

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»
Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами»

УДК 621.643:678.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Кравченко А. С.		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель кафедры ЭПР	Глызина Т. С.	к.х.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель кафедры ЭБЖ	Алексеев Н. А.	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

21.03.01 Нефтегазовое дело

Планируемые результаты обучения

<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 общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
P1	Приобретение профессиональной эрудиции и широкого кругозора в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-8) (ЕАС-4.2а) (АВЕТ-3А)
P2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.
P3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3и), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23
P4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3е)
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)
P6	внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые данные для экспериментально-исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
P10	<i>Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий</i>	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,) (АВЕТ-3b)</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
P11	<i>Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов</i>	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30) (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)</i>

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»
Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

_____ 20.04.2016 г. Рудаченко А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Кравченко Антону Сергеевичу

Тема работы:

«Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3269/с от 27.04.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Эксплуатационные данные водовода низкого давления: Объем подтоварной воды, перекачиваемой по проектируемому водоводу.....1200 м³/сут. Плотность воды1013 кг/м³ Кинематическая вязкость подтоварной воды при 10°С.....1,3·10⁻⁶ м²/сек Минимальное давление на приеме в резервуаре воды.....0,2 МПа. Рабочее давление.....1,25 МПа. Протяженность трассы принята..... 10040,71 м
---	---

	Внутренний диаметр.....154,9 мм Наружный диаметр.....164 мм Толщина стенки.....4,7 мм Для сравнительной характеристики приняты: стальные бесшовные горячедеформированные повышенной коррозионной стойкости диаметром 159х10 мм по ТУ 14-161-148-94; сталь марки 20А, с наружным антикоррозионным покрытием конструкции №2 ГОСТ Р 51164-98 по ТУ 1390-004-32256008-03 и внутренним защитным покрытием по ТУ 1381-012-00154341-02; стеклопластиковые трубы с резьбовым соединением, диаметром 6 дюймов (внутренний диаметр 154,9, мм), наружным диаметр 164 мм и толщиной стенки 4,7 мм по ТУ 2296-009-Центрон/Амерон-03.
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>	Провести обоснование эффективности использования полимерных труб на нефтепромыслах.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	-
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Глызина Т. С., старший преподаватель кафедры ЭПР
«Социальная ответственность»	Алексеев Н. А., старший преподаватель кафедры ЭБЖ
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.01.2016 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин А. В.	к.т.н.		15.01.2016 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Кравченко А. С.		15.01.2016 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Кравченко Антону Сергеевичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»

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

1. Стоимость ресурсов для выполнения работ по прокладке стеклопластиковой трубы в сравнении со стальной.	Материально-технические ресурсы: стеклопластиковая труба, стальная труба, строительно-монтажные работы, дополнительные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Данная работа проводится впервые, поэтому нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Согласно п. 3 п.п. 16 ст. 149 НК РФ работы по разработке, написанию, отладке и внедрению нового алгоритма подлежат налогообложению. На основании п. 1 ст. 58 закона № 212-ФЗ ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды составляет 30 % от фонда оплаты труда

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Оценка коммерческого потенциала и перспективности использования полимерных труб на нефтепромысле.	Высокие значения степени проработанности научного проекта и уровня имеющихся знаний у разработчика свидетельствуют о средней перспективности и средних знаниях для успешной коммерциализации проекта.
Проведение сравнительного анализа сметных затрат на прокладку стального и стеклопластикового трубопроводов.	Исходя из сравнительного анализа, использование стеклопластиковой трубы более экологичен, более экономичен и имеет срок эксплуатации в несколько раз выше, чем стальной трубопровод.

Перечень графического материала

1. Матрица SWOT
2. Оценка готовности проекта к коммерциализации
3. Проектирование разработки
4. Расчет сметных затрат на прокладку трубопроводов.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.01.2016 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭПР	Глызина Т. С.	к.х.н.		25.05.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Кравченко Антон Сергеевич		25.05.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Кравченко Антону Сергеевичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	- Выявление факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования), характеризующих процесс взаимодействия трудящихся с окружающей производственной средой со стороны их: вредных проявлений (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); опасных проявлений (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы). - Определение факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования), характеризующих процесс воздействия их на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - Описание факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования), характеризующих процесс возникновения чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера). - Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	- Характеристика факторов изучаемой производственной среды, описывающих процесс взаимодействия человека с окружающей производственной средой в следующей последовательности: - действие фактора на организм человека ; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - рекомендуемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). - Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

	3. Охрана окружающей среды: – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 5. Правовые вопросы обеспечения безопасности: – характерные для проектируемой рабочей зоны правовые нормы трудового законодательства;
Перечень расчетного и графического материала	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.01.2016 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭБЖ	Алексеев Н. А.	—		15.01.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Кравченко Антон Сергеевич		15.01.2016

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

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»

Уровень образования бакалавриат

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.12.2015	<i>Введение</i>	10
29.12.2015	<i>Обзор литературы</i>	10
01.03.2016	<i>Основная часть</i>	15
01.04.2016	<i>Расчетная часть</i>	15
03.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	10
12.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
19.05.2016	<i>Заключение</i>	15
25.05.2016	<i>Презентация</i>	15
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин А. В.	к.т.н.		15.11.2015

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		15.11.2015

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения:

Надежность: Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания.

Сокращения:

ПЭ – полиэтилен;

ГПМТ – гибкий полимерно-металлический трубопровод;

ПНД – полиэтилен низкого давления;

ПВД – полиэтилен высокого давления;

Нормативные ссылки:

ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 17.4.3.02-85 Охрана природы. Почв. Требования к охране плодородного слоя почв при производстве земляных работ. ГОСТ 17.4.3.02-85 охрана природы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.

ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С.		01.06.16	Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Литера	Лист	Листов
Руков.		Веревкин А. В.		01.06.16		ДР	1	94
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16				

Классификация.

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.

Классификация.

ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ 12.2.003-74. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.

ГОСТ Р 1.12-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.

ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

РД 03-29-93. Методические указания по проведению технического освидетельствования паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды.

РД 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		2

факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

РД 51-100-85. Руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа.

СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СНиП 23-01-99* Строительная климатология.

Технический отчет о комплексных инженерных изысканий по объекту: «Водовод низкого давления «УПН Герасимовского нефтяного месторождения – БКНС Западно-Останинского нефтяного месторождения» в Парабельском районе Томской области выполненные ОАО «ТомскТИСИЗ» 2008 г.

СП 2.6.1-758-99. Нормы радиационной безопасности, НРБ-99.

СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.

Федеральный закон от 27.12.2002 г. №184-ФЗ. «О техническом регулировании».

Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123-ФЗ. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

ТУ 2296-009-Центрон/Амерон-03 Трубы стеклопластиковые, соединительные детали и соединения марки Центрон SPH.

СП 34-116-97 Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промышленных нефтегазопроводов. Минтопэнерго России, Москва 1997 г

РД 39-132-94 Инструкция по применению стальных труб в газовой и нефтяной промышленности.

СНиП 12-01-2004 Организация строительства

ВСН 012-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		3

Контроль качества и приемки работ. Часть I. Часть II.

СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты.

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2.

Строительство производства

ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов.

Сварка.

ВСН 011-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов.

Очистка полости и испытания.

ВСН 014-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов.

Охрана окружающей среды.

СНиП 12-136-2002 Решение по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектов производства работ.

СП 12-133-2000 Положение о порядке аттестации рабочих мест по условиям труда в строительстве и жилищном хозяйстве.

СанПиН 2.2.3.1384-03 Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ

СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда.

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

ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации

СНиП 1.04.03-85* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий зданий и сооружений.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		4

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа Кравченко Антона Сергеевича. содержит с., рис., табл., источников, прил.

Ключевые слова: нефтепромысловый трубопровод, полимеры, эффективность использования, стеклопластиковая труба, армированный материал, полиэтилен.

Объект исследования. Полимерные материалы для изготовления нефтепромысловых трубопроводов.

Цель работы. Доказать эффективность использования полимерных труб на нефтепромысле.

Результаты исследования. Обоснован выбор полимерных труб для нефтепромысловых трубопроводов перед стальными.

Экономическая эффективность/значимость работы: Определена экономическая эффективность использования стеклопластикового трубопровода перед стальным, что позволяет значительно уменьшить трудозатраты и энергозатраты, при этом увеличивается срок эксплуатации труб.

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С.		01.06.16				
Руков.		Веревкин А. В.		01.06.16	Реферат	Литера	Лист	Листов
Консульт						ДР	6	94
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16		Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		

ABSTRACT

Final qualifying work: pages, figures, tables, sources, applications.

Key words:

The object of the study.

The purpose of the work

Basic constructive, technological and technical-operational characteristics:

Results of research..

Main constructive, technical and technical and operational characteristics:

Economic efficiency / importance of work: Cost efficiency of is determined that allows to reduce considerably operating costs on all term of servicing.

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С.		01.06.16	Abstract	Литера	Лист	Листов
Руков.		Чухарева Н.В.		01.06.16		ДР	7	94
Консульт						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16				

Оглавление

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	3
Введение	10
1. Обзор литературы	
2. Нефтепромысловые трубопроводы	
3. Материалы и их свойства.	
3.1. Сталь.	
3.2. Полимеры.	14
3.3. Полиэтилен.	
3.4. Армированные материалы.	
3.5. Стеклопластик.	
3.6. ГПМТ.	
4. Расчетная часть	72
5. Социальная ответственность при работе с ГРС	80
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
7.1 Введение	
7.2 Оценка готовности проекта к коммерциализации	
7.3 Календарный план проекта	
7.4 SWAT-анализ	
Заключение	
Список публикаций	
Список использованных источников	
Приложения	

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С.		01.06.16	Оглавление	Литера	Лист	Листов
Руков.		Веревкин А. В.		01.06.16		ДР	8	94
Консульт						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16				

Введение

Актуальность работы. Обеспечение надежности и долговечности работы нефтепромысловых трубопроводов обуславливается коррозионной стойкостью и прочностью материала из которого сделаны эти трубопроводы. Темпы добычи снижаются, повышается обводненность нефти, на помощь идут различные методы повышения интенсификации, и, конечно, все это влечет за собой усиление коррозионной агрессивности продукции, что и ведет к росту аварийности, и, как следствие, несет колоссальный ущерб нефтедобытчикам, окружающей среде и здоровью людей. Увеличение инцидентов на трубопроводах ведет за собой необходимость в капитальном ремонте и рост затрат на их проведение, при этом, из-за простоя трубопроводов снижаются показатели по добыче, а площади загрязненных земель растут высокими темпами. Все это грозит серьезными штрафными санкциями, ещё большим повышением затрат на ремонт и природоохранные мероприятия.

Поэтому, на сегодняшний день, крайне необходимо решать проблему снижения уровня риска возникновения аварий и инцидентов с экологическими последствиями. Важно отметить, что устранять последствия аварии значительно сложнее, чем предупредить ее.

Решением данных проблем являются полимерные трубы, обладающие большим сроком службы, высокой эксплуатационной надежностью и низким сроком строительства промысловых и газораспределительных трубопроводов. Техническая возможность и экономическая эффективность использования полимерных труб на нефтепромысле не вызывает сомнения, поэтому информация об особенностях их использования является актуальной и перспективной темой для исследования.

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С.		01.06.16	Введение	Литера	Лист	Листов
Руков.		Веровкин А. В.		01.06.16		ДР	10	94
Консульт						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16				

Объект исследования. Полимерные материалы для изготовления нефтепромысловых трубопроводов.

Предмет исследования. Полиэтиленовые, армированные, стеклопластиковые и гибкие полимерно-металлические трубы.

Цель работы. Доказать эффективность использования полимерных труб на нефтепромысле.

Для достижения поставленных целей необходимо выполнить следующие задачи:

- Обзор особенностей полимерных труб и обоснование их применения на нефтепромыслах.
- Расчет технической и экономической эффективности использования стеклопластиковой трубы перед стальной.

					Введение	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Обзор литературы

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм.	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Обзор литературы	Литера	Лист	Листов
Разраб		Кравченко А. С.		01.06.16		ДР	12	94
Руков.		Веревкин А. В.		01.06.16		Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Консул ьт.								
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16				

2 НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ.

Нефтепромысловые трубопроводы предназначены для транспортировки нефти от скважин к различным объектам в границах промысла. Они подразделяются по: способу прокладки (подземные или надземные, наземные или подводные), по типу напора (самотечные, напорно-самотечные, свободно-самотечные, а так же безнапорные), по рабочему давлению (высокое, среднее и низкое) и по схеме работы (без ответвлений или с ответвлениями).

