

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) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и
 продуктов переработки»
 Отделение Нефтегазовое дело

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях»

УДК 622.692.4.053:532

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Коршунов Владимир Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Ю.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Н.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по программе бакалавриата

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

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ(ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</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) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и
 продуктов переработки»
 Отделение Нефтегазовое дело

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Коршунову Владимиру Сергеевичу

Тема работы:

«Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях»
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является участок нефтепровода «Александровское-Анжеро-Судженск» протяженностью 10 км, подверженный непрерывному гидравлическому испытанию на протяжении 36 часов. На основе полученных данных предлагается способ стабилизации давления испытываемого участка и устройства для его реализации.</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Провести исследование процесса и зависимости изменения давления в испытываемом участке нефтепровода от изменения температуры испытательной жидкости; определить и исследовать зависимость изменения объема испытательной жидкости от изменения ее температуры. Выполнить аналитический обзор современных устройств для проведения гидравлических испытаний. Определить способ стабилизации давления в испытываемом участке нефтепровода и предложить устройство для его реализации.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема гидравлического испытания трубопровода. Графики взаимозависимостей параметров гидравлических испытаний. Схема предлагаемого устройства.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p> <p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Консультант</p> <p>Макашева Ю.С., ассистент</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Абраменко Н.С., ассистент</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рудаченко А.В.	К.Т.Н.		21.02.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Коршунов В.С.		21.02.2018 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Коршунову Владимиру Сергеевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p><i>В данном разделе ВКР необходимо представить: график выполнения работ, в соответствии с ВКР; трудоёмкость выполнения операций; нормативно-правовую базу, используемую для расчётов; результаты расчётов затрат на выполняемые работы; оценить эффективность нововведений и др.</i></p> <p><i>Раздел ВКР должен включать: методику расчёта показателей; исходные данные для расчёта и их источники; результаты расчётов и их анализ.</i></p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p><i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе выполнения операций согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.</i></p>
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p><i>Ставка налога на прибыль 20 %;</i> <i>Страховые взносы 30%;</i> <i>Налог на добавленную стоимость 18%</i></p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<p>1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i></p> <p>2. <i>Матрица SWOT</i></p> <p>3. <i>Альтернативы проведения НИ</i></p> <p>4. <i>График проведения и бюджет НИ</i></p> <p>5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i></p>	
---	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Ю.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Коршунов Владимир Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Коршунову Владимиру Сергеевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	Объект данного исследования – параметры гидравлического испытания магистрального нефтепровода (испытательное давление, объем испытательной жидкости и ее температура). Проведение гидравлического испытания необходимо для гарантии прочности и герметичности нефтепровода.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ вредных и опасных факторов, создаваемых объектом исследования	Проанализировать выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – повреждения, в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися; – повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны; – превышение уровней шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны.
2. Анализ вредных и опасных факторов, возникающих на рабочем месте при проведении исследований	Проанализировать выявленные опасные факторы проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – оборудование и трубопроводы, работающие под давлением; – повышенное значение напряжения в электрической цепи.
3. Охрана окружающей среды	Проанализировать: – воздействие объекта на литосферу; – воздействие объекта на гидросферу; – воздействие объекта на атмосферу.

4. Защита в чрезвычайных ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> – рассмотреть перечень возможных ЧС на объекте; – рассмотреть меры по предотвращению ЧС – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<p>Рассмотреть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.04.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Н.С.			02.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Коршунов Владимир Сергеевич		02.04.2018

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) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года) _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.12.2017	<i>Введение</i>	5
28.12.2017	<i>Обзор литературы</i>	10
15.02.2018	<i>Характеристика объекта исследования</i>	20
15.03.2018	<i>Исследование параметров гидравлических испытаний</i>	20
30.04.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	20
30.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	15
1.06.2018	<i>Заключение</i>	5
5.06.2018	<i>Презентация</i>	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки:

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Гидравлические испытания: испытания трубопровода на прочность и герметичность давлением жидкости в течение определенного времени.

Испытания на герметичность: испытания трубопровода статическим внутренним давлением с целью определения наличия или отсутствия утечек в трубопроводной системе.

Испытания на прочность: испытания трубопровода статическим внутренним давлением с целью подтверждения конструкционной целостности нефтепровода.

Рабочее давление: наибольшее избыточное давление в данной точке трубопровода на всех предусмотренных проектной документацией стационарных режимах перекачки, обеспечивающих проектную пропускную способность нефтепровода.

Вантуз: устройство, присоединенное к трубопроводу для откачки-закачки продукта (вода, нефть, нефтепродукт) и для впуска в трубопровод или для выпуска из трубопровода воздуха.

Задвижка: промышленная трубопроводная арматура, в которой запорный орган перемещается возвратно-поступательно перпендикулярно оси потока рабочей среды.

Надежность: свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих

					Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	11	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Подрядчик: строительно-монтажная организация, осуществляющая строительство участка нефтепровода.

Проект производства работ: документ, содержащий технические решения и основные организационные мероприятия по обеспечению безопасности производства работ и санитарно-гигиеническому обслуживанию работающих.

Сокращения и обозначения:

Гидроиспытание – гидравлическое испытание

$P_{зав}$ – давление, устанавливаемое заводом-изготовителем в технических условиях на изделие

$P_{раб}$ – рабочее давление

МН – магистральный нефтепровод

МНПП – магистральный нефтепродуктопровод

НПС – нефтеперекачивающая станция

ППР – проект производства работ

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит страниц, таблиц, рисунков, источников.

Ключевые слова: ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОИСПЫТАНИЯ, ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ТЕМПЕРАТУРА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ, ОБЪЕМ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ.

Объектом исследования является методика и технология проведения гидравлических испытаний нефтепровода.

Целью данной работы является разработка устройства для стабилизации давления в участке нефтепровода, подверженного гидравлическому испытанию.

В соответствии с поставленной целью были выдвинуты следующие задачи:

1. Анализ современных устройств для проведения гидравлических испытаний магистральных нефтепроводов;
2. Исследование зависимостей изменения давления в испытываемом участке нефтепровода и объема испытательной жидкости от изменения ее температуры;
3. Исследование зависимостей изменения давления в испытываемом участке нефтепровода и объема испытательной жидкости от изменения ее температуры.

В данной ВКР предложен способ стабилизации давления и техническое решение его реализации.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Реферат	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	13	80
Консульт.						НИ ТПУ	ИШПР	
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	15
Обзор литературы	17
1 Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов.....	19
1.1 Характеристика основных работ.....	26
1.2 Очистка полости трубопроводов	29
1.3 Удаление воды из трубопроводов после гидравлического испытания...	35
1.4 Комплексные процессы очистки полости, испытания и удаления жидкости.....	39
2 Исследование параметров гидравлических испытаний	42
2.1 Оценка зависимости между изменением температуры испытательной жидкости и давления в испытуемом трубопроводе	42
2.2 Оценка зависимости между изменением объема испытательной жидкости и давления в испытуемом трубопроводе	45
2.3 Устройство для стабилизации давления	47
3 Определение толщины стенки участка нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск».....	50
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение....	53
4.1 Нормативная продолжительность основных видов работ при проведении гидравлических испытаний	53
4.1 SWOT – анализ.....	59
4.2 Оценка убытков в случае остановки гидравлического испытания	60
4.3 Сметная стоимость установки для стабилизации давления	63
4.4 Календарный план-график по разработке устройства	64
5 Социальная ответственность	65
5.1 Производственная безопасность	65
5.2 Экологическая безопасность	72
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	75
5.4 Правовые и организационные нормы обеспечения безопасности	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	82

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Оглавление				

Введение

Трубопроводный транспорт является основным видом транспорта в нефтегазовой отрасли РФ, таким образом, обеспечивая экономическую и энергетическую безопасность страны.

В состав магистрального трубопровода входят запорная арматура, линейная часть, переходы через естественные и искусственные препятствия, перекачивающие и компрессорные станции, и многое другое. Множество входящих в систему трубопроводного транспорта элементов делает решение проблемы обеспечения надежности и долговечности данной системы затруднительным, так как отказ любого элемента приводит к остановке транспорта. Однако систематизация аварийных данных говорит о том, что надежность и долговечность трубопроводной системы в основном зависит от состояния ее линейной части.

Одним из важнейших этапов при вводе магистрального трубопровода в эксплуатацию является гидравлическое испытание его линейной части на прочность и герметичность. При проведении испытания ведется круглосуточный контроль давления в трубопроводе и температуры испытательной жидкости. Сложность состоит в том, что для того, чтобы испытание считалось пройденным, а его результат достоверным, давление в продолжение всего времени испытания должно находиться на уровне испытательного, указанного в проекте. Но вследствие колебаний температуры испытательной жидкости (по причине выравнивания с температурой окружающей почвы, нагрева солнца, понижения температуры окружающей среды и т.д.) происходят колебания давления в трубопроводе. Таким образом, проблема стабилизации испытательного давления при

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Введение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	15	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

проведении гидравлических испытаний в неизотермических условиях является актуальной проблемой.

					Введение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

Обзор литературы

Способы теоретического определения соотношения между параметрами гидравлических испытаний (изменения температуры испытательной жидкости и давления в трубопроводе, изменения объема испытательной жидкости и давления в трубопроводе), отражены как в отечественных нормативных документах и научных статьях [1], так и в зарубежных [2], [3]. В результате расчетов, основанных на данных источниках, выяснилось, что при изменении температуры испытательной жидкости на 1⁰С давление в трубопроводе изменяется примерно на 250 кПа. Таким образом, изменение температуры на несколько градусов может существенно повлиять на ход испытаний.

Известны современные устройства для проведения гидравлических испытаний [4], которые до начала закачки воды в трубопровод моделирует изменения во времени испытательного давления, скорости его подъема, температуры среды в объеме испытываемого трубопровода, далее следует сравнение указанных параметров с заданными допусками, рассчитанными с учетом прочности материала труб. По результатам моделирования задают предельные значения параметров регулирования режимов работы перекачивающей установки. В процессе испытаний трубопровода непрерывно регистрируют и контролируют их изменение, управляют работой перекачивающей установки в течение каждого из интервалов времени заполнения и последующего нагнетания среды в испытываемый трубопровод до заданных предельных значений испытательного давления.

Недостаток данного устройства заключается в том, что регулирование

					Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Обзор литературы	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	17	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

параметров испытания предусмотрено в течение каждого из интервалов времени заполнения и последующего нагнетания среды в испытываемый трубопровод до заданных предельных значений испытательного давления, выдержки всего объема среды до стабилизации давления и выравнивания температуры по длине трубопровода, но не в течение времени, после начала выдержки трубопровода под испытательным давлением. Так как регулировка давления при его изменении вследствие колебаний температуры на данном этапе невозможна, то при определенных условиях это может повлечь срыв испытания.

Возможным решением данной проблемы может стать устройство, которое бы автоматически на основании данных, получаемых в режиме реального времени при выдержке трубопровода под испытательным давлением, компенсировала изменение температуры испытательной жидкости, а как следствие, и ее объема, тем самым достигая стабилизации испытательного давления.

					Обзор литературы	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

Таблица 1 – Параметры испытаний участков вновь построенных МН (МНПП)

№ п/п	Категория участка	Назначение участков МН (МНПП)	Этапы испытания на прочность и проверки на герметичность	Давление			Продолжительность			
				при испытании на прочность		при проверке на герметичность	при испытании на прочность, ч	при проверке на герметичность, ч, не менее		
				в верхней точке, не менее	в нижней точке					
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	В, I, II	Переходы МН (МНПП) через водные преграды и прилегающие прибрежные участки, подводные переходы	Этап 1. После сварки на стапеле или площадке, (только участки, укладываемые с помощью подводно-технических средств)	-	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	6	12		
2			Этап 2. После укладки, но до засыпки для трубопроводов категорий	В	$1,5 P_{\text{р.г.б.}}$	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	12	12	
3				I	$1,25 P_{\text{р.г.б.}}$	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	12	12	
4			Этап 3. Одновременно с прилегающими участками категорий	I, II	I, II	$1,25 P_{\text{р.г.б.}}$	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	24	12
5					III, IV	$1,25 P_{\text{р.г.б.}}$	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	24	12
6	I	Переходы через железнодорожные и автомобильные дороги; пересечения с воздушными линиями электропередачи напряжением 500 кВ и более	Этап 1. До укладки и засыпки или до укладки в кожухе	-	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	24	12		
7			Этап 2. Одновременно с прилегающими участками категорий	I, II	$1,25 P_{\text{р.г.б.}}$	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	24	12	
8				III, IV	$1,25 P_{\text{р.г.б.}}$	$P_{\text{нап.}}^{(1)}$	$P_{\text{р.г.б.}}$	24	12	

Окончание таблицы 1

№ п/п	Категория участка	Назначение участков МН (МНПП)	Этапы испытания на прочность и проверки на герметичность		Давление			Продолжительность	
					при испытании на прочность		при проверке на герметичность	при испытании на прочность, ч	при проверке на герметичность, ч, не менее
					в верхней точке, не менее	в нижней точке			
1	2	3	4		5	6	7	8	9
9	I, II	Переходы МН (МНПП) через болота III типа	Одновременно с прилегающими участками категорий	I, II	1,25 P _{р.н.б.}	P _{н.н.} ¹⁾	P _{р.н.б.}	24	12
10				III, IV	1,25 P _{р.н.б.}	P _{н.н.} ¹⁾	P _{р.н.б.}	24	12
11	I – IV	Участки МН (МНПП) ЛЧ, кроме указанных выше	-		1,25 P _{р.н.б.}	P _{н.н.} ¹⁾	P _{р.н.б.}	24	12
12					1,25 P _{р.н.б.}	P _{н.н.} ¹⁾	P _{р.н.б.}	24	12

¹⁾ Испытательное давление в нижней точке участка, содержащего трубы только третьего уровня качества по ОТТ-23.040.00-КТН-051-11, следует устанавливать равным 0,9 P_{н.н.}.

