

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды»

УДК 622.692.4(252.6)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Стрюк Сергей Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Бурков Петр Владимирович	д.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	–		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
Р9	проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2БББ	Стрюку Сергею Олеговичу

Тема работы:

«Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – промышленный нефтесборный трубопровод одного из месторождений Томской области в районе, приравненном к району Крайнего Севера. Транспортируется среда с высокой обводненностью</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Основные причины отказов рассматриваемого промышленного трубопровода;</p> <p>Химический анализ проб попутно-добываемой воды;</p> <p>Определение содержания растворенных коррозионно-опасных компонентов (O₂, CO₂, H₂S);</p> <p>Определение планктонных форм сульфатовосстанавливающих бактерий;</p> <p>Испытание коррозионной стойкости стальных образцов-свидетелей;</p> <p>Рентгеноструктурный анализ осадка;</p> <p>Гидравлическое моделирование рассматриваемого трубопровода;</p> <p>Выводы по причинам аварийности рассматриваемого трубопровода;</p> <p>Способы повышения эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов;</p> <p>Применение труб с внутренним защитным покрытием;</p> <p>Применение труб коррозионностойкого состава;</p> <p>Применение неметаллических труб;</p> <p>Применение ингибирования и внутритрубной очистки;</p> <p>Мероприятия, направленные на повышение эксплуатационных свойств исследуемого трубопровода;</p> <p>Композитные трубы для сооружения трубопроводов;</p> <p>Основные виды композитных труб, применение которых возможно в нефтяной отрасли;</p> <p>Армированные полипропиленовые трубы;</p> <p>Армированные полиэтиленовые трубы;</p> <p>Стекловолоконные и базальтоволоконные трубы;</p> <p>Наиболее подходящие композитные трубы для рассматриваемого промышленного трубопровода;</p> <p>Испытания образцов труб на растяжение;</p> <p>Спектральный анализ состава эпоксидной смолы;</p> <p>Определение механических свойств стекловолоконных труб;</p> <p>Расчет требуемой толщины стенки стекловолоконного трубопровода;</p> <p>Гидравлический расчет стекловолоконного нефтесборного трубопровода;</p> <p>Результаты проведенного исследования;</p> <p>Социальная ответственность</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Профиль нефтепровода с местами отказов;</p> <p>Профиль сечения, занятого водой, жидкостью и профиль скорости по длине трубопровода</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, Рыжакина Татьяна Гавриловна
«Социальная ответственность»	Ассистент, Черемискина Мария Сергеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
На русском:	
Введение	
Обзор литературы	
Объект и методы исследования	
Расчеты и аналитика	
Результаты проведенного исследования	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Заключение	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Бурков Петр Владимирович	д.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Стрюк Сергей Олегович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 99 с., 23 рис., 26 табл., 43 источника, 1 прил.

Ключевые слова: промысловый трубопровод, нефтесборный трубопровод, отказ трубопровода, причины отказов трубопровода, композитные трубы, стекловолоконные трубы, базальтоволоконные трубы, гидравлический расчет.

Объектом исследования является: действующий промысловый нефтесборный трубопровод одного из месторождений Томской области с повышенной скоростью коррозии.

Цель работы: разработка мероприятий для повышения эксплуатационных характеристик промыслового трубопровода одного из месторождений Томской области.

В процессе исследования проводились: анализ причин отказов трубопровода, анализ возможных способов повышения эксплуатационных характеристик, спектральный анализ, определение механических характеристик стекловолоконных образцов, расчет минимальной требуемой толщины стенки стекловолоконного трубопровода, гидравлический расчет стекловолоконного трубопровода.

В результате исследования были предложены мероприятия, направленные на повышение эксплуатационных свойств рассматриваемого промыслового нефтесборного трубопровода одного из месторождений Томской области, транспортирующего высокообводненную среду.

Область применения: промысловые трубопроводы нефтедобывающих предприятий в условиях высокой обводненности транспортируемой среды.