Нефтяное месторождение обустроено разветвленной сетью промысловых трубопроводов:

- выкидные линии (Ø89–114 мм) – трубопроводы от нефтяных скважин для транспортирования продуктов скважин (нефть, вода, нефтяной газ) до замерных установок, под давлением до 4,0 МПа;
- нефтегазосборные коллекторы (Ø89–720 мм) – трубопроводы для транспортирования продукции нефтяных скважин от замерных установок до дожимных насосных станций и установок предварительного сброса воды под давлением до 2,5 МПа;
- напорные нефтепроводы (Ø273–720 мм) – трубопроводы для транспортирования подготовленной или частично подготовленной нефти от пункта сбора нефти и дожимной насосной станции до центрального пункта сбора под давлением до 4 МПа;
- водоводы систем заводнения нефтяных пластов и систем захоронения пластовых и сточных вод в глубокие поглощающие горизонты: низконапорные (Ø114–530 мм) – до 1,6 МПа; высоконапорные (Ø89–325 мм) – 10– 20 МПа;

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп	Дата				
Разраб		Кравченко А. С.		01.06.16	Основная часть	Литера	Лист	Листов
Руков.		Вережкин А. В.		01.06.16		ДР	22	94
Консул ьт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16				

- газопроводы (Ø273–530 мм) – для транспортирования нефтяного газа от установки сепарации нефти до установок подготовки газа или до потребителей, под давлением до 0,8 МПа.

Основными факторами, определяющими коррозионную агрессивность транспортируемых по промышленным трубопроводам сред, являются:

- состав пластовой воды, ее pH и минерализация;
- содержание растворенных газов;
- наличие коррозионно-активной микрофлоры (сульфат-восстанавливающие, углеводородокисляющие и другие бактерии);
- наличие механических примесей;

Нефтедобывающие компании несут огромные убытки и потери от производственного простоя вследствие аварии, ремонта и замены изношенного стального трубопровода, потери транспортируемой продукции, снижения ее качества и загрязнения окружающей среды. Не удивительно, что специалистам требуются трубопроводы, которые способны служить максимально долго [1, 2].

трубопроводов и обвязок технологического оборудования газораспределительных станций магистральных газопроводов» и ВРД 39-1.10-069-2002 «Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов»

					Основная часть	Лист
						28
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

3 МАТЕРИАЛЫ И ИХ СВОЙСТВА

3.1. Сталь.

Трубы из стали применяют в трубопроводах, работающих при высоких рабочих давлениях, а также при укладке их в макропористых грунтах, по мостам и эстакадам, при устройстве дюкеров и при укладке их в макропористых грунтах. Трубы, которые применяются на нефтепромыслах РФ регламентируются согласно РД 39-132-94.



Рисунок 1. Трубы стальные.

Главным недостатком стальных труб является их высокая восприимчивость к коррозии, которая ведет к сокращению срока службы трубопровода, высокой трате металла, увеличивает шероховатость внутренней поверхности стенки труб, что влечет за собой дополнительные затраты энергии

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм.	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб		Кравченко А. С.,		01.06.16	Основная часть	Литера	Лист	Листов
Руков.		Веревкин А. В.		01.06.16		ДР	32	135
Консул ьт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко А.В.		01.06.16				

на работу насосов. В результате зарастания внутренней поверхности пропускная способность металлических труб снижается через пять лет эксплуатации, в зависимости от группы воды, на 10-48%, через десять лет – на 14-57%, через 20 лет – 20-68%. То есть коррозия вызывает увеличение как строительных, так и эксплуатационных расходов.

СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Достоинства стальных труб:

- прочность;
- низкий коэффициент теплового расширения;
- высокая газовая герметичность;
- устойчивость к разрывному давлению;

Недостатки стальных труб:

- ввиду коррозии небольшой срок эксплуатации – максимум 10-15 лет;
- большой вес, трудоемкий монтаж;
- качество сварного соединения сильно зависит от квалификации монтажников;
- высокая теплопроводность;
- электропроводность, подверженность блуждающим токам;
- высокий процент разрушений при замерзании продукта;
- сравнительно малая длина поставляемых отрезков;
- ограниченная гибкость, из-за чего требуется больше количество фасонных и соединительных деталей;

В настоящее время наиболее перспективными и интересными для рассмотрения являются так называемые полимерные трубы.

					Основная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		33

3.2. Полимеры.

Полимеры – это высокомолекулярные вещества, молекулы которых состоят из повторяющихся структурных элементов-звеньев, соединенных в цепочки химическими связями. Важным является тот факт, что свойства полимеров реализуются тогда, когда связи вдоль цепи намного прочнее, чем поперечные. Именно этим и обусловлена особенность строения полимерных молекул, которое определяет их свойства:

- способность к большим, длительно развивающимся обратимым деформациям;
- упругость, эластичность;
- хорошие диэлектрические и теплоизоляционные свойства.
- резкое изменение свойств при добавлении небольших количеств низкомолекулярных веществ;
- высокая устойчивость к химически агрессивным средам;

Стойкость к коррозии у пластмасс исключительно высока. Из-за высокой химической инертности их можно применять практически в любых средах не опасаясь коррозии. Большой интерес представляют пластмассовые трубы, когда в расчет принимаются затраты на их монтаж. Стоимость трубопровода в среднем меньше аналогичного стального, при этом увеличивается скорость монтажа трубопровода, объем сварочных работ снижается. Да, прочность полиэтиленовых труб ниже, чем стальных, но под нагрузкой эта величина уменьшается медленнее. В дополнении к этому, высокий экономический эффект достигается ввиду большой строительной длины труб и транспортировки их в бухтах (рис. 2).

					Основная часть	Лист
						34
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		



Рисунок 2. Транспортировка полимерных труб в бухтах.

Основной недостаток полимерных труб – это относительно невысокая прочность, при этом, затраты на достижение необходимого уровня прочностных характеристик выше затрат на изготовление стальных труб. На рисунке 3 представлены виды полимерных материалов и их условные обозначения.

					Основная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		35

Материал	Условные обозначения	
	Отечественные	Международные
Полиэтилен: низкой плотности; средней плотности; высокой плотности	ПЭ ПНП ПСП ПВП	PE PELD PEMD PEHD
Сшитый полиэтилен: - в зависимости от способа сшив- ки и защиты от диффузии кислорода: пероксидный; органосилоксановый; радиационный - с противокислородным диффу- зионным барьером из: алюминия; этиленвинилового спирта	ПЭС	PEX PEX a PEX b PEX c PEX a-AL- PEXa PEX a- EVON
Полипропилен: гомополимер тип 1; блоксополимер тип 2; рандом сополимер тип 3; с противокислородным диффузи- онным барьером из алюминия	ПП	PP PPH PPB PPR PPR-AL-PPR
Полибутен: с противокислородным диффузи- онным барьером из этиленвинилового спирта	ПБ	PB PB-EVON
Поливинилхлорид	ПВХ	PVC

Рисунок 3. Виды полимерных материалов и их условные обозначения.

На нефтепромыслах полимерные трубопроводы используют для:

- газораспределительных трубопроводов;
- строительства систем утилизации;
- кислотной обработки;
- строительства систем нефтесбора;
- прокладки выкидных линий;
- линий кислотной и химической обработок;
- для промывки отложений парафинов;
- очистки НКТ;

- закачки пластовых вод, ингибиторов и растворителей солей;
- футеровки промысловых трубопроводов;
- аварийного перекрытия подводных газонефтепроводов;
- проведения внутрискважинных работ;

Рассмотрим некоторые виды трубопроводов из полимеров.

3.3. Полиэтилен.

Полиэтилен – это термопластичный полимерный материал, который получают полимеризацией этилена. Существует три модификации ПЭ:

- низкой плотности или высокого давления (0,910-0,925 г/ см³);
- средней плотности (0,926-0,940 г/см³);
- высокой плотности или низкого давления (0,941-0,965 г/ см³).

Полиэтилен можно использовать в интервале от -70 до +110°С (при температуре выше +110°С наступает размягчение материала, а ниже -70°С - хрупкое состояние).

Для изготовления полиэтиленовых труб используют трубные марки полиэтилена высокой плотности (ПВП), так как его прочностные характеристики выше, чем у полиэтилена низкой плотности (ПНП). Например, по механической прочности более 2-х раз, твердости более 3-х раз, модулю упругости в 2,5 раза и теплостойкости в 1,15 раза. Важными показателями для полиэтилена, являются газо- и влагонепроницаемость. Эти показатели у ПВП на порядок меньше, чем у ПНП. Также ПВП более стоек к поражению микроорганизмами. Все эти показатели подтверждают вывод, что полиэтилен высокой плотности является более предпочтительным для нефтегазодобывающей промышленности.

В ряду ПЭ63, ПЭ80 и ПЭ100 происходит увеличение молекулярной

					Основная часть	Лист
						37
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

массы и плотности, что приводит к улучшению физико-механических свойств полиэтилена – возрастает прочность на разрыв, разрывное удлинение, длительная прочность, теплостойкость, стойкость к растрескиванию под нагрузкой.

Основные преимущества использования полиэтиленовых трубопроводов перед металлическими следующие:

- *Долговечность.* Гарантированный срок эксплуатации полиэтиленовых трубопроводов составляет 50 лет.

- *Коррозийная стойкость.* Полиэтиленовые трубопроводы не подвержены зарастанию внутренней поверхности продуктами коррозии и карбонатными отложениями.

- *Сопротивляемость блуждающим токам.*

- *Скорость и экономичность монтажа.* Не требуется тяжелая техника, при этом потребление электроэнергии или топлива гораздо ниже. Снижено количество сварных соединений в 50-100 раз поскольку поставляются в бухтах.

- *Эластичность.*

- *Повышенная пропускная способность.*

- *Экономия на изоляции.*

Преимущества полиэтиленовых труб

Таблица 1

Параметры	Стальная труба	ПЭ труба
Гарантийный срок эксплуатации	До 5 лет	50 лет
Изоляция труб	требуется	не требуется
Электрохимзащита	требуется	не требуется

Необходимо отметить, что для пластмасс предоставляется возможным их модификация облучением частицами высоких энергий, введением структурообразователей и армированием для расширения области применения. В результате этого повышаются прочность и устойчивость полиэтилена к

					Основная часть	Лист
						38
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

различным химическим и физическим воздействиям. Так, сетчатый полиэтилен отличается высокой стойкостью против растрескивания под напряжением, а также устойчивостью против ползучести.

3.4. Армированные материалы.

Для изготовления армированных материала используют феноловые либо эпоксидные смолы, полиэфир и т.д., так как смолы обладают необходимыми высокими механическими характеристиками и химической стойкостью. Армирование в 20- 100 раз повышает прочность термопластика за счет волокон, а смола повышает коррозионную стойкость.

Полимерные трубы армируют стекловолокном, металлом или различными нитями. Такие трубы устойчивы к воздействию агрессивных сред при повышении температуры до 100°C.

Армированные пластики применяют преимущественно для труб, эксплуатируемых в условиях приложения внутреннего гидростатического давления, которое создает растягивающие напряжения в кольцевом направлении. Кроме того, возникают осевые напряжения, равные 1/2 кольцевых, поэтому наилучшее расположение волокон такое, при котором напряжения в них минимальны; волокна, перпендикулярные и параллельные оси трубы, располагаются в отношении 2:1 [3].

					Основная часть	Лист
						39
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		



Рисунок 4. РЕХ труба.

Альтернативой стальным трубам в ряде случаев могут стать полиэтиленовые трубы с торговой маркой Anaconda™ (производства «Технология композитов», г. Пермь), усиленные высокопрочными синтетическими нитями. В этих трубах используется трубный полиэтилен и высокопрочные полиэфирные нити, которые обладают высокой стойкостью к агрессивным веществам, транспортируемым по нефтепромысловым трубам (нефть, нефтяной попутный газ, пластовые и сточные воды, в том числе с большим содержанием сероводорода, кислорода, углекислого газа и др.), и содержащимся в грунте.

Полиэтиленовые армированные синтетическими нитями трубы Anaconda™ [4] выпускаются с наружными диаметрами 75, 90, 110, 125, 140 и 160 мм. Трубы предназначены для строительства трубопроводов с рабочим давлением до 4,0 МПа при температуре в стенке трубы от -15° до $+60^{\circ}\text{C}$. Расчетный срок эксплуатации труб Anaconda™ на нефтепромыслах – 25 лет. Трубы Anaconda™ обладают высокой гибкостью, что позволяет сворачивать их в бухты, причем трубы диаметрами 75–125 мм могут поставляться в бухтах длиной от 350 до 150 м, соответственно.

За счет гибкости трубопроводы из этих труб способны выдерживать подвижки грунта при землетрясениях, пучении и просадках грунта, что

					Основная часть	Лист
						40
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

повышает их живучесть.

Трубы AnacondaTM из-за высокого (до $220 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$) коэффициента линейного температурного расширения и низкого модуля ползучести полиэтилена, под действием давления и положительного перепада температур заметно удлиняются. Для того, чтобы удержать трубопроводы из этих труб на проектных отметках, они прокладываются только подземно, т.к. в этом случае труба заземляется грунтом.

Соединение полиэтиленовых труб между собой производится сваркой. Особенностью труб AnacondaTM является то, что сварка состоит из двух стандартных операций: сварка встык нагретым инструментом с последующим удалением наружного грата и усиление сварного шва при помощи соединительных муфт с закладными нагревателями [5]. Осевая прочность шва при сварке встык ниже, чем прочность трубы, поэтому для его усиления производится муфтовая сварка.

Повороты и выходы на поверхность трубопровода из труб AnacondaTM осуществляют упругим изгибом при условии, что минимально радиус упругого изгиба не менее допустимого – 25 наружных диаметров трубы. Это позволяет в ряде случаев обходиться без отводов.