Примечания

1 При совместном испытании на прочность участков категорий I, II с участками категорий III, IV нижняя точка принимается на участке категорий III, IV, при этом испытательное давление в любой точке этих участков не должно превышать величины P_{н.н.}.

2 Напряжения в надземном трубопроводе при воздействии испытательного давления должны быть проверены расчетом. Интенсивность напряжения в любом сечении трубопровода при действии испытательного давления не должна превышать значения, равного нормативному пределу текучести. Расчетные давления испытаний должны быть указаны в ППИ.

Таблица 2 – Параметры испытаний участков действующих МН (МНПП), со сроком эксплуатации свыше 30 лет

№ п/п	При испытании на прочность			При проверке на герметичность	
	Давление		Продолжительность	Давление	Продолжительность
	в верхней точке	в нижней точке			
1	2	3	4	5	6
1	Не менее 1,1 P _{р.н.б.}	1,25 P _{р.н.б.}	24 ч	P _{р.н.б.}	Время, необходимое для осмотра трассы с целью выявления утечек, но не менее 12 ч

Испытания проводятся по готовности всего испытываемого участка нефтепровода: после полной засыпки, обвалования или крепления на опорах, установки арматуры и приборов, катодных выводов, обеспечения связи и представленной Подрядчиком исполнительной документации на испытываемый объект.

Согласно ОР-19.000.00-КТН-194-10[5] подрядчик выполняет в соответствии с ППР и специальной инструкцией:

- подготовительные мероприятия;
- организацию водозабора;
- поддержание давления, требуемого для проведения испытаний на прочность и герметичность;
- выставление групп наблюдения по трассе, их обеспечение транспортом и средствами связи;
- выполнение предусмотренных процедур испытаний и величин испытательных и рабочих давлений;
- обеспечение безопасности работ и мер по охране окружающей среды;
- выполнение ремонтных работ во время испытаний;
- подготовку актов по результатам работ.

Заказчик производит:

- открытие и закрытие задвижек по трассе;
- контроль выполнения предусмотренных процедур испытаний;
- контроль величины испытательных и рабочих давлений;
- приемку работ по актам.

Орган строительного контроля контролирует выполнение участниками работ требований ППР и специальной инструкции при проведении работ, контролирует соблюдение всех требований безопасности и технических правил по проведению гидроиспытаний.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

Наблюдатели ведут постоянное наблюдение вне охранной зоны за показаниями манометров в процессе подъема давления в испытываемом участке нефтепровода, его выдержки под испытательным давлением и снижения давления. Результаты показаний манометров непрерывно регистрируются на диаграммах и в журналах наблюдений. При увеличении давления в нижней точке испытываемого участка трубопровода выше рабочего производят непрерывный контроль и регистрацию показаний манометров не реже одного раза в 15 мин. Для проведения испытаний необходимо использовать манометры класса точности не ниже 1 с пределом шкалы на давление $4/3$ от испытательного.

К примеру, при испытании участка нефтепровода «Александровское – Анжеро–Судженск», относящегося к переходам через железнодорожные и автомобильные дороги использовался манометр класса точности 1, рассчитаем предел его основной погрешности:

- предел шкалы равен $4/3P_{исп}$, согласно табл.1 для данной категории участка:

$$P_{исп}=1,25P_{раб} \quad (1)$$

$$P_{исп}=1,25 \cdot 3,70=4,63 \text{ МПа} \quad (2)$$

Следовательно, предел шкалы манометра составит 6,17 МПа.

- таким образом, предел основной погрешности манометра:

$$\Delta=0,01 \cdot 6,17=0,06 \text{ МПа} \quad (3)$$

При использовании самопишущих манометров необходим контроль над бесперебойностью записи показаний в течение всего периода испытаний. Для работы самопишущих манометров необходим источник питания 220 В.

Манометры следует устанавливать на расстоянии не менее 5 метров от испытываемого трубопровода, при этом установка манометров в траншеи и напротив сферических заглушек запрещена.

Посты наблюдения за проведением гидравлических испытаний

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

располагают в начале и конце испытываемого участка нефтепровода, а также в местах перехода через водные преграды, шоссе и железные дороги. Посты наблюдения должны иметь устойчивую связь с пунктом управления испытаниями. В течение всего периода испытаний на постах наблюдения должно быть обеспечено круглосуточное дежурство наблюдателей. В состав каждой дежурной смены входит не менее двух наблюдателей. Наблюдатели должны быть обеспечены средствами передвижения и средствами связи.

Участки нефтепровода/нефтепродуктопровода, содержащие трубы с разной толщиной стенки, испытываются в следующем порядке.

Отдельно испытываются участки и ППМН с наибольшими (максимальными) толщинами стенок категорий В, I, переходы через железные и автомобильные дороги I и II категорий, пересечения с воздушными линиями электропередачи напряжением 500 кВ и более.

При испытании на прочность участков с различными толщинами стенок местоположение нижней точки должно приниматься на участке с наименьшей толщиной стенки. Давление в этой нижней точке должно достигать $P_{зав}$, принимаемого по техническим условиям на трубы. При этом давление в любой точке испытательного участка должно быть не меньше $1,25 P_{раб}$ для участков (I, II, III и IV категорий) и не менее чем $1,5 P_{раб}$ - для участков категории В. С учетом указанных требований следует определять границы испытываемого участка, максимальная протяженность которого не должна превышать 110 км. В проекте должны быть указаны испытательные давления в верхней и нижней точках участков нефтепровода/нефтепродуктопровода и в точках контроля давления (установки манометров).

Участки совместного испытания назначаются в зависимости от рельефа местности, места водозабора и т.д. и определяются проектом. Участки совместного испытания, имеющие в составе линейные задвижки, разделяются

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

задвигкой на два участка. Разделение участков совместного испытания, на количество более двух участков запрещено.

Участки совместного испытания, имеющие в составе линейные задвижки, испытываются в следующей последовательности:

– при испытании на прочность произвести подъём давления до величины испытательного давления $P_{зав}$ в нижней точке, определенного проектом для участка нефтепровода/нефтепродуктопровода с наименьшей толщиной стенки.

При этом давление в любой точке испытываемого участка должно быть не меньше $1,25 P_{раб}$, определённого проектом для участка нефтепровода/нефтепродуктопровода с наименьшей толщиной стенки.

– закрыть линейную задвижку. Поднять давление на участке, в составе которого имеются трубы с большей толщиной стенки, до величины испытательного давления $P_{зав}$ в нижней точке, определенного проектом для участка нефтепровода/нефтепродуктопровода с наибольшей толщиной стенки.

При этом давление в любой точке испытываемого участка должно быть не меньше $1,25 P_{раб}$, определённого проектом для участка нефтепровода/нефтепродуктопровода.

При использовании линейной арматуры в качестве ограничительного элемента перепад давлений не должен превышать максимальной величины, допустимой для данного типа арматуры, установленной заводом-изготовителем.

Испытательное давление в нижней точке испытательного участка $P_{зав}$ для каждой толщины стенки определяется по техническим условиям на трубы. Если для труб с одинаковой толщиной стенки имеется различие по величине заводского испытательного давления $P_{зав}$, то $P_{зав}$ выбирается по наименьшему из всех значений.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

1.1 Характеристика основных работ

Согласно ВСН 011-88[6] в состав основных работ при проведении гидравлических испытаний входят:

- подготовка к испытанию;
- наполнение трубопровода водой;
- подъем давления до испытательного;
- испытание на прочность;
- сброс давления до проектного рабочего;
- проверка на герметичность;
- сброс давления до 0,1-0,2 МПа.

В случае обнаружения дефектов выполняются работы по их ликвидации.

На рисунке 1 приведен график режима испытаний нефтепровода.

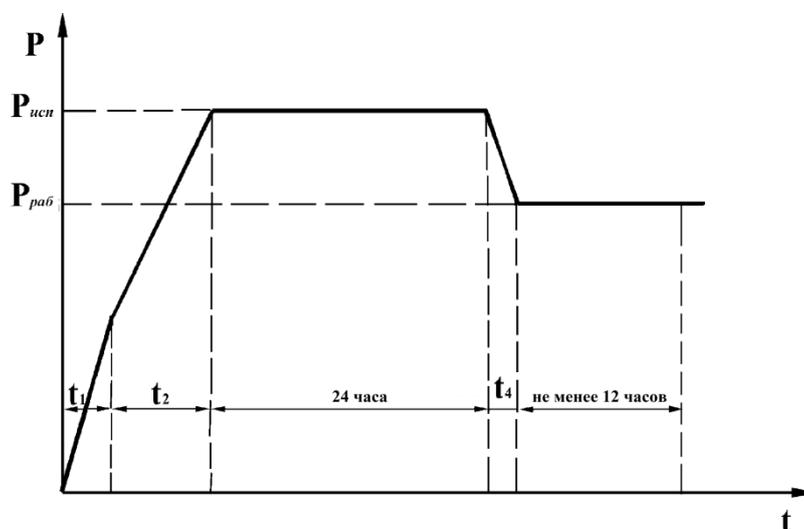


Рисунок 1. График изменения давления при испытании нефтепровода:

t_n – время заполнения участка водой; t_p – время подъема давления до $P_{исп}$; $T_{исп п}$ – время испытания постоянным давлением; t_c – время снижения давления до $P_{раб}$ в конце испытания; T_0 – время для осмотра трассы нефтепровода, не менее 12 часов.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

К подготовительным работам относятся следующие операции: отключение испытуемого участка от смежных участков сферическими заглушками; монтаж и испытание обвязочных трубопроводов наполнительных и опрессовочных агрегатов; установка контрольно-измерительных приборов; монтаж узлов пуска и приема поршней либо воздухопускных и сливных кранов в зависимости от того, каким способом планируется удалять воздух из трубопровода перед его заполнением водой; проверка работоспособности линейных задвижек, заглушек, контрольно-измерительных приборов, вантузов и сливных патрубков, измерительных приборов давления с разделительными устройствами, размещенных за пределами охранной зоны на время испытаний.

При наполнении трубопроводов водой задвижки должны быть открыты на 100 %. При проведении гидроиспытаний задвижки должны быть открыты на 30-50 %.

Скорость подъема давления при испытании не должна превышать 0,04 МПа (0,4 кгс/см²) в минуту. При достижении величины давления, равной 0,9 от величины максимального испытательного давления в нижней точке трассы, скорость подъема давления должна находиться в пределах от 0,01 до 0,02 МПа (от 0,1 до 0,2 кгс/см²) в минуту.

Условия, при которых испытания трубопровода должны быть прерваны и давление снижено до статического давления на данном участке нефтепровода:

- падение давления на испытываемом участке на 0,1 МПа и более;
- обнаружение выхода воды на трубопроводе;
- возникновение непредвиденных обстоятельств, при которых продолжение испытаний может привести к аварии или опасной ситуации.

После снижения давления до уровня статического на участке

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

наблюдатели по распоряжению руководителя испытаний проводят осмотр закрепленного за ними участка трубопровода. Место повреждения определяется визуально по выходу воды из трубопровода (с этой целью допускается применение экологически чистых красителей для подкрашивания воды), акустическим методом (по звуку утечки) и по регистрации падения давления на участке.