Значимость работы: применение стекловолоконных и базальтоволоконных труб для строительства трубопроводов позволит повысить эксплуатационные свойства трубопроводов при высокой агрессивности транспортируемых сред. Стекловолоконный трубопровод обладает меньшими гидравлическими потерями чем стальной, что доказано гидравлическим расчетом. Снижение гидравлических потерь при перекачке позволит повысить энергетическую эффективность предприятия.

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Стрюк С.О.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков П.В.</i>					7	96
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ зр.2Б6Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Эксплуатационные свойства: свойства, которые определяют длительность рабочего ресурса и надежность изделий в соответствии с их функциональным назначением и условиями эксплуатации.

Отказ промышленного трубопровода: нарушение работоспособности, связанное с внезапной полной или частичной остановкой трубопровода из-за нарушения герметичности трубопровода или запорной и регулирующей арматуры.

Ингибиторы коррозии: вещества, замедляющие скорость протекания химических процессов коррозии металлов.

Композитные материалы: материалы, состоящие из нескольких слоев: слоя-наполнителя и слоя-матрицы, основы.

Спектральный анализ: физический метод определения состава вещества, основанный на изучении спектров испускания, поглощения, отражения и люминесценции.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды			
Разраб.		Стрюк С.О.			Термины и определения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков П.В.					8	96
Консульт.						НИ ТПУ зр.2Б6Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Оглавление

Введение	11
1. Обзор литературы	13
1.1. Основные причины отказов рассматриваемого промышленного трубопровода.....	13
1.1.1. Химический анализ проб попутно-добываемой воды.....	16
1.1.2. Определение содержания растворенных коррозионно-опасных компонентов (O ₂ , CO ₂ , H ₂ S)	18
1.1.3. Определение планктонных форм сульфатовосстанавливающих бактерий	19
1.1.4. Испытание коррозионной стойкости стальных образцов-свидетелей.....	19
1.1.5. Рентгеноструктурный анализ осадка	20
1.1.6. Гидравлическое моделирование рассматриваемого трубопровода	21
1.1.7. Выводы по причинам аварийности рассматриваемого трубопровода	23
1.2. Способы повышения эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов	23
1.2.1. Применение труб с внутренним защитным покрытием.....	24
1.2.2. Применение труб коррозионностойкого состава.....	25
1.2.3. Применение неметаллических труб.....	25
1.2.4. Применение ингибирования и внутритрубной очистки	26
1.2.5. Мероприятия, направленные на повышение эксплуатационных свойств исследуемого трубопровода	28
1.3. Композитные трубы для сооружения трубопроводов.....	29
1.3.1. Основные виды композитных труб, применение которых возможно в нефтяной отрасли.....	30
1.3.2. Армированные полипропиленовые трубы	31
1.3.3. Армированные полиэтиленовые трубы	33
1.3.4. Стекловолоконные и базальтоволоконные трубы	36
1.3.5. Наиболее подходящие композитные трубы для рассматриваемого промышленного трубопровода	38
2. Объект и методы исследования.....	39
2.1. Испытания образцов труб на растяжение.....	40
2.2. Спектральный анализ состава эпоксидной смолы.....	43
3. Расчеты и аналитика	45
3.1. Определение механических свойств стекловолоконных труб	45
3.2. Расчет требуемой толщины стенки стекловолоконного трубопровода	47
3.3. Гидравлический расчет стекловолоконного нефтесборного трубопровода	49
4. Результаты проведенного исследования	53
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	55

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Стрюк С.О.</i>			Оглавление	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков П.В.</i>					9	96
<i>Консульт.</i>								
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