3.5. Стеклопластик.

Конструктивно стеклопластиковые трубы у различных производителей значительно отличаются друг от друга. Общим в конструкции всех стеклопластиковых труб является армирование (усиление) полимерного материала трубы стеклянными волокнами. При этом доля стеклянных волокон в материале трубы может составлять от 65 до 85%. Физико-механические характеристики стеклопластиковых труб зависят от закона армирования (направления укладки стеклянных волокон) и для каждого типа трубы различаются вдоль оси и в окружном направлении. Как правило, все

					Основная часть	Лист
						41
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

производители стеклопластиковых труб стремятся к тому, чтобы прочность в окружном направлении трубы была в два раза выше прочности вдоль оси. Значение окружной прочности стеклопластиковых труб при полном разрушении материала может составлять от 400 до 650 МПа. Для сравнения, временное сопротивление для стали 20 составляет 410 МПа, предел текучести 245 МПа.

Типы стеклопластиковых труб различных производителей, применявшихся при строительстве нефтепромысловых трубопроводов в Западной Сибири, можно разделить на три группы по следующим признакам:

1. Тип связующего (матрицы): эпоксидное или полиэфирное;
2. Тип соединения труб: клеевое или механическое;
3. Конструкция стенки трубы: чистый стеклопластик (без футеровки), стеклопластик с пленочным слоем (футерованные трубы), многослойные конструкции.

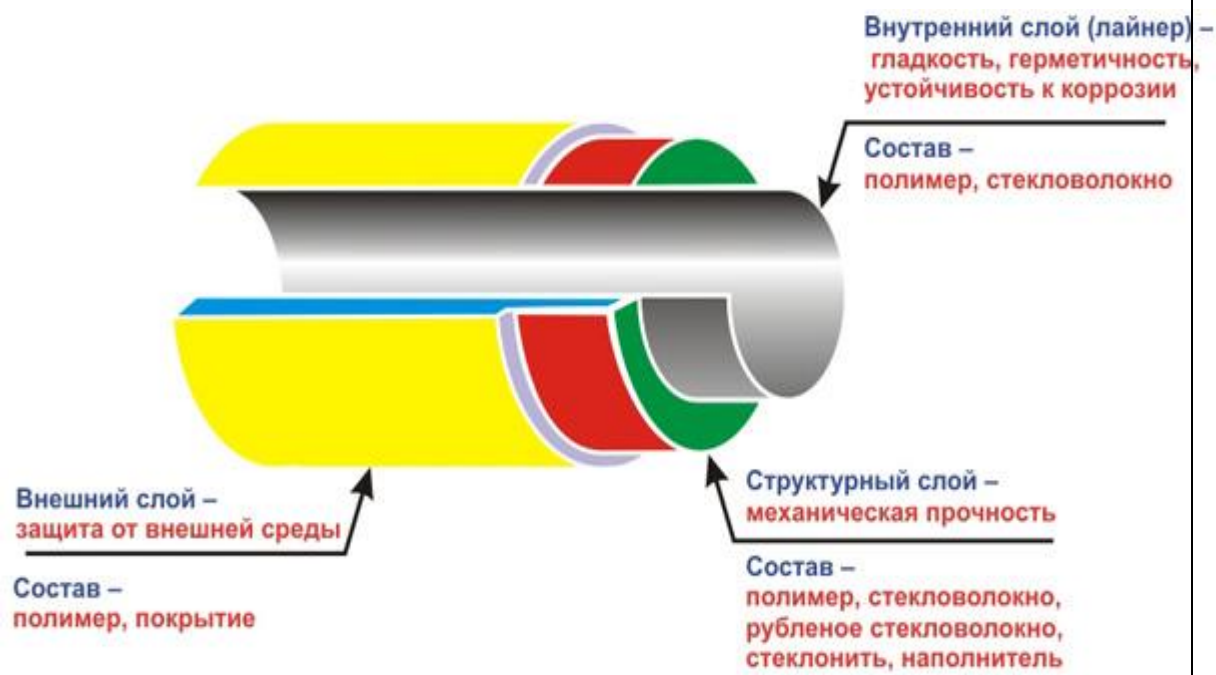


Рисунок 5 . Структура стеклопластиковой трубы

Применение стеклопластиковых труб взамен металлических увеличивает срок службы трубопроводов в 5-8 раз, исключает применение антикоррозионных

защитных средств, снижает массу трубопровода, исключает применение сварочных работ [41]6.

В отличие от металлических труб, стеклопластиковые имеют некоторые отличительные особенности: сниженные энергозатраты на перекачку транспортируемой среды, высокие гидравлические характеристики обеспечиваемые идеальной гладкостью внутреннего канала и препятствующая образованию отложений. Не требует изоляции (внутренней и внешней), химических ингибиторов, поскольку не подвергаются коррозии [8]7.

Фирмой «Smith Fiberglass Production» производятся трубы диаметром от 25 до 1200 мм, выдерживающие давление до 28 МПа изготовленные из стеклопластиковых материалов.

В настоящее время компанией «Ameron International Corporation» поставляются стеклопластиковые трубы, нашедшие достаточное применение в нефтегазодобывающей промышленности России в качестве нефтепроводов, в том числе на объектах ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз».

Стеклопластиковые трубы GRE на основе эпоксидного связующего «АМІРОХ» (рисунок 6) изготавливаются из высокопрочного стекловолокна, эпоксидной смолы и отвердителя (диаметром 80-600 мм, стандартной длиной труб 9м, давлением 10-240 атм., для температуры транспортируемого вещества от -40 до плюс 130°С со сроком службы более 50 лет).

					Основная часть	Лист
						43
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		



Рисунок 6 - Трубы GRE на основе эпоксидного связующего вещества

Трубы соответствуют стандартам ASTM-D-2992 и ASTM-D-2996 для готовых изделий и имеют сертификаты, подтверждающие их соответствие требованиям авторитетных международных институтов и организаций: Международная организация стандартизации (ISO), Американский институт нефти (API), Европейский комитет по стандартизации (CEN), Скандинавская организация по стандартизации (DNV), Лаборатория по технике безопасности США (UL). На применение этих труб в нефтяной и газовой промышленности имеются также разрешение Росгортехнадзора, российские сертификаты соответствия, санитарно-эпидемиологическое заключение [99]8.

Трехслойные стеклопластиковые трубы состоящую из внутренней стеклопластиковой оболочки, защитного и конструкционного слоев и представляют собой многослойную неоднородную конструкцию, [47]9. Конструктивно внутренняя оболочка независима от сшитых защитного и конструкционного слоев [9]10.

Вдоль оси трубы не несет нагрузок внутренняя оболочка, а для большей прочности в окружном направлении ее конструкция оптимизирована.

Она выполнена из стеклопластика методом «мокрой» намотки стеклянных нитей, пропитанных эпоксидным связующим. Внутренняя оболочка

					Основная часть	Лист
						44
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

предназначена для понижения изменяющегося циклически внутреннего давления в трубе, составляет от 3 до 6 мм в зависимости от внутреннего диаметра, возникающего при разгазировании или растворении в транспортируемом продукте содержащегося газа.

От 1 до 3 мм из опыта эксплуатации может составлять толщина защитного слоя, выполненного из полиэтилена высокого давления (ПВД). Под воздействием внешних нагрузок, для повышения химической стойкости трубы и сохранения ее герметичности предназначен защитный слой [32]11.

Стеклянные нити до требуемой толщины пропитываются эпоксидным связующим, так называемым методом «мокрой» намотки, выполнен конструкционный слой из высококачественного стеклопластика. В окружном направлении вдоль оси и трубы необходимое соотношение физико-механических характеристик обеспечивает конструкционный слой.

Конструкционный, защитный и разделительный слои по технологии изготовления, укладывается на заранее намотанную и отвержденную внутреннюю оболочку. Далее заготовка трубы проходит режим полимеризации, по окончании которого защитный и конструкционный слои сшиваются между собой, образуя монолитную конструкцию, а перемещение внутренней оболочки вдоль оси трубы конструктивно ограничено. Соединения труб – механические, изготавливаются непосредственно с трубой [25]12.

Отличительными особенностями данных трубопроводов являются:

- что даже под воздействием агрессивных сред, сохраняется высокая устойчивость применяемых материалов;
- высокие требования предъявляются к физико-механическим характеристикам;
- эксплуатация в широком диапазоне температур (от минус 50°C до плюс 100°C);
- устойчивость к воздействию ультрафиолетовых лучей микроорганизмов и неблагоприятных факторов окружающей среды.

					Основная часть	Лист
						45
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

В область между внутренней оболочкой и пленочным слоем проникает транспортируемая среда, создавая тем самым вблизи футеровки область постоянного давления, которое равно рабочему давлению в трубопроводе. Давление не изменяется вблизи пленочного слоя, за счет чего и не происходит кессонный эффект (рисунок 7) и отсутствуют условия проникновения газа через него.

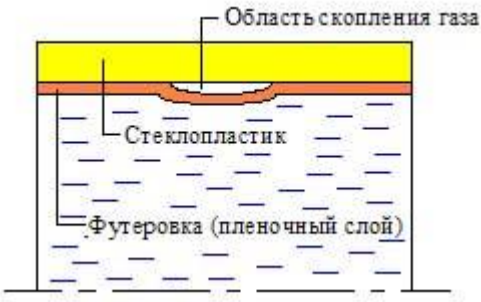


Рисунок 7. Кессонный эффект

Внутренняя оболочка повышает долговечность использования стеклопластиков, повышает дополнительную жесткость труб, а так же уменьшает температурное воздействие среды на несущий материал (рисунок 8).



Рисунок 8 – Конструкция трехслойной трубы

Таким образом, в трехслойной конструкции стеклопластиковой трубы решается большинство вопросов обеспечения надежности и долговечности:

- применением механического раструб-ниппельного соединения обеспечивает надежная стыковка труб в трубопроводе и соответствует требованиям

международных стандартов в данной отрасли;

- применением композиционного материала – стеклопластика на эпоксидном связующем достигается механическая прочность и долговечность труб;
- при низких температурах и при одновременном обеспечении ее адгезии к стеклопластику сохранения эластичности футеровки; - путем применением эластичного футеровочного пленочного слоя при эксплуатации и строительстве трубопроводов под действием внешних нагрузок, в нефтяных средах химическая стойкость которого является эталонной, обеспечивается герметичность труб;

3.6. Гибкие полимерно-металлические трубы.

Гибкие трубы изготавливают двух типов в зависимости от конструкции. Трубы первого типа состоят из наружного полиамидного покрытия, двух слоев стальной проволоки, двух слоев профилированной стальной проволоки, внутренней полиамидной камеры. Работоспособность трубы и герметичность при температуре от минус 15 до плюс 120°C обеспечивает внутренняя полиамидная камера, обладает стойкостью к истиранию, изгибу и к воздействию ароматических углеводородов. Трубы второго типа состоят из наружного полиамидного покрытия, двух слоев стальной проволоки, двух слоев профилированной стальной проволоки, слоя плетеного каркаса (нержавеющая сталь), полиамидного слоя. [23]13.

Гибкие трубопроводы обладают составной конструкцией, для которой характерны: хорошие показатели теплопроводности, малый предельный радиус изгиба, высокий коэффициент демпфирования, высокая ударная прочность [35]14.

Особенности конструкции стенок (чередование полимерных и металлических слоев) являются причиной возможных различий в объемных

					Основная часть	Лист
						47
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

геометрических характеристиках труб. Поскольку слои стенки не связаны между собой, возможна их осадка относительно друг друга. Возможны также упругие деформации, допускаемые индивидуальными особенностями элементов стенки и их взаимным проскальзыванием под нагрузкой.

Полимеры состоят из длиномерных молекулярных цепей, образующих решетчатую структуру [48]15. Хотя межмолекулярные расстояния в ней чрезвычайно малы, молекулярные цепи подвержены постоянным тепловым колебаниям. Эти колебания обуславливают возможность проникновения молекул газа сквозь молекулярную решетку полимера [35]14.

Миграция газов сквозь полимерные слои стенки является чисто эксплуатационной проблемой. При снижении давления скопившиеся в стенках газы увеличиваются в объеме, оказывая значительное силовое воздействие на внутренние полимерные оболочки. Если это давление превышает прочность полимеров на срез, то возможно развитие остаточных деформаций, а то и разрушение оболочек. Это явление известно под названием разрушающей декомпрессии.

В составе стенки трубы предусмотрены внешние особо тонкие полимерные оболочки, которые при повышении давления в промежутках армирующих слоев периодически разрываются так, чтобы внутреннее давление в зоне падало [50]16.

Промежуточные полости между слоями стенки соединяют между собой таким образом, чтобы по ним вдоль оси трубопровода могли перетекать накопившиеся газы. На своем пути по полостям газы проходят также через разрывные (предохранительные) диафрагмы, располагаемые на концах труб.

В конструкции стенки предусматривают также специальные полимерные слои, образующие единую связанную структуру и способные аккумулировать в себе газы без постоянных деформаций. Подобные слои предоставляют расширяющимся газам возможность диффундировать наружу сквозь более

					Основная часть	Лист
						48
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

проницаемые внешние покрывающие оболочки.

