the inlet and distribution nozzles to the tank walls.

The subject of research is the stressed-deformed state of the system of load compensation from the inlet and distribution nozzles to the tank walls with a product pressure exceeding the critical operating parameters.

The research is aimed at identifying ways to improve the operational reliability of the system of load compensation from the inlet and distribution nozzles to the tank walls.

The main tasks are as follows:

- to perform a comparative analysis and feasibility study of various compensating devices;
- to study the composition and basic technical characteristics of compensating system;
- to calculate the bellows expansion joint for strength, stiffness and low cycle strength;
- to investigate the stressed-deformed state of expansion joints as part of the system of load compensation from the inlet and distribution nozzles to the tank walls with a product pressure exceeding the critical operating parameters.

Novelty and practical significance of the research

The topic of the research was chosen due to the decree of the President of the Russian Federation dated December 1, 2016 No. 642. Accordingly, the special attention should be paid to countering technological threats as a source of danger to society, the economy and the state. Therefore, the technical improvement of pipelines in the oil and gas industry in order to increase their reliability has not yet lost its relevance. However, despite a number of undeniable advantages, the use of bellows ex-

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						93
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

pansion joints is not that ubiquitous. In this work, a connected thermal strength calculation is carried out, which is not taken into account in the calculation of regulatory documents. This calculation is tied to the actual oil tank -20000 No. 32 of the Alexandrovskaya oil pump station. The results obtained make it possible to increase the operational reliability of the system due to additional factors influence on the system operation and the timely detection of malfunctions.

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						94
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Literature review

One of the successful ways to improve the pipeline systems and equipment operation reliability, as well as reduce capital costs, is to use special compensation devices. Recently, bellows expansion joints, which are more technologically cost-efficient in comparison with other types, have begun to be used more often. The bellows expansion joints not only compensate a pipe size changes due to temperature fluctuations, but also reduces vibration loads. It increases the elasticity of pipe joints, for which there is a risk of soil subsidence or displacement of bases.

In the thesis [1], a comparative analysis of various compensation systems: U-shaped, lens, bellows is given and it is concluded that bellows expansion joints have significant compensating ability per wave, the possibility of application at high pressures (up to 64 kgf /m³) and in a wide temperature range. Also mathematical models for connecting expansion joints to pipelines are given.

The finite elemental analysis of bellows expansion joints was carried out in [2]. This article describes the modeling process of expansion joints with a different number of threads and in different loads, as well as compares the model with the outcomes of the experience performed at the laboratory bench.

The practical use of expansion joints is considered in the study [3]. It discloses the effectiveness of the exploitation of these devices in various pipelines, studied possible dangers and negative factors for each option. In [4], a methodology for calculating bellows expansion joints is given taking into account the stressed-deformed state.

In inhomogeneous stress, metal fatigue is analyzed in [5], as well as the metal strength under low-cycle loading in [6].

The stress characteristics of the U-shaped bellows expansion joints were considered in numerical modeling in [7]. The limiting values of the stress across the membrane were clarified, as well as the criteria for reliable operation.

Installation processes are considered in the article [8]. The necessary parameters for the calculation and design of expansion joints are considered in the Reference

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						95
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

book [9]. Due to its importance, thermal expansion stresses must be considered individually. Stresses appearing in pipelines depend on the following reasons [9]:

- force directed from the source of external interference;
- deformations caused by external objects;
- flexibility of pipe material.

An experimental study of expansion joints connection with pipe elements was performed in [10]. The behavior of expansion joints was analyzed for different types of load and for different types of expansion joints. Numerical modeling was also carried out in [11]. It analyzed the behavior of the pipeline in seismically active zones when installing expansion joints to reduce the likelihood of an emergency.

Also, scientific researches were executed by the institutes of OAO «Giprotruboprovod», «IPTER», «Sevmash», «Compensator», «Energomash», and many prominent scientists such as: Gumerov A.G., Gumerov R.S., Bazhaikin S.G., Bykov L. I., Budilov I.N., Shestov V.N., Lepork K.K., Iskhakov R.G., engineers Khangildin V.G., Nekrasov V.A. made a great contribution to the development of this issue.

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						96
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1.1. Oil tanks feasibility

An oil tank is a structure with sufficient tightness for reliable storage of liquids and gases including oil and oil products. Such vessels must meet all the requirements of technical safety standards, as well as be corrosively resistant. Typically, such a facility is equipped with devices for determining the state of the product, pressure and flow rate [12].

A tank for oil and oil products is selected due to the regulatory documentation. It is specific for Petroleum Industry in Russia to use vertical and horizontal oil tanks. In horizontal tanks, fuel can be placed both on and under the surface depending on soil conditions. To store oil and oil products in horizontal tanks, the following special conditions must be met. The density limit shouldn't be exceeded by 1000 kg/m³, as well as pressure limits both for a flat bottom and for a conical one are 0.0 MPa and 0.07 MPa, respectively. The operating temperature of these objects is -60 - +35 C° with a maximum seismic stability of 7 points.