При испытании на герметичность должен быть проведен осмотр трассы нефтепровода и установленного оборудования - вантузов, задвижек, отборов давления. Утечки воды, отпотины, деформации не допускаются. В случае обнаружения утечки в процессе проверки на герметичность неисправность должна быть устранена, а проверку на герметичность начинают сначала.

Гидравлическое испытание участка нефтепровода на прочность и герметичность считается выполненным, если в течение времени выдержки под испытательным давлением не произошло изменение давления или разрушение трубопровода. Подкачки в трубопровод при проведении испытаний запрещены [5].

Принципиальная схема испытания участка трубопровода повышенным давлением приведена на рисунке 2.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

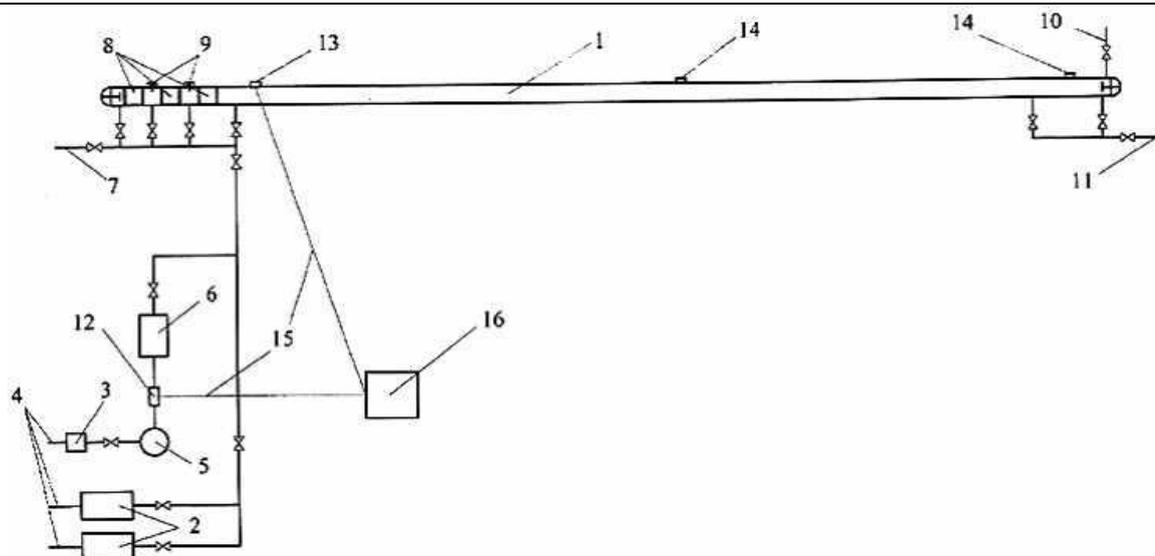


Рисунок 2. Принципиальная схема испытания участка трубопровода повышенным давлением:

1 – испытываемый трубопровод; 2 – наполнительный агрегат; 3 – насос низкого давления; 4 – всасывающий патрубок; 5 – резервуар для очистки воды; 6 – опрессовочный агрегат; 7 – шлейф от ресивера; 8 – очистной и разделительный поршни; 9 – стопорное устройство; 10 – свеча для выпуска воздуха; 11 – сливной (перепускной) трубопровод; 12 – блок измерения расхода воды (высокоточный сенсор расхода, датчик температуры, преобразователь сигналов); 13 – блок измерения давления (высокоточный датчик давления, датчик температуры); 14 – контрольный датчик давления и датчик температуры; 15 – кабельные линии; 16 – блок обработки результатов измерений (контролер, компьютер).

1.2 Очистка полости трубопроводов

Перед проведением гидравлического испытания необходимо выполнить комплекс работ по очистке полости трубопровода. Сохранение чистоты полости трубопроводов необходимо обеспечивать на всех этапах работы: во время транспортировки, погрузки, разгрузки, развозке и раскладке секций по трассе, сварке секций в нитку и укладке в траншею. Для

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

предотвращения попадания грязи в полость и снижения затрат на последующую очистку строительно-монтажные организации должны установить временные заглушки:

- на секции (плети) или отдельные трубы при их длительном хранении в штабелях, на стеллажах;
- на концах плетей в местах технологических разрывов.

Закачку воды в трубопровод для промывки и испытания на прочность и герметичность осуществляют с помощью фильтров, исключающих загрязнение полости трубопровода илом, песком, торфом или посторонними предметами из водоема. При очистке полости каждого трубопровода или его участка необходимо:

- удалить попавшие при строительстве в полость трубопровода воду, грунт и различные посторонние предметы, а также поверхностный рыхлый слой окарины и ржавчины;

- убедиться путем пропуска поршня в соответствии проходного сечения трубопровода сечению, установленному проектом, и тем самым обеспечить возможность многократного беспрепятственного пропуска разделительных и очистных или других специальных устройств при эксплуатации;

- достигнуть качества очистки полости, обеспечивающее заполнение трубопровода транспортируемой средой и ее транспортировку без обводнения и загрязнения.

Очистка полости трубопроводов выполняется с помощью следующих технологических операций: промывка, продувка, вытеснение загрязнений в потоке жидкости, протягивание очистного устройства. Промывка или продувка осуществляется одним из следующих способов:

- с пропуском очистного или разделительного устройства;
- без пропуска очистного или разделительного устройства.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

При этом промывку и продувку с пропуском очистных или разделительных устройств следует выполнять на трубопроводах диаметром 219 мм и более, а промывку и продувку без пропуска очистных или разделительных устройств - на трубопроводах диаметром менее 219 мм; на трубопроводах любого диаметра при наличии крутоизогнутых вставок радиусом менее пяти диаметров трубопровода или при длине очищаемого участка менее одного километра.

Очистку полости подводных переходов трубопроводов диаметром 219 мм и более, прокладываемых с помощью подводно-технических средств, производят:

- промывкой с пропуском поршня-разделителя в процессе заполнения водой для проведения первого этапа гидравлического испытания;
- продувкой с пропуском поршня или протягиванием очистного устройства перед проведением первого этапа пневматического испытания.

На подводных переходах трубопроводов диаметром менее 219 мм, сооружаемых с помощью подводно-технических средств, очистку полости осуществляют с помощью протягивания, промывки или продувки без пропуска очистных устройств перед проведением первого этапа гидравлического испытания. Подводные переходы трубопроводов, укладываемые без помощи подводно-технических средств, очищают по единой технологии одновременно со всем трубопроводом.

При промывке, вытеснении загрязнений в потоке воды (жидкости) и удалении из трубопровода воды (жидкости), а также при продувке трубопровода с полнопроходной запорной арматурой разрешается пропуск очистных и разделительных устройств через линейную арматуру. Перед пропуском очистных и разделительных устройств необходимо убедиться в полном открытии линейной арматуры (по указателям поворота затвора, положению конечных выключателей и т.д.). При этом запрещается продувка

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

трубопроводов с пропуском очистных устройств через неполнопроходимую линейную арматуру.

Очистное или разделительное устройство в процессе промывки или продувки может застрять в полости трубопровода, в таком случае устройство необходимо извлечь, устранить причину, препятствующую его прохождению по полости, а участок трубопровода подвергнуть повторной промывке или продувке.

Промывку, как правило, совмещают с удалением воздуха и заполнением водой (жидкостью) трубопровода для проведения гидравлического испытания, а очистку полости вытеснением загрязнений в потоке воды (жидкости) - с удалением воды (жидкости) после гидравлического испытания трубопровода.

После очистки полости любым из указанных способов на концах очищенного участка следует установить временные заглушки с целью предупреждения повторного загрязнения участка.

Промывка

Очистку полости промывкой применяют для трубопроводов любого назначения, испытание которых предусмотрено в проекте гидравлическим способом.

Сущность способа промывки заключается в том, что движение очистного или разделительного устройства обеспечивается давлением воды (жидкости), которую закачивают для проведения гидравлического испытания. При этом с целью лучшего прохождения устройства за счет размыва и смачивания загрязнений внутренней полости трубопровода перед устройством закачивают воду от объема 10-15 % от объема очищаемой полости.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

Принципиальная схема производства работ при промывке с пропуском очистного или разделительного устройства приведена на рисунке 3.

Протяженность участков, подверженных промывке с пропуском очистных и разделительных устройств, устанавливается с учетом рельефа местности, расположения по трассе источников воды и напора, развиваемого насосным оборудованием, а также технической характеристики очистного устройства (предельной длины его пробега). Промывку следует считать законченной в случае, если очистное или разделительное устройство выйдет из трубопровода не разрушенным.

Качество очистки при промывке без пропуска очистного или разделительного устройства обеспечивается скоростным потоком жидкости. Принципиальная схема промывки без пропуска очистных и разделительных устройств приведена на рисунке 4.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

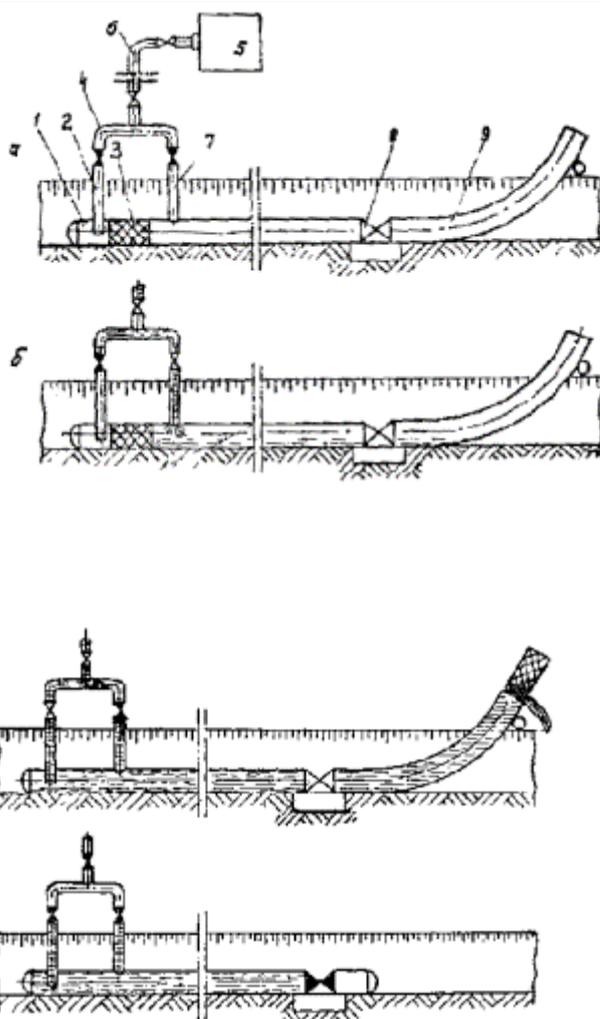


Рисунок 3. Принципиальная схема производства работ при промывке трубопроводов:

а - подготовка участка к проведению промывки; *б* - подача воды перед поршнем-разделителем; *в* - пропуск поршня-разделителя в потоке воды; *г* - подготовка участка к испытанию; *1* - очищаемый участок; *2* и *7* - перепускные патрубки с кранами; *3* - поршень-разделитель; *4* - коллектор; *5* - наполнительные агрегаты; *6* - подводящий патрубок; *8* - линейная арматура; *9* - сливной патрубок.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

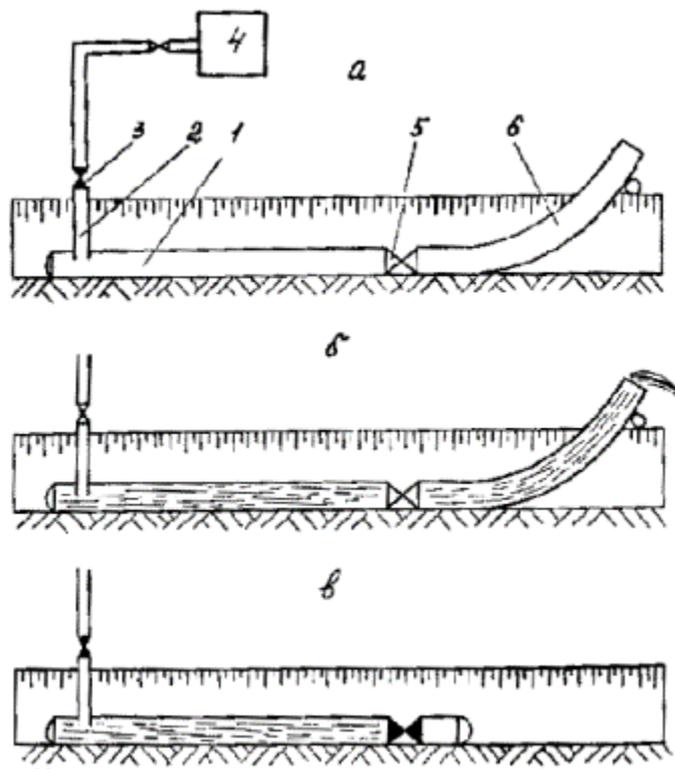


Рисунок 4. Принципиальная схема промывки без пропуска очистных или разделительных устройств:

а - подготовка участка к проведению промывки; *б* - подача воды; *в* - подготовка участка к испытанию; *1* - очищаемый участок; *2* - подводящий патрубков; *3* - кран; *4* - наполнительные агрегаты; *5* - линейная арматура; *6* - сливной патрубков.