					Основная часть	Лист
						49
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

4 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

4.1. Расчет стеклопластиковых труб на прочность

Объем подтоварной воды, перекачиваемой по проектируемому водоводу от УПН до БКНС.

Составляет 1200 м³/сутки (0,0139 м³/с).

Плотность воды – 1013 кг/м³.

Кинематическая вязкость подтоварной воды при 10°C – $1,3 \cdot 10^{-6}$ м²/сек

Потери напора в резервуаре воды, не более – 20 м.

Протяженность трассы принята $\approx 10,1$ км.

Для сравнительной характеристики приняты:

- стальные бесшовные горячедеформированные повышенной коррозионной стойкости диаметром 159х10 мм по ТУ 14-161-148-94; сталь марки 20А, с наружным антикоррозионным покрытием конструкции №2 ГОСТ Р 51164-98 по ТУ 1390-004-32256008-03 и внутренним защитным покрытием по ТУ 1381-012-00154341-02;
- стеклопластиковые трубы с резьбовым соединением, диаметром 6 дюймов (внутренний диаметр 154,9, мм), наружным диаметром 164 мм и толщиной стенки 4,7 мм по ТУ 2296-009-Центрон/Амерон-03.

Система стекловолоконистых труб имеет особые свойства. При рассмотрении коэффициента прочности на единицу веса стекловолоконно превосходит железо, углеродистую сталь и нержавеющей сталь. Тип и ориентация волокон в трубе обеспечивают необходимую механическую прочность. Чем больше стекла, тем прочнее деталь.

Трубы с маркировкой S – соответствует повышенной механической прочности.

Прочность соединений и соединительных деталей должна быть не ниже прочности труб.

Расчет произведен согласно методике РД «Инструкция на проектирование, строительство, эксплуатацию и ремонт нефтепромысловых

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм.	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб		Кравченко А. С.		01.06.16	Расчетная часть			
Руков.		Веревкин А. В.		01.06.16				
Консул								
бт.								
Зав. каф.		Рудаченко В.А.		01.06.16				
					Литера	Лист	Листов	
					ДР	47	94	
					Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б			

трубопроводов из стеклопластиковых труб» [3].

Прочность и устойчивость положения трубопроводов должна быть обеспечена на стадиях сооружения и испытания.

При расчётах на прочность и устойчивость положения трубопроводов из стеклопластиковых труб срок службы должен приниматься равным 20 годам по [4] п. 1.2.2.

Исходные данные для проведения расчета:

Эксплуатационные данные водовода низкого давления:

Объем подтоварной воды, перекачиваемой по проектируемому водоводу составляет 1200 м³/сут.

Плотность воды – 1013 кг/м³.

Кинематическая вязкость подтоварной воды при 10°C – 1,3·10⁻⁶ м²/сек

Минимальное давление на приеме в резервуаре воды – 0,2 МПа.

Рабочее давление – 1,25 МПа.

Протяженность трассы принята – 10040,71.

В соответствии с заданием на проектирование приняты стеклопластиковые трубы с резьбовым соединением, внутренний диаметр 154,9, мм, наружным диаметр 164 мм и толщиной стенки 4,7 мм.

Исходные данные для проведения расчета

Таблица 2

Перекачиваемая среда: подтоварная вода			
Объем перекачки по водоводу	Q	1200	м ³ /сут
Внутренний диаметр трубопровода	d	0,1549	м
Длина водовода	L	10040,71	м
Кинематическая вязкость подтоварной воды при 10°C	v	0,0000013	м ² /сек
Разность нивелирных отметок начала и конца трубопровода	Δz	14,9	м
Потери напора в резервуаре	H _{рез}	20	м

					Расчетная часть	Лист
						48
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Механические свойства неармированных труб

Таблица 3

Свойства	Полиэфиры		Эпоксиды
	твердый	упругий гибкий	
Предел прочности на растяжение, 103 psi (кг/см ²)	6-13	0,5-3	4-13
Относительное удлинение при разрыве, %	<2	4-10	3-15
Модуль прочности при растяжении, 106 psi	0,3-0,64	N/A	0,035
Прочность на изгиб, 103 psi	8,5-23	N/A	13-21
Ударная нагрузка, кг/см	0,2-0,4	>7	0,2-1.0
Коэффициент теплового расширения, 10-6 1/°C	55-100	N/A	45-6
Температура упругой деформации при нагрузке изгиба, F (264 psi)	140-300	N/A	115-550
Удельный вес	1,1-1,46	1,01-1,2	1,11-1,40

Расчётные характеристики стеклопластиковых труб

Таблица 4

Характеристика		Значение	Единица измерения
Модуль упругости материала трубы	Осевой	12700	МПа
	Окружной	20500	МПа
Коэффициент линейного теплового расширения		25,7*10-6	мм/мм/°C
Коэффициенты Пуассона		0,45	-
Плотность материала труб		1,95	г/см ³

4.2. Определение необходимых размеров труб

Необходимые размеры трубы определяются по заданному внутреннему диаметру (0,1549 м) и рабочему (нормативному) давлению (0,81-1,25 МПа). При этом должны

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		49

выполняться условия:

$$p_{\text{ном}} \geq p;$$

$p_{\text{ном}} = 5,51$ МПа – номинальное давление по [4] таблица 3, в соответствии с условиями строительства и эксплуатации;

$p = 1,25$ МПа – рабочее давление в соответствии с режимом работы.

Условие выполняется.

$$p + p_g \leq 1,4 \cdot p_{\text{ном}} \quad (1);$$

Здесь p_g – давление гидроудара определяется по формуле (2):

$$p_g = 10^{-3} \cdot \rho_v \cdot V \cdot \sqrt{\frac{\frac{2050}{\rho_v}}{1 + \frac{d_i \cdot 2050}{t \cdot E_k}}}, \text{ (МПа)}, \quad (2)$$

$\rho_v = 1013$ кг/м³ – плотность транспортируемого продукта,

$V = 0,745$ м/с (согласно гидравлическим расчетам) – скорость течения транспортируемого продукта,

$d_i = 0,1549$ м – внутренний диаметр трубопровода,

$E_k = 20500$ МПа – модуль упругости материала труб в кольцевом направлении, согласно исходным данным;

$$p_g = 10^{-3} * 1013 * 0,745 * \sqrt{\frac{\frac{2050}{1013}}{1 + \frac{0,1549 * 2050}{0,0047 * 20500}}} = 0,518 \text{ МПа},$$

$$1,25 + 0,518 = 1,77 \text{ МПа} \leq 1,4 \cdot 5,51 = 7,71 \text{ МПа},$$

Условие выполняется.

Выбранные таким образом трубы в дальнейшем проверяются на прочность в зависимости от принятого конструктивного решения трубопровода.

					Расчетная часть	Лист
						50
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Расчётная область допустимых напряжений определяется условиями (3), (4):

$$\sigma_y \leq f \cdot R^H; \text{ (МПа)} \quad (3)$$

$$\sigma_x \leq \frac{1}{4} \cdot (\sigma_y + f \cdot R^H), \text{ (МПа)} \quad \text{при } \sigma_x \geq 0 \quad (4)$$

Здесь R^H – расчётная минимальная длительная прочность в кольцевом направлении, определяется по формуле (5):

$$R^H = \frac{3}{4} \cdot p_{nom} \cdot \frac{d_i + t}{t}, \text{ (МПа)} \quad (5)$$

$$R^H = \frac{3}{4} * 5,51 \text{ МПа} * \frac{0,1549 + 0,0047}{0,0047} = 140,33 \text{ МПа}$$

Численные значения коэффициента безопасности f определяются по таблице 5:

Численные значения коэффициента безопасности f

Таблица 5

Воздействия	Значение коэффициента безопасности
Силовое и деформационное нагружения	0,83

Значения кольцевых напряжений σ_y , и продольных (суммарных) напряжений σ_x , в трубопроводах с углами поворота, выполненными упругим изгибом, должны определяться по формулам (6), (7):

силовое воздействие:

$$\sigma_y = \frac{p \cdot (d_i + t)}{2t} = \frac{1,25 \text{ МПа} \cdot (0,1549 + 0,0047)}{2 \cdot 0,0047} = 21,22 \text{ МПа}, \quad (6)$$

$$\sigma_y = 21,22 \text{ МПа} \leq f \cdot R^H = 0,83 \cdot 140,33 = 116,47 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Деформационное воздействие:

$$\sigma_x = \sigma_y \cdot \mu_{np} - \alpha \cdot E_{np} \cdot \Delta t \pm \frac{E_{np} \cdot d_e}{2\rho}, \quad (7)$$

					Расчетная часть	Лист
						51
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$\mu_{тр} = 0,45$ – коэффициент Пуассона материала трубы,

$\alpha = 25,7 \cdot 10^{-6}$ – коэффициент линейного теплового расширения материала труб,

$E_{пр} = 12700$ МПа – модуль упругости материала труб в продольном направлении,

$\Delta t = 20$ °С – температурный перепад,

$d_e = 0,1640$ м – наружный диаметр трубопровода,

$\rho = 82$ м – радиус упругого изгиба трубопровода, приводим к максимально

возможному значению:

$$\sigma_x = 21,22 \cdot 10^6 \cdot 0,45 + 25,7 \cdot 10^6 \cdot 12700 \cdot 10^6 \cdot 20 + \frac{12700 \cdot 10^6 \cdot 0,1640}{2 \cdot 82} = 28,78 \text{ МПа},$$

$\sigma_x \geq 0$, продольные суммарные напряжения положительны, тогда по РД «Инструкция на проектирование, строительство, эксплуатацию и ремонт нефтепромысловых трубопроводов из стеклопластиковых труб»:

$$\sigma_x = 28,78 \text{ МПа} \leq \frac{1}{4} \cdot (21,22 + 0,83 \cdot 140,33) = 34,42 \text{ МПа},$$

Условие выполняется.

4.3. Гидравлический расчет проектируемого стеклопластикового трубопровода

1. Определяем скорость движения воды по формуле (8):

$$\omega = \frac{4Q_g}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 1200}{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 3,14 \cdot 0,155^2} = 0,737 \text{ м/сек} \quad (8)$$

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu} = \frac{0,737 \text{ м/с} \cdot 0,155 \text{ м}}{1,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 87817,86 \geq Re_{кр} \text{ режим течения турбулентный}$$

Поэтому выберем формулу для расчета потерь напора на трение, рекомендованную в инструкции Ф. Америк.

2. Максимальная скорость жидкости (9):

$$V = \frac{24}{\rho^{0,33}} = 2,445 \text{ фут/с} \quad 0,745 \text{ м/с} \quad (9)$$

где ρ – плотность потока, в соответствии с инженерными изысканиями [2]
 $\rho = 1013$ кг/м³;

					Расчетная часть	Лист
						52
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

3. Показатель дебита скорости потока (10):

$$Q = \frac{Vd^2}{0.409} = \frac{2.445 \cdot 0.155^2}{0.409} = 0.1436 \text{ фут}^3 / \text{с} \quad (10)$$

4. Определяем потери напора на трение по уравнению Хейзена-Уильямса для потери напора в стекловолоконной трубе [3] (11):

$$h_f = 0.2083(100/C)^{1.85} (Q^{1.85} / d^{4.87}) = 0,330568593 \text{ фут(H}_2\text{O)/100 фут} \quad (11)$$

0,100757307 м

В соответствии с [4] коэффициент Хазен-Уильямса $C = 150$

5. Общий показатель потери напора на трение, фут(H₂O) (12):

$$H_f = \frac{h_f L}{100} = 108.89578 \text{ фут(H}_2\text{O)} \quad 33,191 \text{ м} \quad (12)$$

6. Общие потери напора водопровода (13):

$$H = H_{тр} + H_{рез.} + \Delta z = 42.97 + 20 + 14.9 = 68.091 \text{ м} \quad (13)$$

7. Потери напора на преодоление местных сопротивлений (показатель в ТЛ завода-изготовителя) (14):

Гравитационная постоянная, $q=32,2 \text{ фут/сек}^2$

$$H_f = K(V^2 / 2q) \quad (14)$$

Потери напора на преодоление местных сопротивлений

Таблица 6

град	K	$H_f = K(V^2 / 2g)$	
отвод 11	0,03	0,003	м
отвод 22	0,1	0,009	м
отвод 30	0,2	0,019	м
отвод 45	0,3	0,028	м
отвод 60	0,4	0,037	м
отвод 90	0,5	0,046	м

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		53

отвод 90	0,5	0,046	м
тройник	0,4	0,037	м
муфта	0,7	0,065	м
муфта	0,7	0,065	м
муфта	0,7	0,065	м
	сумма	0,421	м

8. Общие итоговые потери, с учетом местных сопротивлений $H_{\text{и}} = 68,512$ м

4.4. Расчет на прочность и устойчивость стального трубопровода

Исходные данные для проведения расчета

Таблица 7

Материал труб	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные повышенной коррозионной стойкости по ТУ 14-161-148-94; сталь марки 20А.
Диаметр труб, Dн	159 мм
Толщина стенки, δ	10 мм
Длина, L	9985,12 м
Глубина траншеи, h	Выбрана с учетом формирования песчаной подушки толщиной не менее 100 мм от 0,9 до 4 м. На болотах I и II типа песчаная подушка не предусмотрена.
Защитное покрытие	Наружное антикоррозионное покрытие конструкции №2 ГОСТ Р 51164-98 по ТУ 1390-004-32256008-03 и внутреннее защитное покрытие по ТУ 1381-012-00154341-02.
Расчетный срок эксплуатации трубопровода	30-50 лет
Назначенный срок эксплуатации трубопровода	16 лет
Установка запорной арматуры	По трассе проектом не предусмотрена.
Расчетная температура строительства, t_z	Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки составляет минус 41°C.