Basically, these vessels are used as fuel tanks at gas stations. In all other cases, vertical tanks are applied.

The main regulatory document establishing the requirements for vertical hydrocarbon storage tanks is GOST 31385-2008.

The type of a tank is selected due to technological processes, a type of the product as well as the location characteristics of the site.

The main types of oil tank structures include:

- tanks with a fixed roof without a pontoon;
- tanks with a fixed roof and with a pontoon;
- tanks with a floating roof.

The first type designs are used for accumulation of products with low volatility. However, oil tanks can also be used for products with high volatility, provided that they are additionally equipped with a light fraction catch pot or gas manifold.

The tanks with a pontoon are used to store high volatility goods. Thanks to an additional element in the design, as a consequence, the evaporation rate and the loss

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						97
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

of medium are reduced. A feature of this design is a pontoon in its structure, which is a disk-shaped coating located on the product mirror and covering more than 90% of the area. The pontoon rotates by means of guide pipes or cables. To prevent excessive load on the flooring, nipples for valves are installed.

The third type design of oil tanks includes a floating roof. It is located on the surface of stored hydrocarbons and has full contact with them. Rotation, as in the case of the previous type, is carried out by means of guide pipes, and buoyancy by means of pontoons with increased tightness. For effective emptying, the roof of the tank is located on special support columns. Also, the construction must include drainage for rainwater.

Special support columns are mounted on the bottom to support the roof if a tank is being emptied. The main advantage of the second and third types is reduction of losses from evaporation of stored products [13].

The following elements are included in each oil metal tank construction:

- breathing valves;
- safety valves;
- devices for erosion of bottom sediments;
- foam generators;
- a heating element;
- acceptance pipes;
- siphon taps;
- cleanup tap;
- stationary reduced samplers;
- control and signaling devices;
- fire-fighting equipment;
- manholes;
- light hatches;
- measuring hatches.

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		98

1.2 Comparative analysis of pipe expansion joints

A variety of technical equipment and apparatuses, as well as their operating conditions, created the necessity to develop special constructions able to compensate various loads. Moreover, there is often such a need for several types of compensation even within one technical system.

Using self-compensation of pipelines in the industry is the most common due to the effect of the natural flexibility of materials. Mostly, this technical solution is used for pipes of considerable lengths. The disadvantage of this method is the need to increase installation space, and also eliminate using trench-less pipes and loose-fill insulation due to lateral movements of pipelines.

At present, pipelines of large diameters have become much more commonly used in production, for which self-compensation is not possible and it is necessary to use other measures to compensate for loads [16].

1.2.1 U-shaped expansion joints

The considerable simplicity of production, as well as reliability and compensating effect make U-shaped (as well as L - and Z - shaped) expansion joints quite popular in the industry. They are made of welded and bent bends and bent pipes. These technical solutions can be applied at high temperatures and pressures, but only with small subsidence of supports or misalignment. Other disadvantages include the possibility of placing them only for long pipeline systems. However, the large size of the extensions of the expansion joints excludes the possibility of their use on large diameters. This feature often leads to economically disadvantageous decisions. Parallel laying of two pipelines with a smaller diameter is carried out instead of one. When operating “hot pipelines” with large temperature strains with a diameter less than 600 mm, the extension length of these compensatory systems can be so significant that the placement of fastening supporting structures is not always possible.

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						99
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

When operating U-shaped flat expansion joints under conditions of large temperature fluctuations, the construction of special building structures (pipe-racks) is required and this increases the overall cost by an average of 10-12%.

Another disadvantage of U-shaped flat expansion joints is the difficulty of their placement in the factory territories, because of the large number of various underground structures. Due to underground structures located near pipe-racks, the support foundations for pipeline expansion joints need to be located below these structures level, and if underground pipelines are laid, a casing is required, which further increases the total cost of the construction.

In all cases spatial expansion joints are recommended. However, even in this case, this leads to drain valves and bends increase in number, which ultimately leads to an increase in hydraulic resistance. In this case, the construction size increases vertically, but decreases horizontally. Whereas the total amount of work is slightly reduced [1].

The operational disadvantages of these expansion joints are the construction of additional air vents and drainage lines, as well as their subsequent maintenance.

The disadvantages of U-shaped expansion joints associated with operation include installation of additional drainage lines and air vents requiring maintenance, as well as the considerable complexity of the preliminary stretching of the expansion joints when using them on pipelines with a diameter of more than 300 mm. In addition, it should be taken into account that when a stress-strain state arises in the pipe bends, the effect of corrosion increases significantly, which generally reduces the durability of the pipeline system [16].