1.3 Удаление воды из трубопроводов после гидравлического испытания

Согласно ОР-19.000.00-КТН-194-10[5] Подрядчик должен обеспечить удаление воды из трубопровода воздухом с помощью поршней-разделителей ПРВ-1, на которых необходимо применять новые полиуретановые манжеты, не имеющие износа (рис. 1.5). Скорость перемещения поршня-разделителя при удалении воды должна составлять не менее 1,5 км/ч.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35



Рисунок 5. Поршень-разделитель ПРВ-1

Опорожнение участка протяженностью до 500 м включительно выполняется 2-мя поршнями-разделителями ПРВ-1 в один этап. Опорожнение участка протяженностью свыше 500 м выполняется в два этапа:

первый этап - удаление основного объема опрессовочной жидкости 2-мя поршнями-разделителями ПРВ-1;

второй этап - пропуск 1-ого контрольного поршня-разделителя ПРВ-1.

Необходимо отслеживать прохождение поршня на контрольных пунктах, расположенных с интервалом 5 км.

Удалять воду из трубопроводов после испытаний следует в основном в направлении от наиболее высоких точек (по рельефу местности) к пониженным. Оптимальные размеры сливных патрубков определяют в зависимости от диаметра очищаемого участка D и отношения длины к диаметру этого патрубка $\frac{l}{d_1}$ (табл. 1.3).

С целью обеспечения охраны окружающей среды следует отвести использованную воду в естественные (котлованы, овраги и т.п.) или специально подготовленные водоемы (амбары, отстойники, сооружаемые в виде траншей или путем обвалования). Для гашения энергии струи вытекающей из трубопровода воды необходимо устанавливать

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

водоотбойники (например, железобетонные пригрузки, плиты и т.п.), располагать патрубок слива воды перпендикулярно дну водоема [6].

Таблица 3 – Оптимальные размеры сливных патрубков

Отношение длины к диаметру сливного патрубка $\frac{l}{d_1}$	$\frac{l}{d_1} < 100$	$100 < \frac{l}{d_1} < 500$	$500 < \frac{l}{d_1} < 1000$	$\frac{l}{d_1} > 1000$
Отношение диаметра сливного патрубка к диаметру трубопровода $\frac{d_1}{D}$	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6

Принципиальные схемы инвентарных узлов пуска поршней-разделителей приведены на рисунке 6.

Указанные схемы узлов пуска обеспечивают производство работ, как при положительных, так и при отрицательных температурах. Технологические возможности схемы с универсальной обвязкой (рис. 1.6, а) выше, чем у схемы с отдельной подачей газа (воздуха) и воды (рис. 1.6, б). Она позволяет выполнять промывку с пропуском поршней, заполнение водой и предварительный прогрев трубопровода и окружающего грунта в условиях отрицательных температур, полное удаление воды после гидротестирования с последовательным пропуском основного и контрольного поршня-разделителя. Установленный на конце трубопровода инвентарный узел используется для приема поршней-разделителей.

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

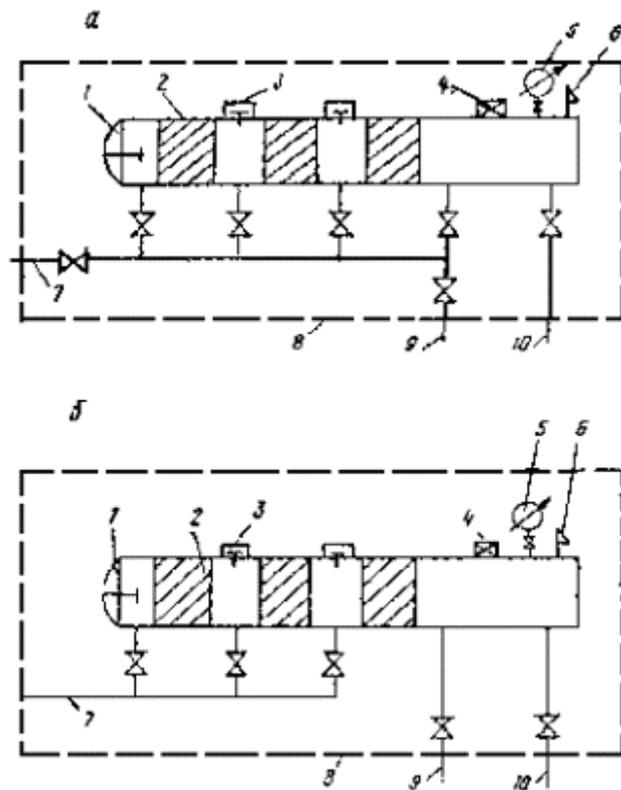


Рисунок 6. Принципиальные схемы инвентарных узлов пуска очистных и разделительных устройств:

а - с универсальной обвязкой трубопровода для подачи газа (воздуха) и воды; *б* - с обвязкой трубопроводами для раздельной подачи газа (воздуха) и воды; 1 - приварная заглушка; 2 - очистное устройство; 3 - стопорное устройство; 4 - датчики давления и температуры; 5 - манометр; 6 - сигнализатор контроля движения очистного устройства; 7 - шлейф от источника воздуха или газа; 8 - укрытие с обогревом при производстве работ в условиях отрицательных температур; 9 - шлейф от наполнительных агрегатов; 10 - шлейф от опрессовочных агрегатов.

При производстве работ в условиях низких температур поршни-разделители заранее запасовывают в инвентарные узлы пуска и приема, смонтированные на обоих концах очищаемого участка и подключенные к источникам воздуха или природного газа. Такое решение обеспечивает возможность незамедлительного запуска поршней-разделителей без

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

вскрытия трубопровода. Эти поршни служат не только для запланированного удаления воды, но и для аварийного обезвоживания трубопровода при выявлении дефектов в процессе испытания (разрывах, утечках и др.) [6]

1.4 Комплексные процессы очистки полости, испытания и удаления жидкости

Завершающие процессы строительства трубопроводов: очистка полости, испытание и удаление жидкости должны быть объединены общими технологическими и организационными решениями в единый комплексный процесс. В комплексные процессы, помимо основных процессов очистки полости, испытания, удаления жидкости, входят следующие работы [6]:

- подготовительные (сварочно-монтажные и другие работы) обеспечивают возможность проведения основных процессов;
- промежуточные (сварочно-монтажные и другие работы) обеспечивают возможность последовательного проведения соответствующих основных процессов;
- заключительные (сварочно-монтажные и другие работы) проводят с целью демонтажа узлов и оборудования, использованных при очистке полости и испытании, и подготовки объекта (участка) к последующей эксплуатации;
- ликвидация отказов обеспечивает устранение возможных отказов (застывание в трубопроводе очистных и разделительных устройств, утечки, разрывы и т.п.) и восстановление единой непрерывной нитки трубопровода.

Процесс испытания трубопровода является ведущим, определяет структуру всего комплексного процесса и соответствующую организацию

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

выполнения работ. Наиболее экономичными по времени и стоимости производства работ являются комплексные процессы очистки полости и испытания трубопроводов с использованием только одной рабочей среды, например, промывка и гидротестирование; продувка и испытание природным газом; гидротестирование и очистка полости вытеснением загрязнений в скоростном потоке удаляемой из трубопровода жидкости.

Для комплексного гидравлического испытания трубопроводов большого диаметра, как при положительных, так и при отрицательных температурах следует применять индустриальную технологию очистки полости и испытания, предусматривающую использование следующих прогрессивных технологических и технических решений:

- рациональных технологических схем гидравлического испытания, обеспечивающих одновременное выполнение основных этапов работ на соседних участках трубопровода;
- единого технологического процесса очистки полости и удаления воды из трубопровода после гидравлического испытания, сокращающего количество пропусков поршней, повышающего качество очистки полости и исключающего замораживание магистралей при работе в зимних условиях;
- максимальной протяженности участков пропуска поршней для очистки полости и удаления воды, сокращающего количество технологических разрывов и потери воды при испытании;
- монтажа камер пуска-приема поршней, обеспечивающих возможность аварийного удаления воды при выявлении дефектов и значительного сокращения сроков их устранения, особенно в условиях отрицательных температур;
- оптимальных схем обвязки наполнительных агрегатов, обеспечивающих возможность их работы параллельно, последовательно и попарно-последовательно в зависимости от диаметра и протяженности

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

испытываемого трубопровода и перепада высот по трассе;

– индустриального монтажа дополнительно-опрессовочного оборудования, шлейфов низкого и высокого давления, сокращающего объем сварочно-монтажных работ и исключающего необходимость комплектации запорной арматуры на трассе;

– дублирующих систем заливки насосов дополнительных агрегатов, надежного утепления оборудования и шлейфов, исключающих простои агрегатов при работе в условиях отрицательных температур[6].

					Общие сведения об организации проведения гидравлических испытаний магистральных трубопроводов	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

2 Исследование параметров гидравлических испытаний

Для оценки величины соотношения между изменениями температуры испытательной жидкости, ее объема и давления в испытуемом трубопроводе, в данной работе рассматриваются отечественные и зарубежные нормативные документы.

2.1 Оценка зависимости между изменением температуры испытательной жидкости и давления в испытуемом трубопроводе

В руководящем документе ОАО «АК «Транснефть» [1] предлагается следующая методика расчета:

$$\Delta P = \frac{\Delta t(\beta_t - 2\alpha)}{\frac{D_0}{E \cdot \delta} + C}, \quad (4)$$

где Δt – изменение температуры, $^{\circ}\text{C}$;

β_t – коэффициент температурного расширения воды, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

α – коэффициент расширения стали, $^{\circ}\text{C}^{-1}$; $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$;

D_0 – наружный диаметр трубопровода, мм;

E – модуль упругости металла, МПа; $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;

δ – толщина стенки трубы, мм;

C – коэффициент объемного сжатия воды, Па^{-1} ; $C = 47,5 \cdot 10^{-11} \text{ } \text{Па}^{-1}$.

Коэффициент β_t зависит от температуры и вычисляется по формуле:

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Исследование параметров гидравлических испытаний	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	42	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

$$\beta_t \cdot 10^5 = \frac{-6,4286(t_2-t_1)+0,850975(t_2^2-t_1^2)-0,0067989(t_2^3-t_1^3)+0,00004(t_2^4-t_1^4)}{t_2-t_1}, \quad (5)$$

где t_1 – температура воды в трубопроводе в начале проведения испытания, $^{\circ}\text{C}$;

t_2 – температура воды в трубопроводе в конце проведения испытания, $^{\circ}\text{C}$.

Для расчетов примем: $\delta=20$ мм, $t_1=20$ $^{\circ}\text{C}$, $t_2=21$ $^{\circ}\text{C}$, $D_0=1220$ мм, тогда получим:

$$\Delta P = \frac{21,26 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 1,17 \cdot 10^{-5}}{\frac{1220}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 20} + 47,5 \cdot 10^{-11}} = 247\,166 \text{ Па} = 247,2 \text{ кПа}$$

Если принять: $t_1=20$ $^{\circ}\text{C}$, $t_2=22$ $^{\circ}\text{C}$, то:

$$\Delta P = \frac{2 \cdot (21,66 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 1,17 \cdot 10^{-5})}{\frac{1220}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 20} + 47,5 \cdot 10^{-11}} = 504\,784 \text{ Па} = 504,8 \text{ кПа}$$

Таблица 4 – Оценка зависимости $\Delta P=f(\Delta T)$ согласно [1].

$\Delta P=f(\Delta T)$	
$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	ΔP (кПа)
1	247,20
2	504,80
3	777,95
4	1064,96
5	1362,55

Для сравнения воспользуемся методикой, предложенной в [2]:

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\gamma - 3(1+\nu)\alpha}{\frac{D}{E \cdot t}(1-\nu^2) + \frac{1}{B}}, \quad (6)$$

где γ – коэффициент температурного расширения воды, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

					Исследование параметров гидравлических испытаний	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

$$\gamma = 220 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1};$$

ν – коэффициент Пуассона; $\nu = 0,3$;

α – коэффициент расширения стали, $^\circ\text{C}^{-1}$; $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;

D – наружный диаметр трубопровода, мм;

t – толщина стенки трубы, мм;

B – коэффициент объемного сжатия воды, бар; $B = 22500 \text{ бар}$;

E – модуль упругости металла, бар; $E = 2,07 \cdot 10^6 \text{ бар}$.