Основные механические свойства металла труб

Таблица 8

Наименование труб, D* δ мм, ТУ	Рабочее давление, МПа (кгс/см ²)	Предел текучести, σ_t , кгс/мм ²	Предел прочности, σ_p , кгс/мм	Относит ельное удлинен ие, %
--	--	--	---	---------------------------------------

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		54

Труба 159 х 10, ТУ 14-161-148-94, Ст. 20А	1,32 (13,2)	40,3	52	29,8
---	----------------	------	----	------

Толщина стенки труб 10 мм обеспечивает значительный запас прочности. При расчете необходимый запас прочности достигается введением коэффициентов условий работы, надежности по материалу, надежности по нагрузке. Механические характеристики трубопровода обеспечивают установленный срок службы при условии соблюдения проектного режима эксплуатации и отсутствия нерегламентированного воздействия (строительного брака, наезда техники и др.).

Расчет производится в соответствии с инструкцией [5]:

Нагрузки и воздействия

Нормативная нагрузка от веса транспортируемой среды на единицу длины трубопровода должна определяться по формулам:

Для жидкой среды:

$$v_{\text{лн}} = 10^{-4} \frac{\pi}{4} y_1 (d_e - 2t_{\text{ном}})^2 \quad (15)$$

где $y_1 = 9927,4$ - объемный вес жидкой среды (Н/м³);

$d_e = 15,9$ (159 мм) - наружный диаметр труб и соединительных деталей (см);

$t_{\text{ном}} = 1$ (10 мм) - номинальная толщина стенки труб и соединительных деталей (см);

$$v_{\text{лн}} = 10^{-4} \frac{\pi}{4} y_1 (d_e - 2t_{\text{ном}})^2 = 10^{-4} * \frac{\pi}{4} * 9927,4 * (15,9 - 2 * 1)^2 = 150,569 \text{ Н / м} \quad (16)$$

Сопротивление поперечным вертикальным перемещениям:

$$q_{\text{мп}} = g * 0,95 * \frac{\pi}{4} * ((d_n^2 - d_{\text{вн}}^2) * \gamma_{\text{мп}} + (d_{\text{из}}^2 - d_n^2) * \gamma_{\text{из}} + (d_{\text{фут}}^2 - d_{\text{из}}^2) * \gamma_{\text{фут}}) \quad (17)$$

где $d_n = 159$ мм – наружный диаметр трубопровода, $d_{\text{вн}} = 139$ мм – внутренний диаметр трубопровода $d_{\text{из}} = 161$ мм – диаметр изолированного трубопровода; $d_{\text{фут}} = 161$ мм – диаметр футированного трубопровода; $\gamma_{\text{мп}} = 7850$ кг/м³ - объемный вес металла трубы, $\gamma_{\text{из}} = 1210$ кг/м³;

					Расчетная часть	Лист
						55
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$q_{mp} = 9,8 * 0,95 * \frac{3,14}{4} * ((0,159^2 - 0,139^2) * 7850 + (0,161^2 - 0,159^2) * 1210 + 0) = 347,590 \text{ Н / м} \quad (18)$$

где 0,95 – коэффициент надёжности по нагрузке п от веса трубопровода, принимаемый по таблице 13 СНиП 2.05.06-85*.

Толщина стенки

Расчетные толщины стенок труб и соединительных деталей должны определяться по формуле (19):

$$t = \frac{y_f \eta p_n d_e}{2(R + 0,6 y_f p_n)} \quad (19)$$

где значения R определяются по формуле (20):

для трубопроводов, транспортирующих продукты, не содержащие сероводород:

$$R = \min \left\{ \frac{R_{un} y_c}{y_m y_n}; \frac{R_{yn} y_c}{0,9 y_n} \right\} \quad (20)$$

где $R_{un} = \sigma_n = 510$ – нормативные сопротивления материала труб и соединительных деталей по временному сопротивлению (МПа),

$R_{yn} = \sigma_T = 395$ – нормативные сопротивления материала труб и соединительных деталей по пределу текучести (МПа),

$y_c = 0,6$ – коэффициент условий работы трубопровода, по Табл. 10 СП 34-116-97;

$y_m = 1,4$ – коэффициент надёжности по материалу труб и соединительных деталей по Табл. 11 СП 34-116-97;

$y_n = 1,00$ – коэффициент надёжности по назначению трубопровода по табл. 9 СП 34-116-97;

$$\begin{aligned} R &= \min \left\{ \frac{R_{un} y_c}{y_m y_n}; \frac{R_{yn} y_c}{0,9 y_n} \right\} = \min \left\{ \frac{510 * 0,6}{1,4 * 1,00}; \frac{395 * 0,6}{0,9 * 1,00} \right\} = \\ &= \min \{218,57; 263,33\} = 218,57 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (21)$$

$y_f = 1,15$ – коэффициент надёжности по нагрузке по Табл. 11 СП 34-116-97;

$\eta = 1$ – коэффициент несущей способности труб и соединительных деталей п 8.4 СП 34-116-97;

$p_n = 1,32$ – рабочее (нормативное) давление транспортируемой среды (МПа),

					Расчетная часть	Лист
						56
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

исходные данные;

$d_e = 15,9$ (159 мм) – наружный диаметр труб и соединительных деталей (см);

$$t = \frac{y_f \eta p_n d_e}{2(R + 0,6 y_f p_n)} = \frac{1,15 * 1 * 1,32 * 15,9}{2 * (218,57 + 0,6 * 1,15 * 1,32)} = 0,6 \text{ см} = 6 \text{ мм} \quad (22)$$

Принимаем в соответствии с технологическим решением трубы увеличенной толщины стенки $t = 10$ мм.

Проверка напряженного состояния трубопровода

В каждом поперечном сечении трубопровода для номинальной толщины стенки трубы и соединительных деталей должны выполняться условия:

- в точках поперечного сечения, где фибровые продольные напряжения, определенные от расчетных нагрузок ($\sigma_{пр}$) сжимающие:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{кц} - \sigma_{пр})^2 + (\sigma_{кц} + y_f p_n)^2 + (\sigma_{пр} + y_f p_n)^2} \leq \bar{R} \quad (23)$$

где $\sigma_{кц}$ – кольцевое напряжения от расчетного внутреннего давления (МПа):

$$\sigma_{кц} = \frac{y_f * p_n * d_e}{2 * t} = \frac{1,15 * 1,32 * 139}{2 * 10} = 10,55 \text{ МПа} \quad (24)$$

$\sigma_{пр}$ – продольное фибровое напряжение от расчетных нагрузок (МПа);

$$\sigma_{пр.N} = -\alpha E \Delta t + \mu \sigma_{кц} \pm \frac{E d_{вн}}{2\rho} \quad (25)$$

$\alpha = 0,000012$ (1/град) – коэффициент линейного расширения металла трубы;

$E = 206000$ МПа – модуль упругости металла;

$\mu = 0,3$ – коэффициент Пуассона;

$\Delta t = -41 \text{ } ^\circ\text{C} \div 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 71 \text{ } ^\circ\text{C}$ – абсолютное значение температурного перепада;

$$\sigma_{пр} = -\alpha E \Delta t + \mu \sigma_{кц} \pm \frac{E d_{вн}}{2\rho} =$$

$$\sigma_{пр} = -0,000012 * 206000 * 71 + 0,3 * 10,55 - \frac{206000 * 0,139}{2 * 200 \text{ м}} = 243,93 \text{ МПа}$$

растягивающие напряжения,

					Расчетная часть	Лист
						57
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$\sigma_{np} = -0,000012 \cdot 206000 \cdot 71 + 0,3 \cdot 10,55 + \frac{206000 \cdot 0,139}{2 \cdot 200} = 100,76 \text{ МПа} \quad (26)$$

сжимающие напряжения.

Проверяем условие, в точках поперечного сечения, где фибровые продольные напряжения сжимающие:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(10,55 - 100,76)^2 + (10,55 + 1,15 \cdot 1,32)^2 + (100,76 + 1,15 \cdot 1,32)^2} \leq \bar{R}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(10,55 - 100,76)^2 + (10,55 + 1,15 \cdot 1,32)^2 + (100,76 + 1,15 \cdot 1,32)^2} \leq \bar{R} \quad (27)$$

$$96,81 \text{ МПа} \leq \bar{R}$$

$\bar{R} = 1,5R = 1,5R_{un} = 1,5 \cdot 510 \text{ МПа} = 765 \text{ МПа}$, принимается равным нормативному сопротивлению материала по временному сопротивлению, п 8.12 СП 34-116-97, по формуле из наличия пучения грунтов;

$$96,81 \text{ МПа} \leq 765 \text{ МПа} \quad (28)$$

Условие прочности при действии сжимающих напряжений выполняется.

- в точках поперечного сечения, где $\sigma_{пр}$ растягивающие:

$$\sigma_{пр} + y_f p_n \leq \bar{R}$$

$$243,93 + 1,15 \cdot 1,32 \leq 765 \text{ МПа} \quad (29)$$

$$245,45 \text{ МПа} \leq 765 \text{ МПа}$$

Условие прочности при действии растягивающих напряжений выполняется.

Проверка устойчивости трубопровода

Проверка общей устойчивости трубопроводов в продольном направлении должна производиться по условию:

$$S \leq y_c N_{cr} \quad (30)$$

где S – эквивалентное продольное осевое усилие, определяется от расчетных нагрузок и воздействий с учетом продольных и поперечных перемещений трубопровода:

					Расчетная часть	Лист
						58
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$F = 4678,6 \text{ мм}^2 = 46,786 \text{ см}^2 - \text{площадь поперечного сечения трубы,}$$

$$S = 100[(0,5 - 0,3)10,55 + 0,000012 * 206000 * 71] * 46,786 = 0,356 \text{ МН} \quad (31)$$

N_{cr} – продольное критическое усилие определяется с учетом принятого конструктивного решения трубопровода по [6].

Критическое усилие

$$N_{cr} = 0,375 * 7,019 * 200 = 0,526 \text{ МН} \quad (32)$$

Условие устойчивости трубопровода выполняется:

$$S = 0,356 \text{ МН} < \gamma_c N_{cr} = 0,6 * 0,526 \text{ МН} = 0,316 \text{ МН} \quad (33)$$

Проверка трубопровода на устойчивость против всплытия

Устойчивость положения (против всплытия) трубопроводов, прокладываемых на обводненных участках трассы, должна проверяться по условию:

$$Q_{act} \leq Q_{pas}/\gamma_a \quad (34)$$

где Q_{act} – суммарная расчетная нагрузка на трубопровод, действующая вверх, включая упругий отпор при прокладке свободным изгибом.

Q_{pas} – суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз (включая собственный вес) (Н/м).

$\gamma_a = 1,05$ – значения коэффициента надежности устойчивого положения, по таблице 21 [5].

Q_{act} – суммарная расчетная нагрузка на трубопровод, действующая вверх:

$$Q_{act} \leq Q_{pas}/\gamma_a \quad (35)$$

Q_{pas} – суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз:

$$Q_{pas} = q_{верт} + q_{гр}, \quad (36)$$

$q_{гр}$ – давление грунта на трубопровод:

$$q_{гр} = \gamma_{гр} \gamma_{гр} h_{cp} = 1,2 * 26000 * 2,08 = 64896 \text{ Н/м} = 64,896 \text{ кН/м} \quad (37)$$

Q_{pas} – суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз:

$$Q_{pas} = q_{верт} + q_{гр} = 347,590 + 64896 \text{ Н/м} = 65243,59 \text{ Н/м} \quad (38)$$

					Расчетная часть	Лист
						59
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Q_{act} – суммарная расчетная нагрузка на трубопровод, действующая вверх:

$$Q_{act} = q_{упруг} + q_{выт} \quad (39)$$

Нагрузка от выталкивающей силы воды

Выталкивающая сила воды, приходящаяся на единицу длины трубопровода, определяется по формуле:

$$q_v = F_{обв} \cdot \gamma_v \cdot q, \quad (40)$$

Где:

$$F_{обв} = \frac{D_H^2}{8} (\alpha - \sin \alpha); \quad (41)$$

$$\alpha = 2\pi, \text{ если } h_B \leq h; \quad (42)$$

$\gamma'_v = 13000 \text{ кН/м}^3$ – плотность разжиженного грунта.