1.2.2 Internally guided expansion joints

A significant compensating ability, low hydraulic resistance and small dimensions can be attributed to the features of internally guided expansion joints. These devices are used in pipelines with a length of 60 m or more. Internally guided

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						100
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

expansion joints are mainly used on pipelines transporting hot water, steam and on air ducts. However, they can also be used on gas pipelines passing between coke, blast-furnaces sections at pressures less than 0.4 kgf /m^3 . These expansion joints are not recommended for the transportation of toxic and explosive matters.

The main disadvantage of these devices is that they cannot fully ensure the joint integrity between an expansion joint and a pipe due to significant friction forces. Also, the low resistance of the cushioning materials, the obligatory alignment during installation, often leads to multiple repairs of expansion joints, and hence the downtime of equipment [16].

1.2.3 Lens expansion joints

The most effective from the point of operational properties are lens and bellows expansion joints. The first developed earlier are half-lenses connected by a circumferential seam. These lenses are 120 mm high and are used at fairly low pressures (up to 6 kgf /m^3). To obtain a significant compensating ability of the lens, several lenses are joined together using welds.

Typically, the number of such lenses does not exceed four. The disadvantages are the relatively high production complexity of lenses, as well as the low reliability of the design, which led to some improvements in the design. Lenses began to be manufactured using a meridional seam via bending on bending machines. The profile strip up to 60 mm long is pre-stamped, which makes it possible to use these joints at pressures up to 16 kgf /m^3 , and diameters up to 6000 mm.

Axial lens expansion joints are used in various piping layouts (linear, volumetric, planar). Unloaded axial expansion joints are located exclusively on low supports, unlike unloaded axial, angular, rotary expansion joints, as well as angular lenses, which are also located on high racks, because the latter have significantly less spacer forces on construction objects. The advantages include greater rigidity, but lower cyclic durability, in contrast to bellows expansion joints [17].

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		101

1.2.4 Bellows expansion joints

Bellows expansion joints have a large compensating ability even at high pressures (up to 64 kgf /m³) in significant temperature ranges. They are also durable and reliable due to the minimum number of seams. These compensating devices are very widespread and are produced in a very wide range of operational parameters and sizes [17].

1.2.5 Flexible metal hoses

These devices can reduce temperature, vibration, hydraulic shocks loads.

Flexible metal hoses are made with a diameter in the range from 6 to 250 mm, and their maximum length depends on the diameter, material and production method and can reach tens of meters.

The working pressure of the metal hoses has a wide range and can reach 250 kgf/m³. There are also special designs that can further increase the structural strength against internal pressure. These devices are made mainly of stainless steel and can be operated at temperatures up to 500 ° C, and if you use more expensive alloys, you can achieve even higher values. Metal hoses are also effective for use in the low temperature range, they show resistance up to very low temperatures [1].

1.3. Technical and economic feasibility for choosing bellows expansion joints

In each case of the compensating solution choice a technical and economic feasibility analysis of the installation scheme is performed. The analysis of axial bellows expansion joints use in comparison with U-shaped compensation devices showed that for compensation of thermal expansion on pipelines of short lengths, the length of pipelines can be reduced by an average of 25%, which significantly reduces the cost of the project. And also due to the elimination of bends, pressure losses are reduced to 50%, which lead to energy savings.

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						102
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Other advantages include a reduction in number of the pipeline supports and, therefore, simplification of the structure. Installation work is greatly facilitated, due to the reduction of welded joints and thermal insulation work.

When using angular bellows expansion joints instead of U-shaped ones, the construction area is reduced and the setting of supporting devices is not required [1]. Even though, the load on the supports using U-shaped expansion joints is on average 2.5 times less, the use of bellows on low supports is much more profitable [1].

Lens expansion joints, compared with axial bellows, have less strength and reliability because of welding. Bellows with a multi-layer wall are characterized by less rigidity, this allows reducing the load on the supports and lowering their price.

It should also be noted the possibility of producing axial bellows with a significant number of corrugated tubes (up to 12) for installation on pipelines with diameters up to 500 mm. if trench-less laying is used. Currently, the installation of bent expansion joints and pipeline flexibility are used to reduce stresses from thermal elongations. However, due to frictional forces between the pipe and the soil prevents the pipe from moving in the longitudinal direction, which causes significant longitudinal loads causing large bending moments at the turning points (U-shaped expansion joint, L-shaped and Z-shaped joints). The value of these loads depends on the length of the pipeline, the size of the expansion joint and temperature. In these cases, axial bellows expansion joints are a reasonable solution. For example, in air ducts and water pipelines in the Far North, expansion joints are in use with a diameter of 160-900 mm. and ensure reliable operation at pressures up to 30 kg/m³. These joints made it possible to simplify the laying scheme, as well as reduce the amount of drilling work and construction of pile supports [1].

					<i>Приложение I</i>	<i>Лист</i>
						103
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		