Для расчетов примем: $D = 1220 \text{ мм}$, $t = 20 \text{ мм}$, тогда получим следующие результаты (см. табл. 5).

Таблица 5 – Оценка зависимость $\Delta P = f(\Delta T)$ согласно иранскому государственному стандарту [2]

$\Delta P = f(\Delta T)$		
$\Delta T (^\circ\text{C})$	$\Delta P \text{ (бар)}$	$\Delta P \text{ (кПа)}$
1	2,4469	244,69
2	4,8938	489,38
3	7,3408	734,08
4	9,7877	978,77
5	12,2346	1223,46

Полученные по данной методике значения близки к значениям, рассчитанным по отечественной методике (рис. 7).

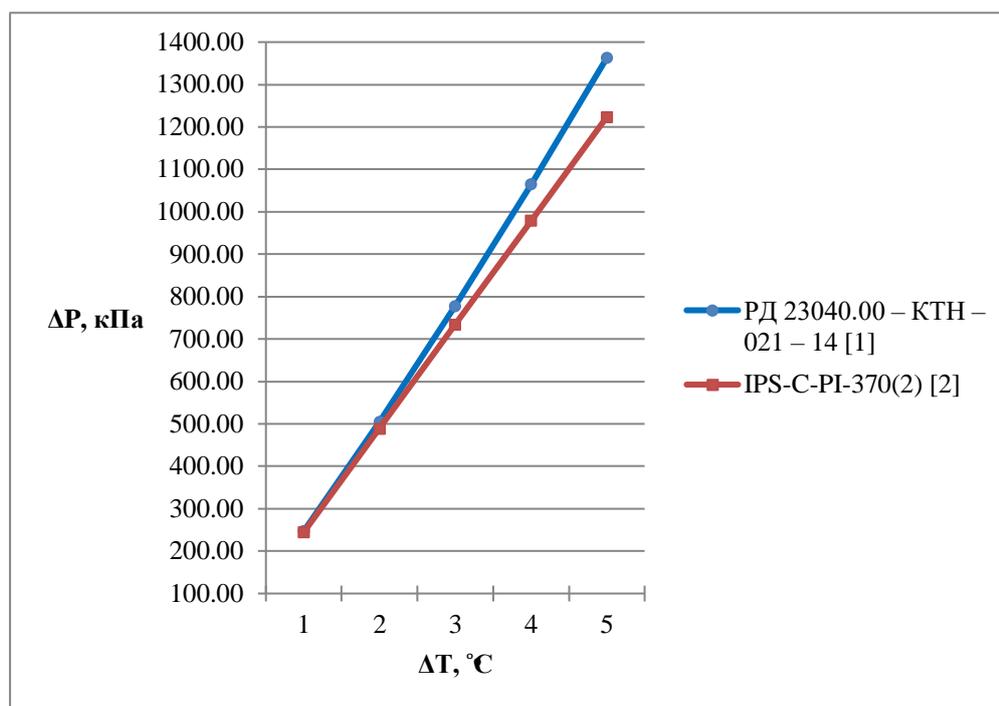


Рисунок 7. График зависимости $\Delta P = f(\Delta T)$ согласно [1] и [2]

Таким образом, анализируя результаты, полученные по обеим методикам, можно сделать вывод о том, что давление в испытуемом участке трубопровода будет значительно изменяться вследствие изменения температуры испытательной жидкости, что может привести к остановке испытания и дополнительным затратам.

2.2 Оценка зависимости между изменением объема испытательной жидкости и давления в испытуемом трубопроводе

Вследствие повышения температуры объем воды увеличивается в результате теплового расширения. Эффект от этого процесса равнозначен закачке дополнительного объема воды в испытуемый участок трубопровода [3], что приводит к повышению давления. В [2] приводится отношение изменения объема испытательной жидкости к изменению давления в испытуемом трубопроводе:

					Исследование параметров гидравлических испытаний	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

$$\frac{\Delta V}{\Delta P} = V \left[\frac{D}{E \cdot t} (1 - \nu^2) + \frac{1}{B} \right], \quad (7)$$

где ΔV – приращение объема испытательной жидкости, м³;

ΔP – приращение давления, бар;

V – объем трубопровода, м³;

Выразив из выражения (7) ΔP и подставив в (6), получим выражение для определения изменения объема испытательной жидкости при изменении температуры на 1 °С:

$$\Delta V = V[\gamma - 3(1 + \nu)\alpha], \quad (8)$$

Рассмотрим нефтепровод «Александровское – Анжеро-Судженск» диаметром 1220 мм. Результаты, полученные в соответствии с формулой (8) для определения изменения объема испытательной жидкости при проведении гидравлических испытаний участка данного трубопровода длиной 10 км, представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Изменение объема испытательной жидкости при проведении гидравлических испытаний на участке нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск» длиной 10 км.

$\Delta V=f(\Delta T)$	
$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$\Delta V(\text{м}^3)$
1	1,91
2	3,81
3	5,72
4	7,62
5	9,53

Таким образом, есть возможность решить проблему стабилизации

					Исследование параметров гидравлических испытаний	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

давления во время испытания с помощью устройства, стабилизирующего испытательное давление путем компенсации расширения/сжатия воды вследствие изменения температуры.

2.3 Устройство для стабилизации давления

Устройство для стабилизации давления является техническим дооснащением ранее предложенного устройства для проведения гидравлических испытаний [4].

В основе принципа его работы лежит изменение объема испытательной жидкости от ее температуры (см. пункт 2.2). В результате смещения поршня (3, см. рис 8) будет изменяться объем внутренней полости испытываемого участка нефтепровода на величину, равную изменению объема испытательной жидкости вследствие изменения ее температуры. Движение поршня обеспечивается упругим элементом (4). В дальнейшем, одной из основных задач по разработке устройства является задание упругому элементу характеристики, приведенной на рисунке 9. Перед началом испытания с помощью регулятора величины деформации (6) задается величина деформации упругого элемента, равная $\Delta l_{нач}$; на основании данных об изменении температуры и объема испытательной жидкости, в автоматическом режиме величина деформации будет изменяться от Δl_1 до Δl_2 , при этом давление будет находиться на уровне испытательного, установленного проектом.

					Исследование параметров гидравлических испытаний	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

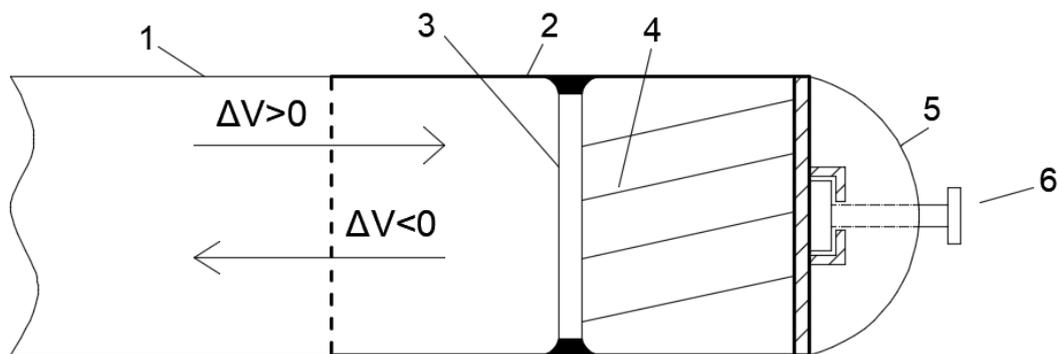


Рисунок 8. Схема устройства для стабилизации давления при проведении гидравлического испытания нефтепровода:

1 – испытываемый участок нефтепровода; 2 – корпус; 3 – поршень; 4 – упругий элемент; 5 – сферическая заглушка; 6 – регулятор величины деформации упругого элемента.

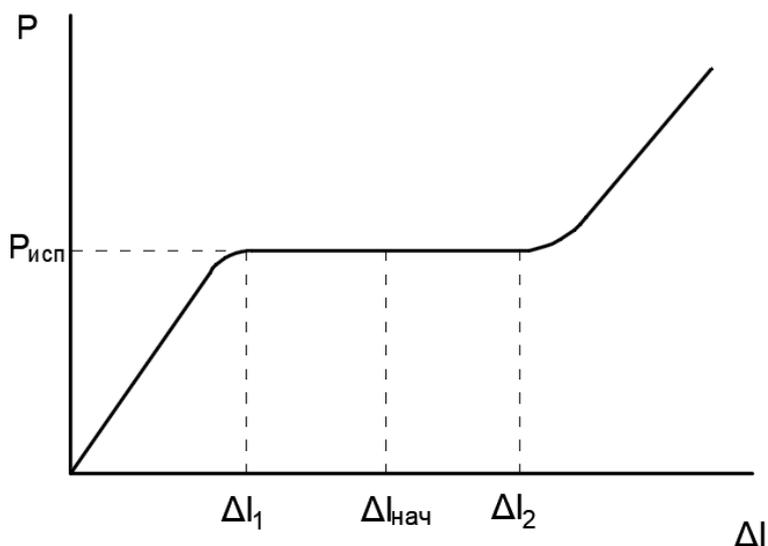


Рисунок 9. Требуемая характеристика упругого элемента

Физические параметры устройства: определим физические параметры устройства и его частей для участка нефтепровода длиной $L=10$ км; интервал предполагаемого температурного перепада (-3°C ; $<\Delta T < 3^{\circ}\text{C}$):

- диаметр наружный: $D_n = 1220$ мм;
- толщина стенки: $\delta = 20$ мм;

					Исследование параметров гидравлических испытаний	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

- диаметр поршня: $D_{\text{п}} = 1180$ мм;
- толщина поршня: $a = 100$ мм;
- объем внутренней полости установки: $V = 11,55$ м³;

объем будет складываться из следующих составляющих:

- 1) V_1 – объем, на который расширится вода в результате повышения температуры на 3 °С, $V_1 = 5,72$ м³ (табл. ;
- 2) V_2 – уменьшение объема воды в результате понижения температуры на 3 °С, $V_2 = 5,72$ м³ (табл. ;
- 3) V_3 – объем поршня, $V_3 = 0,11$ м³.
 - длина установки: $L = 10,57$ м.

					Исследование параметров гидравлических испытаний	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

3 Определение толщины стенки участка нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск»

Исходные данные для расчета:

- наружный диаметр – $D_n = 1220$ мм;
- коэффициент надежности по нагрузке (давление грунта) – $n = 1,20$;
- категория участка - III;
- внутреннее давление – $p = 4,5$ МПа;
- марка стали – 12Г2С;
- температура стенки трубы при эксплуатации – $t_3 = 5$ °С;
- температура фиксации расчетной схемы трубопровода – $t_\phi = -36$ °С;
- коэффициент надежности по материалу трубы – $k_l = 1,4$;
- нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла труб (для стали 12Г2С) – $R_t = 510$ МПа;
- коэффициент условий работы трубопровода – $m = 0,9$;
- коэффициент надежности по назначению трубопровода – $k_n = 1,05$;
- физические характеристики стали: $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$, $E = 2,1 \cdot 10^5$, $\mu = 0,3$.

					Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Определение толщины стенки участка нефтепровода «Александровское-Анжеро-Судженск»	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	50	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

Решение:

1) Расчетная толщина стенки трубопровода δ определяется по формуле:

$$\delta = \frac{npD_n}{2(R_1 + np)}, \quad (9)$$

где R_1 – расчетное сопротивление растяжению металла труб, МПа;

$$R_1 = \frac{R_1^m}{k_1 k_n}, \quad (10)$$

$$R_1 = \frac{510 \cdot 0,9}{1,4 \cdot 1,05} = 312,2 \text{ МПа}$$

Толщина стенки:

$$\delta = \frac{1,2 \cdot 4,5 \cdot 1220}{2 \cdot (312,2 + 1,2 \cdot 4,5)} = 10,4 \text{ мм}$$

2) При наличии продольных осевых сжимающих напряжений, толщина стенки определяется из условий:

$$\delta = \frac{npD_n}{2(\psi_1 R_1 + np)}, \quad (11)$$

где ψ_1 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние труб, рассчитываемый по формуле:

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{|\sigma_{np.N}|}{R_1} \right)^2} - 0,5 \frac{|\sigma_{np.N}|}{R_1}, \quad (12)$$

где $\sigma_{np.N}$ – продольное осевое сжимающее напряжение:

					Определение толщины стенки участка нефтепровода «Александровское-Анжеро-Судженск»	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

$$\sigma_{np.N} = -\alpha \cdot E \cdot \Delta t + \mu \frac{n \cdot p \cdot D_{вн}}{2\delta_n}, \quad (13)$$

$$\sigma_{np.N} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 41 + \frac{0,3 \cdot 4,5 \cdot 1199,2}{2 \cdot 10,4} = -25,49 \text{ МПа}$$

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{|-25,49|}{312,2} \right)^2} - 0,5 \frac{|-25,49|}{312,2} = 0,96$$

Толщина стенки с учетом продольных осевых сжимающих напряжений:

$$\delta = \frac{1,2 \cdot 4,5 \cdot 1220}{2 \cdot (312,2 \cdot 0,96 + 1,2 \cdot 4,5)} = 10,8 \text{ мм}$$

Принимаем толщину стенки равной 11 мм.