На обводненных участках трубопроводов, сложенных грунтами, которые могут перейти в текучепластическое состояние, при определении выталкивающей силы вместо плотности воды γ_v следует принимать плотность разжиженного грунта, определяемую по данным изысканий;

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

$D_H = 161 \text{ мм}$ – наружный диаметр трубы с учетом изоляционного покрытия;

$h_B = 1,4 \text{ м}$ – расстояние от верха засыпки до расчетного уровня воды;

$h = 2 \text{ м}$, $h_0 = 2,0805 \text{ м}$, $H = 2,161 \text{ м}$ – соответственно расстояния от верха засыпки до верхней образующей, оси и нижней образующей трубы.

$$F_{обв} = \frac{D_H^2}{8} (\alpha - \sin \alpha) = 0,1612/8 \cdot (2 \cdot 3,14 - \sin 2\pi) = 0,0203 \text{ Н}; \quad (43)$$

Тогда:

$$q_v = F_{обв} \cdot \gamma_v \cdot q = 9,81 \cdot 13000 \cdot 0,0203 = 2588 \text{ Н/м}, \quad (44)$$

Расчетная интенсивность нагрузки от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода:

$$q_{изг} = n \frac{E D_H}{2\rho}, \quad (45)$$

где $E = 206000$ – модуль упругости материала трубы;

$n = 1,0$ – коэффициент надежности по нагрузке;

					Расчетная часть	Лист
						60
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$q_{\text{изг}} = 1 \cdot \frac{206000 \cdot 0.161}{2 \cdot 200} = 82.915 \frac{\text{Н}}{\text{м}}, \quad (46)$$

Тогда из (39):

$$Q_{\text{акт}} = 82,915 \text{ Н} + 2588 \text{ Н} = 2670,915 \text{ Н} \quad (47)$$

Проверяем выполнение условия (34) на устойчивость против всплытия:

$$2670,915 \text{ Н/м} \leq 65243,59 / 1,05 \text{ Н/м} = 62136,75 \text{ Н/м} \quad (48)$$

За счет увеличения толщины трубы, трубопровод с толщиной стенки 10 мм имеет отрицательную плавучесть в соответствии с представленным расчетом. Увеличение толщины стенки трубы позволяет отказаться от использования каких-либо балластирующих устройств. С увеличением толщины стенки повышается осевая и изгибаемая жесткость трубопровода, увеличивается скорость перекачки продукта, что способствует выносу застойных скоплений из пониженных участков перехода и снижению вероятности появления коррозионных повреждений.

Для определения устойчивости подземных трубопроводов по трассе, выполнен расчет в соответствии с [5], который подтверждает, что устойчивость подземных трубопроводов при действии температурного перепада и внутреннего давления в сечении трубопровода и в случае пластической связи трубопровода с грунтом, а также учитывая сопротивления поперечным вертикальным перемещениям трубы, которые обусловлены весом грунтовой засыпки и собственным весом трубопровода следует, что условие устойчивости подземного трубопровода выполняется со значительным запасом устойчивости и не требуется специальных мероприятий по укладке трубопровода в пучинистых грунтах.

Результаты гидравлического расчета стального трубопровода.

Формулы для расчета	Результаты
Внутренний диаметр (d), м	0,139
Объем перекачиваемой жидкости (Q), м3/сутки (м3/с)	1200 (0,0139)
Протяженность трассы (L), км	10
Кинематическая вязкость (V), м2/сек	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Скорость движения нефти в трубопроводе, м/с $\omega = \frac{4Q}{\pi d^2}$	$\frac{4 \times 0,0139}{3,14 \times 0,139^2} = 0,92$ $\omega = 0,92 \quad (49)$
Параметр Рейнольдса $R_e = \frac{\omega d}{\nu}$	$R_e = \frac{0,92 \cdot 0,139}{1,3 \cdot 10^{-6}} = 98369$ $R_e = 98369 \quad (50)$

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		61

Коэффициент гидравлического сопротивления $\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{R_e} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}$	$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{98369} + \frac{0,2}{139} \right)^{0,25} = 0,02364 \quad (51)$
Гидравлический уклон, м $h_m = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2g}$	$h_m = 0,02364 \frac{10100}{0,139} \cdot \frac{0,92^2}{2 \times 9,81} = 74,1 \quad (52)$
Местные потери принимаем 5% от общих потерь, м	$H_m = 74,1 \times 0,05 = 4,0 \quad (53)$
Общие потери напора водовода:, м $H = h_m + H_m + \Delta Z + H_{рез}$	$H = 74,1 + 4,0 + 14,9 + 20 = 113 \quad (54)$

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		62

5 Социальная ответственность при работе с нефтепромысловыми трубопроводами

Целью выпускной квалификационной работы является обоснование использования полимерных трубопроводов.

В ходе выпускной квалификационной работы были проанализированы различные особенности применения полиэтиленовых, гибких полимерно-металлических и стеклопластиковых труб для нефтепромыслов.

В этом разделе приводится анализ работы с трубами с точки зрения наличия или возможного появления опасных и вредных факторов, а также воздействия их на рабочих. Разработаны мероприятия по технике безопасности (ТБ) и производственной санитарии, направленные на снижение или устранение опасных факторов. Также произведен расчет. Разработаны мероприятия по противопожарной профилактике. Охране окружающей среды и чрезвычайным ситуациям.

5.1. Производственная безопасность

Организация строительной площадки, участков работ и рабочих мест должна обеспечивать безопасность труда работающих на всех этапах выполнения работ.

При организации строительной площадки, размещении участков работ, рабочих мест, проездов строительных машин и транспортных средств, проходов для людей следует установить опасные зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы. Опасные зоны должны быть обозначены знаками безопасности и

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм.	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С..		01.06.16	Социальная ответственность	Литера	Лист	Листов
Руков.		Веревкин А. В.		01.06.16		ДР	82	135
Консул						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
БТ.		Алексее Н. А.						
Зав. каф.		Рудаченко В.А.		01.06.16				

надписями установленной формы.

Все средства коллективной и индивидуальной защиты должны быть инвентарными, выполненными согласно СП 12-136-2002 [21]. Применение кустарно изготовленных средств защиты не допустимо.

На участках, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

Каждое рабочее место должно быть аттестовано на основании СП 12-133-2000 [22] и СанПиН 2.2.3.1384-03 [23]. Рабочие всех специальностей должны быть ознакомлены с типовыми инструкциями по технике безопасности, разработанными на основе СП 12-135-2003 [24].

Вопросы техники безопасности, производственной санитарии разрабатываются в проектах производства работ генеральной подрядной организацией при соблюдении СНиП 12-03-2001 [25] и СНиП 12-04-2002 [15].

Пожарная безопасность на строительной площадке, участках работ и рабочих местах должна обеспечиваться в соответствии с требованиями ППБ-01-03 [26].

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К основным случаям чрезвычайных ситуаций относятся: применение потенциальным противником оружия массового поражения, вооружения, экономическая и научно - механическая война.

Война в современных условиях требует проведения полномасштабных защитных мероприятий и накопления средств защиты в мирное время.

Гражданская оборона, решает весь комплекс задач стоящих перед ней, на основе глубоких теоретических исследований, обобщения опытных данных и применения всех достижений науки и техники.

Одной из главных задач гражданской обороны является повышение устойчивости работы промышленных объектов. Заблаговременно организуется,

					Социальная ответственность	Лист
						83
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

и проводятся инженерные, технические и организационные мероприятия.

Инженерно-технические мероприятия должны обеспечивать повышенную устойчивость промышленных зданий и сооружений при наступлении чрезвычайных ситуаций.

Должны проводиться организационные мероприятия, которые предусматривают заблаговременную разработку и планирование действий персонала или личного состава штаба, служб и формирований государственной обороны в условиях возникновения чрезвычайной ситуации.

Непосредственными организаторами для населения, являются начальники штабов государственной обороны, командиры воинских подразделений, директора заводов, начальники цехов, участков.

В связи с активным развитием технологий, с использованием взрывоопасных, радиоактивных и токсичных веществ и материалов, существует угроза здоровью и жизни человека.

Радиоактивное заражение местности, воды и воздушного пространства возникает в результате выпадения радиоактивных веществ на облака ядерного взрыва. Местность считается зараженной при уровне радиации от 0.5 р/час и выше. Заражение человека радиоактивными веществами ведет к облучению, которое может вызвать лучевую болезнь.

Промышленные здания могут обеспечивать лишь частичную защиту от радиации и для защиты населения от поражающего воздействия должны применяться специальные сооружения:

- противорадиационные укрытия, которые строятся из подручных материалов;
- убежища с упрощенной фильтровентиляционной системой;
- убежища с фильтровентиляционным оборудованием промышленного изготовления .

					Социальная ответственность	Лист
						84
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Предельно допустимая величина зараженности оборудования - 200 мкр/час. При таком заражении можно пользоваться, оборудованием не подвергаясь опасности заражения.

При возникновении радиоактивного заражения проводятся мероприятия по эвакуации населения, либо обеззараживание (деактивация, дезинфекция).

Деактивация - это удаление радиоактивных веществ с зараженных объектов, а также очистка от радиоактивных веществ. Деактивация проводится в тех случаях, когда степень заражения превышает допустимые пределы.

Деактивацию территории проводят следующими способами:

- сметанием радиоактивных веществ подметально-уборочными машинами с участков, имеющих асфальтовое или бетонное покрытие;
- смыванием пыли струей воды;
- срезанием зараженного слоя грунта толщиной 5-10 см;
- засыпкой зараженных участков территории незараженным грунтом слоем 8-10 см;
- в зимнее время убирается снег и лед.

В целях промышленных предприятий имеющих водостоки и цементный пол, деактивация проводится обмыванием водой потолка, стен и пола. Оборудование деактивируется водой или мыльно - содовым раствором, а смазанные части - керосином или бензином. Полнота деактивации проверяется радиометром. Если степень заражения превышает 200 мкр/час, то проведение деактивации обязательно.

При проектировании новых цехов необходимо предусмотреть строительство убежища для защиты работающей смены. Убежища должны обеспечивать защиту от проникающей радиации и радиоактивного заражения, оборудоваться

					Социальная ответственность	Лист
						85
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

вентиляционными установками, санитарно - техническими приборами, а также средствами очистки от отравляющих веществ и биологических аэрозолей. В убежище необходимо предусмотреть отсеки для укрытия людей, фильтровентиляционную камеру, санитарные узлы, кладовую для хранения продуктов питания, вход и аварийный выход. Убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления предприятия и репродуктор, подключенный к городской сети. Канализация и водоснабжение убежища осуществляется на базе городских сетей. В убежищах должно предусматриваться отопление.

В мирное время предусматривается использования убежища под учебный пункт гражданской обороны. Перевод таких помещений на режим чрезвычайных ситуаций должен осуществляться в кратчайший срок.

5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные:

1. Ведение учета времени фактической занятости во вредных условиях труда (включая время подготовки).
2. Если фактическая занятость работника более 80% - ему положена льготная пенсия.
3. При работах во вредных условиях труда у работника должна быть 36 часовая рабочая неделя в соответствии со статьей 92 Трудового кодекса Российской Федерации.
4. Доплаты за вредность не менее 4 процентов тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда.
5. Дополнительный отпуск в количестве 7 дней в год (пропорционально отработанному во вредных условиях труда времени)
6. Дополнительный тариф в фонде социального страхования и пенсионном

					Социальная ответственность	Лист
						86
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

фонде. Даже при произведенной специальной оценке условий труда, дополнительный тариф остается (около 6%).

5.5. Защита работающих в условиях отрицательных температур

Работы на открытом воздухе выполняются согласно постановлению № 370 «Об организации работ в холодное время года на открытом воздухе и в закрытых не обогреваемых помещениях на территории Томской области».

Для работающих необходимо создать такие условия, при которых неблагоприятное воздействие сурового климата на организм сводилось бы к минимуму. При метеоусловиях, близких к предельным, но не достигающих этих пределов, рекомендуется устанавливать через каждые 50 минут десятиминутные перерывы для обогрева (время перерыва засчитывается в счет рабочего времени). Во всех случаях общего охлаждения и замерзания человека, какой степени оно не было, следует срочно вызывать врача.

Для предупреждения обморожений необходимо производить индивидуальные и массовые профилактические мероприятия. Массовая профилактика осуществляется санитарно-разъяснительной работой, своевременным обеспечением работающих на открытом воздухе теплой одеждой и обувью, устройством помещений для обогрева, утеплением транспорта, обеспечением регулярного приема горячей пищи, устройством помещений для сушки одежды и обуви в период отдыха и т.д. Индивидуальная профилактика сводится к содержанию в исправном состоянии одежды и обуви.

Помещения для обогрева располагаются на расстоянии не более 100 м от места работы.

Для создания нормальных бытовых условий линейных строителей в случае необходимости перебазировку жилых поселков следует производить на

					Социальная ответственность	Лист
						87
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

предварительно подготовленные площадки (планировка, расчистка площадки, строительство линии электропередач, копка выгребных ям для санузлов, устройство овощехранилища, стоков воды, ледника для летнего периода и т.д.).

Санитарно бытовые помещения, входящие в комплекс жилого поселка для строителей, необходимо оборудовать согласно «Гигиеническим требованиям к устройству и оборудованию санитарно бытовых помещений для строительных рабочих».

5.6. Противопожарные мероприятия на период выполнения работ

Пожарную безопасность на участках работ и рабочих местах обеспечить в соответствии с требованиями ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации».

Дороги и подъезды к проектируемым зданиями, сооружениям, к открытым складским площадкам, содержать в исправном состоянии и свободными для прохода пожарной техники.