					Определение толщины стенки участка нефтепровода «Александровское-Анжеро-Судженск»	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Нормативная продолжительность основных видов работ при проведении гидравлических испытаний

В соответствии с ГЭСН 81-02-25-2017 [7] определим нормативную продолжительность основных видов работ при проведении гидравлических испытаний нефтепровода на прочность и герметичность.

1) Предварительное гидравлическое испытание трубопровода условным диаметром 1200 мм (табл. 7).

Нормы таблицы 7 предназначены для определения затрат на предварительное испытание на прочность и проверку на герметичность участков трубопроводов категории В, 1 и 2 на переходах через преграды, автомобильные и железные дороги, болота, и других предусмотренных проектом участках.

Состав работ:

- монтаж, сборка и сварка инвентарных испытательных узлов;
- монтаж и сварка трубопроводов обвязки;
- установка кранов на трубопроводы обвязки;
- установка емкости для воды;
- предварительное гидравлическое испытание узла и обвязочных трубопроводов;
- испытание рабочей плети;
- демонтаж испытательных узлов и узлов трубопроводов обвязки.

Таблица 7 – Предварительное гидравлическое испытание трубопровода

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	53	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

условным диаметром 1200 мм						
Наименование элемента затрат			Ед. изм.	Кол-во		
Затраты труда рабочих			Чел.-ч	194,83		
Средний разряд				3,8		
Затраты труда машинистов			Чел.-ч	180,75		
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ						
Краны на автомобильном ходу, грузоподъемность 10 т			Маш.-ч	30,5		
Агрегаты наполнительно-опрессовочные: до 70 м ³ /ч			Маш.-ч	42,93		
Трубоукладчики, номинальная грузоподъемность 30 т			Маш.-ч	42,59		
Тракторы на гусеничном ходу, мощность 59 кВт (80 л.с.)			Маш.-ч	29,22		
Электростанции передвижные, мощность 60 кВт			Маш.-ч	35,51		
Выпрямители сварочные импортного производства 60-500 А			Маш.-ч	71,01		
Аппарат для газовой сварки и резки			Маш.-ч	5,24		
<p>2) Монтаж и демонтаж временного узла присоединения наполнительно-опрессовочных агрегатов при промывке и испытании водой магистральных трубопроводов условным диаметром 1200 мм (табл. 8).</p> <p>Нормами таблицы 8 предусмотрен монтаж узла обвязки наполнительно-опрессовочных агрегатов или компрессоров на одну станцию, т.е. для одного принимаемого по проекту организации строительства или по схеме испытания участка очистки полости и испытания трубопроводов, независимо от его протяженности.</p> <p>Состав работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> – монтаж и сварка инвентарных узлов запуска-приема очистного устройства и испытательного; – монтаж и сварка узлов трубопроводов присоединения к 						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						54

- наполнительным агрегатам;
- установка запорной арматуры (кранов) на обвязке наполнительных агрегатов;
 - монтаж и сварка трубопроводов обвязки опрессовочных агрегатов;
 - установка кранов на трубопроводы обвязки опрессовочных агрегатов;
 - монтаж и сварка водозаборных шлейфов наполнительных агрегатов;
 - установка емкости для воды;
 - предварительные гидроиспытания узла обвязки наполнительных агрегатов;
 - предварительное гидравлическое испытание трубопроводов обвязки опрессовочных агрегатов;
 - запасовка двух поршней;
 - срезка заглушек предварительного испытания;
 - стыковка и приварка узлов к трубопроводу;
 - демонтаж узлов трубопроводов обвязки.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

Таблица 8 – Монтаж и демонтаж временного узла присоединения наполнительно-опрессовочных агрегатов при промывке и испытании водой магистральных трубопроводов условным диаметром 1200 мм

Наименование элемента затрат	Ед. изм.	Кол-во
Затраты труда рабочих	Чел.-ч	634,96
Средний разряд		4,1
Затраты труда машинистов	Чел.-ч	602,26
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Бульдозеры, мощность 96 кВт (130 л.с.)	Маш.-ч	82,19
Краны на автомобильном ходу, грузоподъемность 10 т	Маш.-ч	83,07
Агрегаты наполнительно-опрессовочные: до 70 м ³ /ч	Маш.-ч	95,75
Трубоукладчики, номинальная грузоподъемность 50 т	Маш.-ч	146,28
Тракторы на гусеничном ходу, мощность 59 кВт (80 л.с.)	Маш.-ч	81,79
Электростанции передвижные, мощность 60 кВт	Маш.-ч	113,18
Выпрямители сварочные импортного производства 60-500 А	Маш.-ч	226,35
Аппарат для газовой сварки и резки	Маш.-ч	14,84

3) Гидравлическое испытание трубопроводов условным диаметром 1200 мм при давлении до 9,4 МПа (табл.9)

Нормы таблицы 9 приведены на 1 км трубопровода.

Состав работ:

- заполнение трубопровода водой для испытания;
- осмотр трассы;
- поднятие давления до испытательного;
- сброс давления с испытательного до рабочего;

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

– дежурство аварийной бригады и на постах.

Таблица 9 – Гидравлическое испытание трубопроводов условным диаметром 1200 мм при давлении до 9,4 МПа

Наименование элемента затрат	Ед. изм.	Кол-во
Затраты труда рабочих	чел.-ч	49,2
Средний разряд		3,8
Затраты труда машинистов	чел.-ч	7,24
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Агрегаты наполнительно-опрессовочные: до 500 м ³ /ч	маш.-ч	4,74
Агрегаты опрессовочные с подачей при наполнении 25 м ³ /ч	маш.-ч	2,5

4) Выдержка трубопровода условным диаметром 1200 мм под давлением при гидравлическом испытании на прочность и герметичность (табл. 10).

Затраты на выдержку трубопровода под давлением следует принимать отдельно (независимо от протяженности участка испытания) по нормам таблицы 10.

Состав работ:

- выдержка трубопровода под испытательным давлением;
- выдержка трубопровода при рабочем давлении – проверка на герметичность;
- дежурство аварийной бригады.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

Таблица 10 – Выдержка трубопровода условным диаметром 1200 мм под давлением при гидравлическом испытании на прочность и герметичность.

Наименование элемента затрат	Ед. изм.	Кол-во
Затраты труда рабочих	чел.-ч	876,02
Средний разряд		3,8
Затраты труда машинистов	чел.-ч	144
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Агрегаты наполнительно-опрессовочные: до 500 м ³ /ч	маш.-ч	90
Агрегаты опрессовочные с подачей при наполнении 25 м ³ /ч	маш.-ч	54

5) Вытеснение воды после гидравлического испытания трубопровода условным диаметром 1200 мм (табл. 11).

Нормы таблицы 11 предусматривают затраты на 1 км трубопровода.

Состав работ:

- наполнение ресивера воздухом;
- удаление воды из трубопровода после гидравлического испытания с пропуском очистного поршня (предварительное);
- вторичное наполнение ресивера воздухом;
- удаление воды из трубопровода после гидравлического испытания пропуском очистного поршня (контрольное).

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

Таблица 11 – Вытеснение воды после гидравлического испытания трубопровода условным диаметром 1200 мм

Наименование элемента затрат	Ед. изм.	Кол-во
Затраты труда рабочих	чел.-ч	24,38
Средний разряд		4,9
Затраты труда машинистов	чел.-ч	45,46
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Спецавтомшины, грузоподъемность до 8 т, вездеходы	маш.-ч	6,02
Компрессоры передвижные: давление 2,5 МПа, производительность 34 м ³ /мин	маш.-ч	39,44

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 для разрабатываемого устройства – стабилизатора давления (табл. 12).

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

Таблица 12 – Матрица SWOT

<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Фиксация испытательного давления на заданном проектом уровне в течение проведения испытания.</p> <p>С2. Простота конструкции.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Устройство подходит только для одного конкретного типоразмера нефтепровода.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Снижение материальных и трудовых затрат на проведение гидравлических испытаний.</p> <p>В2. Усовершенствование конструкции устройства.</p>	<p>Угрозы:</p> <p>У1. Сложность доставки информации с датчиков температуры на устройство для испытательных участков большой протяженности.</p> <p>У2. Устройство нецелесообразно применять при неизменной температуре окружающей среды.</p>

4.2 Оценка убытков в случае остановки гидравлического испытания

Как уже было сказано, испытания нефтепровода должны быть прерваны и давление снижено до статического давления на испытуемом участке в случае падения давления на 0,1 МПа и более. Падение давления на данную величину возможно в результате падения температуры равно:

$$\Delta t = -0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Определим убытки, связанные с остановкой испытания, для этого рассчитаем по нормам таблиц 9 и 10 затраты на проведение 100% объема работ без учета материалов (воды, поршней разделителей). В качестве примера рассмотрим ситуацию, при которой гидравлическое испытание участка нефтепровода «Александровское-Анжеро-Судженск» протяженностью 10 км было выполнено на 10%, а затем прервано, и найдем

затраты на выполнение данного объема работ. Полученная таким образом сумма составит убытки от остановки испытания, которые возможно избежать с помощью разрабатываемого устройства.

Таблица 13 – Гидравлическое испытание участка нефтепровода «Александровское-Анжеро-Судженск» протяженностью 10 км

Наименование элемента затрат	Ед. изм.	Кол-во
Затраты труда рабочих	чел.-ч	492
Средний разряд		3,8
Затраты труда машинистов	чел.-ч	72,4
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Агрегаты наполнительно-опрессовочные: до 500 м ³ /ч	маш.-ч	47,4
Агрегаты опрессовочные с подачей при наполнении 25 м ³ /ч	маш.-ч	25

С учетом норм таблицы 10. найдем суммарную продолжительность работ (см. табл. 14).

Таблица 14 – Суммарная нормативная продолжительность работ

Наименование элемента затрат	Ед. изм.	Кол-во
Затраты труда рабочих	чел.-ч	1368
Средний разряд		3,8
Затраты труда машинистов	чел.-ч	216,4
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Агрегаты наполнительно-опрессовочные: до 500 м ³ /ч	маш.-ч	137,4
Агрегаты опрессовочные с подачей при наполнении 25 м ³ /ч	маш.-ч	79

Определим в текущем уровне цен размер средств на оплату труда рабочих с помощью ресурсного метода, который основан на использовании

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

показателей нормативной трудоемкости (табл. 14), выделяемой в составе итогов прямых затрат по смете или ее разделу, средней нормативной разрядности работ по смете или разделу и текущих тарифных ставок оплаты труда рабочих:

$$Z_{\text{тр}} = T_p \cdot T_{\text{ст}}, \quad (14)$$

где $Z_{\text{тр}}$ – оплата труда рабочих-строителей в текущем уровне цен в составе сметных прямых затрат;

T_p – показатель нормативной трудоемкости («Затраты труда рабочих-строителей, всего»), выделяемой в составе итогов прямых затрат, чел.-час;

$T_{\text{ст}}$ – текущая тарифная ставка оплаты труда рабочих, соответствующая средней нормативной разрядности работ по итогу сметы или раздела сметы, руб./чел.-час.

Текущую тарифную ставку оплаты труда рабочих $T_{\text{ст}}$ рассчитаем, как:

$$T_{\text{ст}} = A \cdot B \cdot C, \quad (15)$$

где A – показатель часовой оплаты труда рабочих-строителей в соответствии со средним разрядом работ (примем 4,0) согласно ФЕР-2001; 9,4 руб/чел.-ч;

B – индекс к статьям затрат базисной стоимости – оплата труда рабочих (разряд 4,0) по Томской области на 2 квартал 2018 года; 18,85;

C – районный коэффициент по Томской области (Парабельский район); 1,5;

Таким образом, получим:

$$T_{\text{ст}} = 9,4 \cdot 18,85 \cdot 1,5 = 265,8 \text{ руб/чел.-ч}$$

$$Z_{\text{тр}} = 1368 \cdot 265,8 = 363\,614,4 \text{ руб.}$$

Для определения затрат на эксплуатацию машин и механизмов

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

(табл.15), а также на оплату труда машинистов воспользуемся показателем сметной стоимости эксплуатации указанных в таблице 14 механизмов на первый квартал 2018 года для Томской области. Данный показатель включает в себя оплату труда машинистов.

Таблица 15 – Затраты на эксплуатацию машин и механизмов

Наименование элемента затрат	Ед. изм.	Кол-во	Сметная стоимость, руб.	Итого, руб.
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ				
Агрегаты наполнительно-опрессовочные: до 500 м ³ /ч	маш.-ч	137,4	3801,30	522298,62
Агрегаты опрессовочные с подачей при наполнении 25 м ³ /ч	маш.-ч	79	832,21	65744,59

Итого, затраты по всем статьям составят:

$$З = 363\,614,4 + 522\,298,6 + 65\,744,6 = 951\,658 \text{ руб.}$$

С учетом того, что испытание в рассматриваемой ситуации было выполнено на 10% и затем остановлено, убытки составят:

$$У = 0,1 \cdot 951\,658 = 95\,166 \text{ руб.}$$

4.3 Сметная стоимость установки для стабилизации давления

На данном этапе проекта сложно говорить о полной стоимости установки. Но можно говорить о стоимости корпуса установки и поршня, с учетом их физических параметров и требуемых для изготовления материалов (табл. 16)

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Таблица 16 – Сметная стоимость некоторых элементов установки

Элемент	Сметная стоимость (руб.)
Корпус (сталь 17Г1С)	434801
Поршень (сталь 17Г1С)	59633
	ИТОГО: 494434 руб.

4.4 Календарный план-график по разработке устройства

Календарный план-график по разработке устройства представлен в виде таблицы 17.

Таблица 17 – Календарный план-график

Наименование операции	сутки	Месяцы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Доработка конструкции устройства (упругого элемента, крана-регулятора деформации, способа сборки)	180													
Заказ, изготовление и доставка элементов устройства	92													
Сборка устройства	61													
Испытание устройства	61													
Совершенствование конструкции с учетом результатов испытания	61													

5 Социальная ответственность

В данной ВКР были проделаны исследования взаимосвязей параметров гидравлических испытаний нефтепроводов. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что стабилизация давления в испытуемом участке трубопровода, изменение которого вызвано колебаниями температуры, возможна посредством компенсации объема расширения/сужения испытательной жидкости. Выполнение данной задачи возможно с помощью соответствующего устройства для проведения гидроиспытаний, пользователем которого могут стать подрядные строительные-монтажные организации.

В данном разделе будут рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности при проведении работ по очистке полости и гидравлическому испытанию нефтепровода, безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

5.1 Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003–2015 [8] факторы производственной среды делятся на опасные и вредные факторы.

Определим в соответствии с ГОСТ 12.0.003–2015 опасные и вредные факторы производственной среды, действующие при проведении работ по очистке полости и гидравлическому испытанию нефтепровода и рассмотрим каждый из них (см. табл. 18)

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Социальная ответственность	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	65	80
Консульт.						НИ ТПУ	ИШПР	
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

Таблица 18 – Вредные и опасные производственные факторы при эксплуатации и обслуживании магистральных нефтепроводов

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003–2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Очистка полости и гидравлическое испытание нефтепровода.	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися 3. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. 4. Превышение уровней шума на рабочем месте. 5. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением. 2. Повышенное значение напряжения в электрической цепи.	ГОСТ 12.0.003–2015 [17] СанПиН 2.2.4.548-9 [18] ГОСТ 12.1.005-88 [19] СП 52.13330.2011 [20] СНиП 4557-88 [21] ГОСТ Р 12.4.296-2013 [22] ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ[23] ГН 2.2.5.3532-18 [25] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [26] ГОСТ Р МЭК 61140-2000 [27] ВСН-34-91 [28] ГОСТ 12.1.004-91 [29] ГОСТ Р 51330.19-99 [30] РД 13.220.00-КТН-575-06 [31] ТР ТС 032/2013 [32] ПБ 03-585-03 [33] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [34] ГОСТ 12.1.003-2014 [35]

5.1.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны

Оптимальные и допустимые условия микроклимата регламентируются СанПин 2.2.4.548-96 [9].

В зимнее время при проведении работ на открытом воздухе у работников может произойти обморожение конечностей и открытых частей тела, возникнуть простудные заболевания, ангина, пневмония, а также снизиться общая иммунологическая сопротивляемость.

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

В качестве профилактических мер по предупреждению охлаждения и переохлаждений при работе на открытом воздухе предусматривается:

- обеспечение работников теплой спецодеждой;
- сокращение времени пребывания на открытом воздухе;
- обеспечение ежечасного обогрева в помещении с температурой около +25 °С для работающих на открытом воздухе при эквивалентной температуре окружающей среды ниже -25°С [10].

В летний период при проведении полевых работ велика вероятность получения персоналом повышенной дозы ультрафиолетового излучения. Длительное пребывание человека на открытом воздухе может привести к солнечному удару с последующим ухудшением состояния. Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при незащищенных участках поверхности кожи не более 0,2 м² (лицо, шея, кисти рук) общей продолжительностью воздействия излучения 50% рабочей смены не должна превышать 10 Вт/м² [11].

Профилактика перегревания и его последствий осуществляется разными способами, одним из которых является обеспечение рационального режима труда и отдыха. Время пребывания на открытом воздухе сокращается, вводятся перерывы для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом. От перегрева головного мозга солнечными лучами предусматривают головные уборы.

В жаркую погоду для перерывов работники обеспечиваются коллективными средствами защиты (укрытия от солнечной радиации) – стационарными (передвижные вагончики, тенты) и временными (навесы, зонты, пологи). В зависимости от места производства работ могут использоваться тенеобразующие объекты – сооружения, лесополосы, природно-ландшафтные объекты [12].

					Социальная ответственность	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5.1.2 Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми и пресмыкающимися

При работе в теплое время года в полевых условиях работники подвержены риску укуса кровососущими насекомыми (клещи, комары, мошки и т.д.), поэтому предприятие должно обеспечить работников соответствующими средствами защиты, а также накомарниками [13]. Существует два основных способа защиты от контакта с насекомыми: защитная одежда и применение репеллентных средств [14].

В полевых условиях особо опасным насекомым является клещ, как переносчик клещевого энцефалита, поэтому возникает необходимость в противэнцефалитных прививках, которые помогают создать у человека устойчивый иммунитет к вирусу.

В случае укуса клеща необходимо немедленно обратиться в медицинское учреждение за помощью.

5.1.3 Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

Пыль, образующаяся при проведении работ, способна оседать на коже и слизистых оболочках, тем самым вызывая их раздражение. Для защиты от пыли необходимо применять ватно-марлевые повязки, респираторы, фильтрующие противогазы, защитные очки и специальная одежда из пыленепроницаемой ткани [15].

Причиной загазованности в первую очередь являются газы, содержащиеся в парах нефти. На месте проведения газоопасных работ согласно наряду-допуску должен быть организован контроль воздушной среды, он должен проводиться не реже одного раза в час, по первому требованию работника, после каждого перерыва в работе, перед началом и после окончания работ.

					Социальная ответственность	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) [16]:

- нефть –10 мг/м³ (3-ий класс опасности);
- сероводород (H₂S) в присутствии углеводородов (C1-C5) – 3 мг/м³ (2-ой класс опасности);
- сернистый газ (SO₂) – 10 мг/м³ (3-ий класс опасности);
- окись углерода (CO) –20 мг/м³ (4-ий класс опасности).

При превышении ПДК необходимо сразу прекратить проведение работ, поставить в известность лиц, которые несут ответственность за производство работ, и принять меры к нормализации ситуации на рабочем месте. Для защиты органов дыхания от большой загазованности необходимо использовать шланговые противогазы типа ПШ-1, ПШ-2.

5.1.4 Превышение уровня шума

Длительное воздействие шума на организм человека способно привести к потерям концентрации и внимания, нарушению в работе органов слуха и развитию профессиональных заболеваний. Источниками шума могут быть работающие машины (экскаваторы, бульдозеры, грузовые автомобили), а также инструменты (шлифмашина, сварочный аппарат).

В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.2.562-96 [17] и ГОСТ 12.1.003.-2014 [18] к мерам по защите работников от воздействия шума относятся:

- снижение уровня шума в источнике возникновения;
- звукопоглощение и звукоизоляция;
- установка глушителей шума;
- оптимальное размещение шумных машин, позволяющее минимизировать воздействие шума на рабочем месте;
- контроль правильности использования средств индивидуальной защиты от шума.

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

5.1.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для того чтобы обеспечить продолжение работ в темное время суток, необходимо обеспечить требуемый уровень освещенности рабочей зоны. Искусственное освещение должно быть равномерным и исключать возникновение слепящего действия осветительных приспособлений на человека.

Уровень освещенности при использовании ламп накаливания должен быть не менее 50 лк и при использовании газоразрядных лампах не менее 100 лк. По периметру площадки организуется охранное освещение, и устанавливаются светильники во взрывозащищенном исполнении [19].

5.1.6 Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением

Оборудование, работающее под высоким давлением, обладает повышенной опасностью.

Причинами разрушения или разгерметизации систем повышенного давления могут быть:

- внешние механические воздействия, старение систем (снижение механической прочности);
- нарушение технологического режима;
- конструкторские ошибки;
- изменение состояния герметизируемой среды; неисправности в контрольно-измерительных, регулирующих и предохранительных устройствах;
- ошибки обслуживающего персонала [23].

Основным требованием к конструкции оборудования работающего под высоким давлением является надежность обеспечения безопасности при эксплуатации и возможности осмотра и ремонта. Особые требования предъявляются к материалам, изготовлению трубопровода, трубопроводной

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

арматуре, устройству и монтажу трубопровода, испытанию и эксплуатации трубопровода. Специальные требования предъявляются к сварным швам. Они должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации, располагаться вне опор сосудов. Сварные швы делаются только стыковыми [24].

5.1.7 Электрический ток

Поражения электрическим током могут быть вызваны различными источниками, к примеру, плохо изолированными токопроводящими частями, проводов от различных приборов и установок. Поражение рабочего электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, то есть при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках.

При прохождении через организм человека ток оказывает следующие виды воздействий:

- термическое – ожоги, нагрев нервов и кровеносных сосудов;
- электролитическое – разложение лимфатических жидкостей и крови;
- биологическое – раздражение живых тканей организма, приводящее к судорогам мышц и органов тела, а так же к неправильной работе органов или прекращению их функционирования.

Мероприятия по обеспечению безопасности работы с электрооборудованием [25]:

- зануление;
- защитное заземление;
- защитное экранирование;
- изоляция токоведущих частей;
- защитное отключение;
- контроль ИЗОЛЯЦИИ;

					Социальная ответственность	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- использование блокировок и оболочек для исключения возможности прикосновения к токоведущим частям.

Средства защиты от поражения электрическим током разделяются на общетехнические и индивидуальные [26].

Общетехнические средства защиты:

- рабочая или двойная изоляция;
- обеспечение недоступности токоведущих частей посредством оградительных средств;
- блокировки безопасности;
- маркировка частей электрооборудования с помощью знаков, разных цветов изоляции, световой сигнализации, надписей;
- Индивидуальные средства защиты:
 - оперативные и измерительные изолирующие штанги;
 - указатели напряжения и фазировки;
 - перчатки, ботинки из диэлектрических материалов;
 - изолирующие накладки и подставки;
 - переносные заземления;
 - использование знаков и плакатов безопасности.

5.2 Экологическая безопасность

Мероприятия по охране окружающей среды при очистке полости и испытании трубопровода должны выполняться в полном объеме, предусмотренном ВСН 014-89 [27] действующим природоохранным законодательством РФ.

До проведения работ подрядной организацией должны быть получены следующие разрешительные документы:

- договор водопользования для забора (изъятия) водных ресурсов из поверхностного водного объекта в соответствии с объемами и местом

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

- забора, определенными проектом;
- решение о предоставлении водных объектов в пользование с целью сброса воды после гидроиспытаний в соответствии с объемами и местом забора, определенными проектом;
 - разрешение Ростехнадзора на сброс воды в поверхностный водный объект (в случае сброса воды на рельеф – разрешение на сброс на рельеф местности);
 - утвержденные нормативы допустимого сброса загрязняющих веществ;
 - разрешение на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
 - лимиты размещения отходов.