Места проведения огневых работ следует обеспечивать первичными средствами пожаротушения (см. п.638 ППБ 01-03 [26]).

Место проведения огневых работ очистить от горючих веществ и материалов

Перед началом и во время проведения огневых работ осуществлять контроль за концентрацией углеводородов.

В случае повышения содержания концентрации углеводородов более 300 мг/м³ огневые работы прекратить.

По окончании работ место их проведения проверить и очистить от раскаленных огарков, окалины, тлеющих отложений и других горючих веществ. Ответственный за проведение огневых работ обязан обеспечить наблюдение в течение 3-х часов за местом проведения работ.

					Социальная ответственность	Лист
						88
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Работы возобновить после выявления и устранения причин загазованности и снижения концентрации паров углеводородов до значения ПДК <300 мг/м³.

При проведении огневых работ запрещается:

- приступать к работе при неисправной аппаратуре;
- производить огневые работы на свежеокрашенных горючими красками (лаками) конструкциях и изделиях;
- использовать одежду и рукавицы со следами масел, нефти;
- допускать к самостоятельной работе учеников, а также работников, не имеющих квалификационного удостоверения и талона по технике пожарной безопасности;
- допускать соприкосновения электрических проводов с баллонами со сжатыми сжиженными газами;
- использовать провода без изоляции или с поврежденной изоляцией.

При проведении электросварочных работ обратный проводник от свариваемого изделия до источника тока выполнить изолированным проводом, по качеству изоляции он не должен уступать прямому проводнику, присоединяемому к электродержателю.

При смене электродов их остатки (огарки) помещать в специальный ящик, установленный у места сварочной работы.

Электросварочный аппарат на время работ заземлить.

Ответственный за проведение огневых работ обязан:

- организовать выполнения мероприятий по безопасному проведению работ;
- провести инструктаж исполнителей огневых работ;
- проверить наличие удостоверений у работников, исправность и комплектность инструмента и средств защиты;
- обеспечить контроль воздуха рабочей зоны

					Социальная ответственность	Лист
						89
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

- руководить работами и контролировать их выполнение;
- не допускать применение спецодежды со следами бензина, керосина, масел.

Исполнители огневых работ (подрядная организация) обязаны:

- иметь при себе квалификационное удостоверение и талоны по технике безопасности и пожарной безопасности;
- получить инструкции по безопасному проведению огневых работ, расписаться в журнале и в наряде-допуске;
- ознакомиться с объемом работ на месте предстоящего проведения огневых работ;
- приступить к огневым работам только по указанию лица, ответственного за проведение работ;
- выполнить только ту работу, которая указана в наряде-допуске;
- соблюдать меры безопасности, предусмотренные в наряде-допуске;
- уметь пользоваться средствами пожаротушения;
- в случае возникновения пожара немедленно принять меры к вызову пожарной охраны и приступить к его ликвидации;

5.7. Расчет

5.8. Заключение

Мы рассмотрели производственную безопасность,

					Социальная ответственность	Лист
						90
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Анализ перспективности исследования

Актуальность исследования обусловлена перспективностью применения полимерных материалов для производства нефтепромысловых трубопроводов. Такие основные качества как долговечность, экономичность, сокращение времени строительства, устойчивость к агрессивным средам, эластичность материала, безопасность все чаще заставляют делать выбор в пользу именно полимерных труб.

6.1. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа, (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом).

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С.		01.06.16	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Литера	Лист	Листов
Руков.		Вережкин А. В.		01.06.16		ДР	92	135
Консульт.		Глызина Т.С.		25.05.16		Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко В.А.		06.06.16				

	Сильные стороны проекта: С1. Применяемые методики соответствуют требованиям нормативных документов С2. Простота расчетов не требует специальной аппаратуры С3. Экономическая эффективность и ресурсоэффективность проекта С4. Экологичность проекта С5. Обеспечивается эксплуатационная надежность объекта исследования С6. Относительно низкая стоимость реализации проекта	Слабые стороны проекта: Сл1. Сложность верификации результатов исследования Сл2. Условия, в которых должен находиться объект исследования, имеют ограничения Сл3. Результаты исследования не могут быть напрямую применены для других объектов
Возможности: В1. Сотрудничество с заинтересованными компаниями В2. Повышение спроса на продукт В3. Рост стоимости материалов и работ В4. Раскрытие информации по реализованным проектам	1. Учет пожеланий заказчиков при соблюдении требований нормативных документов 2. Отслеживание текущей стоимости материалов и работ для поддержания актуальности проекта 3. Корректировка методов расчетов для приведения результатов в соответствие с фактическими данными	1. Развитие возможностей применения проекта для различных условий и исходных данных 2. Использование исходных данных, полученных от компаний-партнеров 3. Создание электронной программы для удобства использования проекта 4. Поиск новых ресурсоэффективных технологий 5. Корректировка исходных данных и проверка достоверности результатов исследования
Угрозы: У1. Изменение нормативно-правовой базы У2. Изменение климатических условий, в которых находится объект исследования У3. Появление новых технологий	1. Переориентация проекта на другие отрасли промышленности 2. Постоянное отслеживание изменений в законодательстве 3. Создание возможности легкой корректировки исходных данных исследования 4. Постоянное отслеживание появления новых научных разработок по теме исследования	1. Создание продукта, позволяющего производить расчет объектов с различными свойствами, находящихся в различных условиях 2. Развитие проекта для возможности исследования объектов других отраслей промышленности 3. Развитие проекта для возможности исследования новых технических решений

6.2. Оценка готовности проекта к коммерциализации

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						93
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

6.3.

Полезным будет оценить степень готовности разработки к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения. Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Результаты анализа степени готовности приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	2
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	3
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	2

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		94

12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	4
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
ИТОГО БАЛЛОВ		38	39

Значение суммарного балла позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Значение степени проработанности научного проекта составило 38, что говорит о средней перспективности. Значение уровня имеющихся знаний у разработчика составило 39 – перспективность средняя.

6.3. Планирование управления научно-техническим проектом

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевые графики проекта. Линейный график представлен в виде таблицы 4.7.

Таблица 2 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Введение	10	01.02.2016	10.02.16	Кравченко А. С. Веревкин А. В.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		95

2	Постановка задачи и целей исследования, актуальность, научная новизна	7	11.02.2016	18.02.16	Кравченко А. С. Веревкин А. В.
3	Литературный обзор	20	18.02.2016	09.03.16	Кравченко А. С.
4	Экспериментальная часть	25	09.03.2016	03.04.16	Кравченко А. С. Веревкин А. В.
5	Результаты и обсуждения	10	03.04.2016	13.04.16	Кравченко А. С. Веревкин А. В.
6	Оформление пояснительной записки	23	13.04.2016	25.04.16	Кравченко А. С. Веревкин А. В.
Итого:		95			

Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады (таблица 4.8)

Выдача задания диплома	Бакалавр руководитель	10													
Постановка задачи и целей исследования, актуальность, научная новизна	Бакалавр Руководитель	7													
Литературный обзор	Бакалавр	20													
Экспериментальная часть	Бакалавр Руководитель	25													
Результаты и обсуждения	Бакалавр Руководитель	10													
Оформление пояснительной записки	Бакалавр Руководитель	23													



- Бакалавр



- Руководитель

6.4. Техничко-экономическая часть

Определение объемов работ

Для определения сметной стоимости строительства, составляем ведомость объемов работ основные работы строительства.

Ведомость объемов работ на строительство стального трубопровода Таблица 15

Наименование					Ед.	Количество
					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		
						Лист
						97

					изм.	
Подготовительные работы						
Расчистка площадей от снега					м ³	75033,28
Валка деревьев					шт.	1700
Разделка древесины					шт.	1700
Трелевка древесины на расстояние до 300 м					шт.	1700
Корчевка пней					шт.	1700
Засыпка ям подкоренных бульдозерами					шт.	1700
Разработка траншеи для захоронения пней					м ³	40
Засыпка траншеи					м ³	26
Планировка площадей бульдозером					м ²	174496
Лежневая дорога						
Устройство лежневой дороги толщиной настила 180 мм, шириной 3,5 м					м	2900
Лесоматериалы					м ³	3944
Разработка грунта					м ³	2610
Разравнивание грунта					м ³	2610
Уплотнение грунта прицепными кулачковыми катками					м ³	2610
Зимняя дорога						
Расчистка профиля дороги от снега					м ³	7939
Надвижка снега бульдозером					м ³	5136,9
Продолжение таблицы 15						
1					2	3
Планировка бульдозером с учетом уплотнения катками в 3 прохода					м ³	3016,9
Сглаживание снежных валов					м ³	2535,6
Водовод низкого давления						
Земляные работы						
Разработка траншеи на глубину 3,3 м					м	7100
Поправка на глубину траншеи					м	7100
					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		
						Лист
						98

Разработка траншеи на глубину 1,4 м на заболоченных участках	м	1730
Поправка на глубину траншеи	м	1730
Разработка траншеи на глубину 3,3 м на заболоченных участках	м	1170
Поправка на глубину траншеи	м	1170
Разработка грунта вручную	м ³	1789
Засыпка траншеи	м ³	1789
Уплотнение грунта пневматическими трамбовками	м ³	70060
Монтажные работы		
Укладка в траншею трубопроводов диаметром 150 мм в равнинной местности	м	7100
Укладка в траншею трубопроводов диаметром 150 мм в болотистой местности	м	2900
Гидравлические испытания высоконапорных трубопроводов давлением свыше 10 МПа	м	10000
Сварка трубопровода на сварочной базе в равнинной местности	м	7100
Сварка трубопровода на сварочной базе в болотистой местности	м	2900
Изготовление и установка гнутых отводов в равнинной местности	шт.	10
Изготовление и установка гнутых отводов в болотистой местности	шт.	5
Монтаж защитных футляров Ду 377х10 мм (11 переходов)	м	156,2
Изоляция защитного футляра полиэтиленовой лентой	м	156,2
Монтаж предохранительных колец	шт.	168
Заделка концов футляра герметизирующими манжетами	шт.	24
Протаскивание в футляр труб диаметром 159 мм	м	156,2
Изоляция сварных стыков трубопровода 159х10 мм манжетами ТЕРМА-СТМП 350х2,0х159	шт.	1294

Окончание таблицы 15

1	2	3
Визуальный и измерительный контроль сварных соединений	шт.	1294
Установка дорожных знаков		
Установка опознавательных знаков 21 шт.		
Установка опознавательных знаков	т	2,0376

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

Монтаж лотков, решеток из полосовой и тонколистовой стали	т	0,282
Установка предупреждающих знаков 6 шт.		
Установка предупреждающего знака	т	0,462
Монтаж лотков, решеток из полосовой и тонколистовой стали	т	0,02304

Таблица 16

Ведомость объемов работ на строительство стеклопластикового трубопровода

Наименование	Ед. изм.	Количество
Подготовительные работы		
Расчистка площадей от снега	м ³	64969
Валка деревьев	шт.	1700
Разделка древесины	шт.	1700
Трелевка древесины на расстояние до 300 м	шт.	1700
Корчевка пней	шт.	1700
Засыпка ям подкоренных бульдозерами	шт.	1700
Разработка траншеи для захоронения пней	м ³	40
Засыпка траншеи	м ³	26
Лежневая дорога		
Устройство лежневой дороги толщиной настила 180 мм, шириной 3,5 м	м	2900
Лесоматериалы	м ³	3944
Разработка грунта	м ³	2610
Разравнивание грунта	м ³	2610
Уплотнение грунта прицепными кулачковыми катками	м ³	2610
Зимняя дорога		

Продолжение таблицы 16

Расчистка профиля дороги от снега	м ³	7939
Надвижка снега бульдозером	м ³	5136,9
Планировка бульдозером с учетом уплотнения катками в 3 прохода	м ³	7016,1

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		100

Сглаживание снежных валов					м³	2535,6
Водовод низкого давления						
Земляные работы						
Разработка траншеи					м³	119776
Разработка грунта в ручную					м³	3704
Устройство песчаного основания					м³	1484
Присыпка водовода					м³	34041
Засыпка траншеи					м³	87955
Уплотнение грунта пневматическими трамбовками					м³	121996
Планировка грунта					м³	35525
Монтажные работы						
Укладка в траншею трубопроводов диаметром 164 мм в равнинной местности					м	10040,71
Сборка трубопровода по монтажу стыков					шт.	1176
Визуальный контроль соединения					м²	5170,97
Установка полиэтиленовых фасонных частей отводов					шт.	57
Установка полиэтиленовых фасонных частей тройников					шт.	2
Установка полиэтиленовых фасонных частей ниппелей					шт.	58
Установка полиэтиленовых фасонных частей фланцев					шт.	4
Установка муфт					шт.	3
Монтаж футляра Ду 377х10 для защиты водовода					м	166,2
Монтаж предохранительных колец					шт.	182
Заделка концов футляра герметизирующими манжетами					шт.	26
Протаскивание в футляр труб диаметром 164 мм					м	166,2
Очистка полости трубопроводов промывкой водой					м	10040,7
Очистка полости трубопровода продувкой					м	10040,7
Установка дорожных знаков						
Установка опознавательных знаков 21 шт.						
Окончание таблицы 16						
1					2	3
					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		
					Лист	
					101	

Установка опознавательных знаков	т	4,56
Монтаж лотков, решеток из полосовой и тонколистовой стали	т	0,63
Установка предупреждающих знаков 6 шт.		
Установка предупреждающего знака	т	0,462
Монтаж лотков, решеток из полосовой и тонколистовой стали	т	0,02304

Потребность в основных строительных машинах и механизмах.