5.2.1 Воздействие на литосферу

Вода, используемая при гидроиспытаниях, сливается в специально подготовленные амбары-отстойники. Они выполняются котлованного типа без обваловки, с уклоном откосов 1:1. Растительный грунт и грунт, вынутый из котлована, укладывают в отдельные бурты для использования при обратной засыпке котлована и рекультивации. Амбары для слива воды следует располагать за пределами водоохраной зоны поверхностных водных объектов.

При проведении работ по гидроиспытаниям трубопровода образуются следующие виды отходов:

- сварочный шлак;
- твердые бытовые отходы;
- осадок после отстоя опрессовочной воды в амбаре-отстойнике
- и др.

По окончании работ отходы вывозятся подрядной организацией для захоронения или утилизации на полигоны бытовых и промышленных отходов,

					Социальная ответственность	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

указанные в ППР, а все временно использовавшиеся для устройства водозаборов, размещения механизмов, сооружения резервуаров-отстойников и другие земли должны быть в обязательном порядке восстановлены (рекультивированы) подрядчиком.

5.2.2 Воздействие на гидросферу

В период проведения работ подрядная организация должна вести журнал учета забираемой воды.

Сброс технически чистой воды производится в местах водозабора, в водоемы и реки, пересекаемые трубопроводом. В соответствии с проектными решениями сброс технической чистой воды производится на рельеф местности с помощью рассекателя для предотвращения размыва грунта или в водный объект, после отстаивания, не менее 8 часов. При необходимости прокладываются дополнительные сливные линии от точек сброса до места слива.

При сбросе воды подрядная организация обеспечивает очистку вытесняемой воды от загрязняющих веществ до установленных нормативов допустимого сброса (НДС), отбор проб и определение в воде перед ее сбросом из амбаров содержания загрязняющих веществ (взвешенные вещества, железо, нефтепродукты) аккредитованными экоаналитическими лабораториями. Результаты анализа проб оформляются протоколом анализа качества воды. При сбросе воды в поверхностный водный объект дополнительно определяется качество воды в поверхностном водном объекте (нефтепродукты, взвешенные вещества, железо) в местах, согласованных с природоохранными органами. Контроль за сбросом воды осуществляется подрядчиком с участием представителей местных природоохранных органов.

В период проведения сброса воды после гидроиспытаний подрядная

					Социальная ответственность	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

организация должна вести журнал учета количества и качества сбрасываемой воды в соответствии с действующим природоохранным законодательством РФ.

5.2.3 Воздействие на атмосферу

Одним из нежелательных последствий воздействия процесса испытания нефтепровода на окружающую среду может быть загрязнение атмосферы вблизи городов и населенных пунктов. Поэтому работы, связанные с выпуском в атмосферу значительных количеств вредных паров и газов, должны выполняться по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы и санитарными лабораториями при наличии благоприятной метеорологической обстановки.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации на трубопроводном транспорте могут возникнуть по различным причинам, например: паводковые наводнения; лесные пожары; по причинам техногенного характера (аварии) и др.

Возможными причинами аварий могут быть:

- ошибочные действия персонала при производстве работ;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии;
- производство ремонтных работ без соблюдения необходимых организационно-технических мероприятий;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- коррозия оборудования;
- гидравлический удар;

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

- факторы внешнего воздействия (ураганы, удары молнией и др.) [28].

Примерами ЧС, характерными для объектов магистрального трубопроводного транспорта, могут быть:

- пожары или взрывы при проведении работ в газоопасных местах при капитальном ремонте магистрального трубопровода;
- разгерметизация трубопровода и выход перекачиваемой среды наружу.

Основной причиной возникновения пожара является не соблюдение мер пожарной безопасности. Источниками возникновения пожара могут быть пары нефти в воздухе рабочей зоны, различные нарушения в работе оборудования и устройств электропитания, в результате которых образуются перегретые элементы, электрические искры, способные вызвать возгорание горючих материалов, короткие замыкания, различные перегрузки.

Факторы пожара, способные нанести вред здоровью работника:

- высокая температура воздуха и низкое содержание кислорода в нём;
- взрывы;
- открытый огонь;
- токсичные продукты горения;
- обрушение и повреждение сооружений.

Профилактические мероприятия по исключению возможности возникновения пожаров и ограничения их последствий [20]:

- эксплуатация и размещение производственного оборудования в соответствии с нормами пожарной безопасности;
- регулярные инструктажи работников предприятия по правилам пожарной безопасности;
- установка противопожарных преград;
- наличие на производственной площадке эвакуационных путей и

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

ВЫХОДОВ;

- наличие первичных средств пожаротушения: передвижные и ручные огнетушители, ящики с песком, пожарные краны и рукава, кошма (противопожарное полотно), противопожарные щиты с набором инвентаря;
- привлечение пожарных машин при проведении огневых работ.

С целью обеспечения взрывопожаробезопасности для взрывоопасных веществ установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация (ПДВК), составляющая 5 % величины нижнего концентрационного предела (табл. 19).

Таблица 19 – Значения ПДВК, НКПР и ВКПР [21]

Наименование веществ	Диапазон взрываемости				ПДВК	
	по объему (%)		по массе мг/м ³		% об.	мг/м ³
	НКПР	ВКПР	НКПР	ВКПР		
нефть	1,4	6,5	42000	195000	0,07	2100
сероводород	4,2	46	60000	657000	0,22	3000
окись углерода	12,5	75	74000	444000	0,63	3700

Каждый работник организации при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) должен:

- незамедлительно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию), старшему должностному лицу или диспетчеру (оператору) местного диспетчерского пункта или другого пункта управления объекта;

- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара

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

и сохранности материальных ценностей [22].

Превентивными мерами, содействующим уменьшению масштабов ЧС, будут являться: создание и использование систем своевременного оповещения населения, персонала объекта и органов управления, которое позволяет принять своевременные необходимые меры по защите населения и тем самым снизить потери. Так же для предотвращения ЧС следует усилить контроль над состоянием объекта и организовать систематическое обучение персонала действиям во время чрезвычайных ситуаций.

5.4 Правовые и организационные нормы обеспечения безопасности

5.4.1 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 гидравлическом испытании трубопровода являются допустимыми. Условиями труда, которые являются допустимыми (2 класс) являются те условия, при которых происходит воздействие на рабочего вредного или опасного производственного фактора, уровни воздействия, которых не превышают уровни, установленные в нормативных документах.

Работа осуществляется вахтовым методом. Применяется данный режим работы, когда необходимо сократить сроки строительства или ремонтных работ, при значительном удалении места работы от места постоянного проживания работников или места нахождения работодателя.

Рабочим, которые выезжают для производства работ в режиме вахты в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности из других

					Социальная ответственность	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

районов:

- обязательно устанавливается районный коэффициент, и происходят выплаты процентной надбавки к зарплате в порядке и размерах, предусматриваемых для лиц, постоянно работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним;
- предоставляется ежегодный дополнительный отпуск, который оплачивается в порядке и на условиях, предусматриваемых для людей, постоянно работающих.

Компенсации и гарантии людям, работающим вахтовым методом устанавливаются в соответствии ТК РФ [29].

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.

5.4.2 Организационные мероприятия по компоновке рабочей среды

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 работоспособности 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 [30]:

- проведение постоянного контроля рабочими исправности технологического оборудования, приспособлений, инструмента, проверка наличия и целостности ограждений, защитного заземления и

					Социальная ответственность	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

других средств защиты до начала работ и в процессе;

- проведение периодического оперативного контроля, который проводится руководителями работ и подразделений организации согласно их должностным обязанностям;
- проведение выборочного контроля состояния 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 [30].

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе:

– выполнено исследование зависимости изменения давления в испытываемом участке нефтепровода от изменения температуры испытательной жидкости. Расчет показал, что при $\Delta T = -0,4^{\circ}\text{C}$ и менее гидравлическое испытание должно быть остановлено (согласно ОР-19.000.00-КТН-194-10_с_Изм1 [5]).

– определена зависимость изменения объема испытательной жидкости от ее температуры, по которой были получены следующие результаты для испытываемого участка нефтепровода $D_n = 1220$ мм и $L = 10$ км: изменение температуры на величину $\Delta T = \pm 1^{\circ}\text{C}$ влечет изменение объема жидкости на $\Delta V = \pm 1,91$ м³.

– выполнен аналитический обзор устройства для проведения гидравлического испытания (патент РФ 2296310). Предложен способ стабилизации давления во время выдержки испытываемого участка и техническое решение для его реализации.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Разраб.		Корцунов В.С.		01.06.18	Заключение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	81	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.РД 23040.00 – КТН – 021 – 14 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Испытания линейной части трубопроводов[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KR_NAS_SH/Ycheb_metod/Tab1/Tab1/rd_2_3_040_00_ktn_021_14_ispytaniya_lineinoi_chasti_magis.pdf (дата обращения 20.03.2018 г.).

2.Iranian Petroleum Standards (IPS). Transportation pipeline pressure testing, 1st ed. Report no. IPS-C-PI-370(2). Ahwaz, Iran: National Iranian Oil Company; January 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://igs.nigc.ir/STANDS/IPS/C-PI-370.PDF> (дата обращения 20.03.2018 г.).

3.Gray J.C. How temperature affects pipeline hydrostatic testing. Pipeline and Gas Journal August 1976; (203); Pp.26–30.

4.Патент РФ №2005128536/28, 27.03.2007. Дубинский В.Г., Егоров И.Ф., Щербаков А.Г., Пономарев В.М., Вятин А.С. Способ испытаний трубопровода и устройство для его осуществления // Патент России № 2296310. 2005. Бюл. №9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2296310> (дата обращения 20.03.2018 г.).

5.ОР – 19.000.00 – КТН – 194 – 10_с_Изм1Порядок очистки, гидроиспытаний и внутритрубной диагностики нефтепроводов после завершения строительно-монтажных работ (с изменением 1).

6.ВСН 011-88 Строительство промысловых и магистральных трубопроводов. Очистка полости и испытание [Электронный ресурс]. –

					Температурная компенсация магистрального нефтепровода при гидравлических испытаниях			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Коршунов В.С.		01.06.18	Список использованных источников	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Рудаченко А.В.		01.06.18		ДР	82	80
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		ГРУППА 2Б4Б		

Режимдоступа:https://znaytovar.ru/gost/2/VSN_01188_Stroitelstvo_magistr.html(
дата обращения 20.03.2018 г.).

7. ГЭСН 81-02-25-2017 Сборник 25. Магистральные и промышленные трубопроводы. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meganorm.ru> (дата обращения 30.04.2018 г.).

8.ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 30.04.2018 г.).

9.Санитарные правила и нормы (СанПиН) 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения 30.04.2018 г.).

10. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения 30.04.2018 г.).

11. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения 30.04.2018 г.).

12. СНиП 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/455788_Sanitarnye_normy_ultraf.html (дата обращения 30.04.2018 г.).

13. ГОСТ Р 12.4.296-2013. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных). Общие технические требования. Методы испытаний. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

<http://docs.cntd.ru/document/1200107957> (дата обращения 30.04.2018 г.).

14. ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-008-76-ssbt> (дата обращения 30.04.2018 г.).

15. 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.

16. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/557235236> (дата обращения 30.04.2018 г.).

17. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703278> (дата обращения 30.04.2018 г.).

18. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 30.04.2018 г.).

19. ВСН-34-91 Отраслевые нормы проектирования искусственного освещения предприятий нефтяной и газовой промышленности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293768/4293768258.htm> (дата обращения 30.04.2018 г.).

20. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

30.04.2018 г.).

21. ГОСТ Р 51330.19-99. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008236> (дата обращения 30.04.2018 г.).

22. РД 13.220.00-КТН-575-06. Правила пожарной безопасности на объектах магистральных нефтепроводов ОАО "АК "Транснефть" и дочерних акционерных обществ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://firenotes.ru> (дата обращения 30.04.2018 г.).

23. ТР ТС 032/2013 О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meganorm.ru> (дата обращения 10.04.2018 г.).

24. ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов. Охрана труда. Техника безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehbez.ru> (дата обращения 30.04.2018 г.).

25. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203> (дата обращения 30.04.2018 г.).

26. ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-mek-61140-2000> (дата обращения 30.04.2018 г.).

27. ВСН 014-89 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Охрана окружающей среды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meganorm.ru> (дата обращения 30.04.2018 г.).

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		85

28. ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document> (дата обращения 30.04.2018 г.).

29. Трудовой кодекс Российской Федерации. Официальный текст: текст Кодекса приводится по состоянию на 1 января 2018 г. – Москва: Статус, 2018. – 280 с.

30. 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.

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		86