Потребность в основных строительных машинах, механизмах, инвентаре, инструментах и приспособлениях определена на основании физических объемов работ, эксплуатационной производительности машин и механизмов.

Все средства измерений, применяемые при производстве работ по строительству, должны иметь действующее клеймо или свидетельство о поверке.

Таблица 17

Перечень необходимых строительных машин, механизмов, инвентаря, инструмента и приспособлений

Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт
Топливозаправщик	Зил-151	2
Вахтовый автобус	Урал-4320	2
Расчистка от леса		
Бензомоторная пила	«Урал»	2
Бульдозер	ДЗ-27С	2
Корчеватели	ДП-3	1
Кусторезы	ДП-4	1
Сучкоподборщик	ПС-5	1
Экскаватор	МУП-4	1
Тракторы трелевочные	Т-49	1
Водовод низкого давления		

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		102

Экскаватор одноковшовый	ЭО-4121	3
Бульдозер	ДЗ-27С	3

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

1	2	3
Кран автомобильный	КС-3574	3
Трубоукладчик	МГ-61	4
Компрессор передвижной	ДК-9	3
Трактор гусеничный	Т-49	3
Автосамосвал	КамАЗ-55111	2
Автомобиль бортовой	ЗИЛ-151	2
Автоцистерна	Зил-151	2
Электротрамбовка	Д-253	2
Сварочный агрегат двухпостовый (при монтаже стального трубопровода)	АДД 2х2500	4

7.3 Сроки строительства

Продолжительность строительства определяется согласно СНиП 1.04.03-85* [29].

T_{vi} – нормативная продолжительность строительства водовода низкого давления 10000 м – 2 месяц;

$K_i = 1.2$ – коэффициент, учитывающий район строительства ;

$K_2 = 1.15$ – коэффициент, учитывающий заболоченность трассы трубопровода.

Продолжительность строительства водовода составит: $T_i = 2 \times 1.2 \times 1.15 = 2.8$ (мес.)

Продолжительность строительства остальных объектов определяется по п. 21 расчетным методом в зависимости от объема строительно-монтажных работ и отрасли народного хозяйства и составляет 1,9 месяца, в том числе подготовительный период 0,94 месяца (согласно СНиП 1.04.03-85* [29], Приложение 3, п.4), т.е. 20 % от общей продолжительности строительства.

Стальной трубопровод

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						104
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Согласно сметной документации нормативная трудоемкость строительства лежневой дороги, зимней дороги составляет 29223,73 чел.-час.

Нормативная продолжительность строительства составит:

$$T = \frac{29223,73 \text{ чел.} \cdot \text{час}}{45 \text{ чел.} \cdot 28 \text{ раб. день} \cdot 12 \text{ ч (1 смена)}} = 1,9 \text{ месяца}$$

Итого общая продолжительность строительства стального трубопровода составит 4,7 месяца.

Стеклопластиковый трубопровод

Согласно сметной документации нормативная трудоемкость строительства лежневой дороги, зимней дороги составляет 21409,72 чел.-час.

Нормативная продолжительность строительства составит:

$$T = \frac{21409,72 \text{ чел.} \cdot \text{час}}{35 \text{ чел.} \cdot 28 \text{ раб. день} \cdot 12 \text{ ч (1 смена)}} = 1,8 \text{ месяца}$$

Итого общая продолжительность строительства составит 4,6 месяца.

7.4 Техничко-экономические показатели

На основании смет, расчетов продолжительности строительства и выбранного количества рабочих на строительство водовода низкого давления из стальной и стеклопластиковой трубы составлены таблицы 18, 19 с основными технико-экономическими показателями строительства.

Таблица 18

Техничко-экономические показатели строительства стального трубопровода

1. Общая стоимость в ценах на 1 кв. 2010 г., тыс. руб.	102193,155
2. Стоимость СМР в ценах на 1 кв. 2010 г., тыс. руб.	91752,42
3. Общая продолжительность строительства, месяцев	4,7
4. Численность работающих, чел.	45
5. Трудоемкость, чел/час	29223,73

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		105

Технико-экономические показатели строительства стеклопластикового трубопровода

1. Общая стоимость в ценах на 1 кв. 2010 г., тыс. руб.	103559,19
2. Стоимость СМР в ценах на 1 кв. 2010 г., тыс. руб.	91838,878
3. Общая продолжительность строительства, месяцев	4,6
4. Численность работающих, чел.	35
5. Трудоемкость, чел/час	21409,72

7.9 Вывод

Исходя из технико-экономического расчета по

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		106

Заключение

В выпускной квалификационной работе был проведен анализ эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными.

В ходе проведения данной работы, были рассмотрены следующие вопросы:

- 1 Определены основные преимущества полимерных труб перед стальными.
- 2 Представлена характеристика транспортируемой среды.
- 3 Произведены: гидравлический расчет, расчет на прочность и устойчивость трубопроводов.
- 4 Произведена оценка влияния на окружающую среду.
- 5 Рассмотрена безопасность и охрана труда при строительстве.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

- 1 Применения стеклопластикового трубопровода для строительства промышленного трубопровода увеличивает срок из эксплуатации.
- 2 Потери напора на трение, следовательно энерго затраты на транспортировку среды ниже в стеклопластиковой трубе.
- 3 Трудозатраты при строительстве стеклопластикового трубопровода меньше в 1,36 раз, чем при строительстве стального. В то время общие затраты на СМР выше на 1366,035 тыс.руб.

Стеклопластики представляют собой композитные конструкционные материалы, сочетающие высокую прочность с относительно небольшой плотностью.

Основные преимущества стеклопластиковых труб перед традиционными

					Анализ особенностей и эффективности использования полимерных труб в сравнении со стальными трубами			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кравченко А. С.		01.06.16	Заключение	Литера	Лист	Листов
Руков.		Вережкин А. В.		01.06.16		ДР	108	135
						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б2Б		
Зав. каф.		Рудаченко В.А.		01.06.16				

металлическими аналогами:

- имеют малую массу (в 4-5 раз легче стальных), что снижает затраты при транспортировке и монтаже;
- высокая коррозионная стойкость внешней и внутренней поверхностей труб;
- высокая стойкостью к воздействию бактерий, нет зарастания внутреннего сечения, что обеспечивает хорошее качество питьевой воды и снижает гидравлические потери;
- при замерзании жидкости труба не разрушается;
- высокая абразивная и химическая стойкость позволяет перекачивать агрессивные и абразивосодержащие жидкости;
- имеют гладкую внутреннюю поверхность, что позволяет использовать в трубопроводах трубы меньшего диаметра;
- при эксплуатации не происходит отложение солей и парафинов, что снижает гидравлические потери (в 3-4 раза по сравнению со стальными трубами);
- легкость и простота сборки трубопровода при монтаже;
- не подвержены коррозии, что исключает электрохимическую защиту трубопроводов;
- являются радиопрозрачными;
- расчетный срок эксплуатации не менее 50 лет, что в 3-6 раз больше, чем металлических.

На основании сделанных выводов видно, что эффективней использовать стеклопластиковую трубу при строительстве промышленного трубопровода. Но основным критерием при выборе материала строительства будет требование заказчика.

					Заключение	Лист
						109
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Список использованных источников

1. Данилов, Александр Александрович. Автоматизированные газораспределительные станции : справочник / А. А. Данилов. — СПб.: Химиздат, 2004. — 544 с Вертепов А. Г. Энергосбережение на компрессорных станциях за счет использования методов параметрической диагностики газоперекачивающих агрегатов: Диссертация докт. техн. Наук. М., 2013.

2. Бобровский, Сергей Андреевич. Газораспределительные станции и газохранилища : учебное пособие / С. А. Бобровский, Е. И. Яковлев, В. М. Михайлов; Московский институт нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина. — Москва: Изд-во института газовой промышленности им. И.М. Губкина, 1977. — 87 с

3. Торчинский, Ян Маркович. Оптимизация проектируемых и эксплуатируемых газораспределительных систем / Я. М. Торчинский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград: Недра, 1988. — 239 с Интеграция газовых рынков: в интересах устойчивого глобального роста / Доклад заместителя Председателя Правления ОАО «Газпром» А.

4. Техническая эксплуатация газораспределительных систем. Основные положения. Газораспределительные сети и газовое оборудование зданий. Резервуарные и баллонные установки; ОСТ 153-39.3-051-2003 : введ. в действие 27 июня 2003. — СПб.: ДЕАН, 2005. — 205 с.

5. Ковалев Б. К. Некоторые проблемы одоризации газа // Вестник Газпромаша. – 2007. – Вып. 1. – С. 54–74.

6. Закожурников, Ю. А. Подготовка нефти и газа к транспортировке : учебное пособие / Ю. А. Закожурников. — Волгоград: Ин-фолио, 2010. — 176 с.: ил. — Библиогр.: с. 157-163.

7. Новак, Е. К. Система одоризации газа / Е. К. Новак, И. А. Фаминков; науч. рук. В. А. Рудницкий // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов VII Всероссийской научно-

практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 23-24 марта 2010 г. г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. О. М. Гергета. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — С. 26-27.

8. Крымский В. Г. Жалбеков И. М. Имильбаев Р. Р. Юнусов А. Р. Автоматизация управления технологическими процессами в газораспределительных сетях: проблемы тенденции и перспективы.// Журнал “Электротехнические и информационные комплексы и системы” Выпуск № 2 / том 9 / 2013г.

9. Алиев Р.А., Белоумов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа // М.: Недра, 1988. – 368с.

10. Захаров П.А., Киянов Н.В., Крюков О.В. Системы электрооборудования и автоматизации для эффективного транспорта газа // Автоматизация в промышленности, 2008, № 6. – С.6-10.

11. ОНТП 51-1-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200003215> (дата обращения: 24.05.16).

12. ВРД 39-1.10-069-2002. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://gostbank.metaltorg.ru/vrd> (дата обращения: 24.05.16).

13. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов // Учебно-практическое пособие, Инфра-инженерная, 2006 – 915 с.

14. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-0-003-74-ssbt> (дата обращения:

					Список использованных источников	Лист
						129
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

24.05.16).

15. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-029-80-ssbt> (дата обращения: 24.05.16).

16. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 24.05.16).

17. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-005-88-ssbt> (дата обращения: 24.05.16).

18. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt> (дата обращения: 24.05.16).

19. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.gostbaza.ru/?gost=1048> (дата обращения: 24.05.16).

20. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-008-76-ssbt> (дата обращения: 24.05.16).

21. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-010-76-ssbt> (дата обращения: 25.05.16).

22. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		130

требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-012-2004-ssbt> (дата обращения: 25.05.16).

23. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-029-80-ssbt> (дата обращения: 25.05.16).

24. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/30435/> (дата обращения: 25.05.16).

25. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/21681/> (дата обращения: 25.05.16).

26. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/901702428> (дата обращения: 25.05.16).

27. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17-1-3-06-82> (дата обращения: 25.05.16).

28. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17-1-3-13-86> (дата обращения: 25.05.16).

29. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-0-01-94> (дата обращения: 25.05.16).

					Список использованных источников	Лист
						131
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

30. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-3-03-94> (дата обращения: 25.05.16).

31. 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 к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-0-07-95> (дата обращения: 25.05.16).

32. ПБ 10-115-96. Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200001077> (дата обращения: 25.05.16).

33. ПБ 03-576-2003. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.normacs.ru/Doclist/doc/15QP.html> (дата обращения: 25.05.16).

34. ППБ 01-03. Правил пожарной безопасности в Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/901866832> (дата обращения: 25.05.16).

35. РД 03-29-93. Методические указания по проведению технического освидетельствования паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200003150> (дата обращения: 25.05.16).

36. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/902207994> (дата обращения: 25.05.16).

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		132

37. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 25.05.16).

38. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/464688928> (дата обращения: 25.05.16).

39. СП 2.6.1-758-99. Нормы радиационной безопасности, НРБ–99. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.fumc.ru/rules/6313.html> (дата обращения: 25.05.16).

40. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения: 25.05.16).

41. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 25.05.16).

42. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://base.garant.ru/10107960/> (дата обращения: 25.05.16).

43. РД 51-100-85. Руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/464688804> (дата обращения: 25.05.16). (дата обращения: 25.05.16).

44. ГОСТ 21889-76. Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-21889-76> (дата

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		133

обращения: 25.05.16).

45. ГОСТ 12.2.003-74. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200077775> (дата обращения: 25.05.16).

46. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-2-032-78-ssbt> (дата обращения: 25.05.16).

47. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения: 25.05.16).

48. СанПиН 2.2.1/2.1.1-1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://rg.ru/2008/02/09/sanitar-dok.html> (дата обращения: 25.05.16).

49. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://gostbank.metaltorg.ru/sanpin/17/> (дата обращения: 25.05.16).

					Список использованных источников	Лист
						134
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		