5.1.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	55
5.1.1.	Потенциальные потребители результатов исследования	55
5.1.2.	Анализ конкурентных технических решений	56
5.1.3.	SWOT – анализ.....	58
5.2.	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	62
5.3.	Планирование научно-исследовательских работ.....	63
5.3.1.	Структура работ в рамках научного исследования	63
5.3.2.	Определение трудоемкости выполнения работ	64
5.3.3.	Разработка графика проведения научного исследования	65
5.3.4.	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	67
5.3.4.1.	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ..	68
5.3.4.2.	Основная заработная плата исполнителей темы.....	69
5.3.4.3.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	71
5.3.4.4.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	72
5.3.4.5.	Накладные расходы	73
5.3.4.6.	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	73
5.3.5.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	74
6.	Социальная ответственность	80
6.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	80
6.2.	Производственная безопасность	82
6.2.1.	Анализ опасных и вредных производственных факторов	82
6.2.1.1.	Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны.....	82
6.2.1.2.	Повышенная концентрация вредных веществ в рабочей зоне	83
6.2.1.3.	Превышение уровня шума	84
6.2.1.4.	Движущиеся машины и механизмы.....	84
6.2.1.5.	Наличие оборудования, работающего под высоким напряжением	85
6.2.2.	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных вредных факторов на исследователя (работающего).....	85
6.3.	Экологическая безопасность	86
6.3.1.	Защита атмосферы	86
6.3.2.	Защита гидросферы	86
6.3.3.	Защита литосферы	87
6.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	88
6.5.	Выводы по разделу «Социальная ответственность»	89
	Заключение	90
	Список использованных источников	92
	Приложение А	96

Введение

Трубопроводный транспорт на сегодняшний день это один из самых эффективных способов транспортировки жидких и газообразных углеводородов. По трубопроводам транспортируется нефть, продукты её переработки и природный газ как на большие расстояния, так и в пределах территории предприятий нефтегазовой отрасли.

При транспортировке среды с высокой обводненностью трубопроводы наиболее подвержены коррозионному разрушению. Этому свидетельствует пример эксплуатации промыслового трубопровода одного из месторождений севера Томской области.

Целью работы является разработка мероприятий для повышения эксплуатационных характеристик промыслового трубопровода одного из месторождений Томской области.

Объектом исследования данной работы является действующий промысловый нефтесборный трубопровод одного из месторождений Томской области с повышенной скоростью коррозии. Одной из основных причин повышенной скорости коррозии трубопровода данного месторождения является высокая обводненность транспортируемой среды.

В ходе работы над проектом, по договору закупки Национальным исследовательским Томским политехническим университетом были закуплены восемь композитных труб у одной из российских компаний. Из всех закупленных композитных труб были изготовлены образцы для проведения испытаний на растяжение установленной формы. Так же был проведен спектральный анализ состава связующего композитных труб.

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Стрюк С.О.</i>			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков П.В.</i>					11	96
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ зр.2Б6Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Результаты проведенных в работе исследований будут полезны нефтедобывающим компаниям, заинтересованным во внедрении в свое производство перспективных технологий. Реализация предлагаемых мероприятий позволит повысить эксплуатационные свойства промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды.

					<i>Введение</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1. Обзор литературы

1.1. Основные причины отказов рассматриваемого промышленного трубопровода

Для сооружения промышленных трубопроводов в основном используют стальные трубы. В большинстве случаев, это связано с их относительной дешевизной, хорошей ремонтпригодностью и довольно высокой скоростью строительства таких трубопроводов. Именно на стальных трубопроводах наиболее часто происходят отказы по причине коррозионного износа.

Некоторые исследователи указывают, что около 40 % новых стальных трубопроводах при эксплуатации на промыслах не выдерживают и 5 лет эксплуатации, а 15 % промышленных трубопроводов отказывают и менее чем за 2 года эксплуатации [1]. В исследовании [2] авторы отмечают ручейковую коррозию как главную причину отказов. На нее приходится от 70 до 90 % в общем числе отказов, происходящих на стальных промышленных трубопроводах.

Рассмотрим пример эксплуатации промышленного нефтесборного трубопровода одного из месторождений Томской области. Отчеты по эксплуатации трубопровода данного месторождения были предоставлены для выполнения данной работы одним из нефтедобывающих предприятий региона.

Согласно отчету, с момента ввода в эксплуатацию данного трубопровода в 2011 году было зафиксировано 27 отказов. 23 из 27 отказов приходятся на 2017 год (что составляет 6 лет после ввода в эксплуатацию). По имеющейся информации за первые три месяца 2018 года зафиксировано 3 отказа было (рисунок 1).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Стрюк С.О.			1. Обзор литературы		
Руковод.		Бурков П.В.					
Консульт.							
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						13	96
					НИ ТПУ зр.2Б6Б		

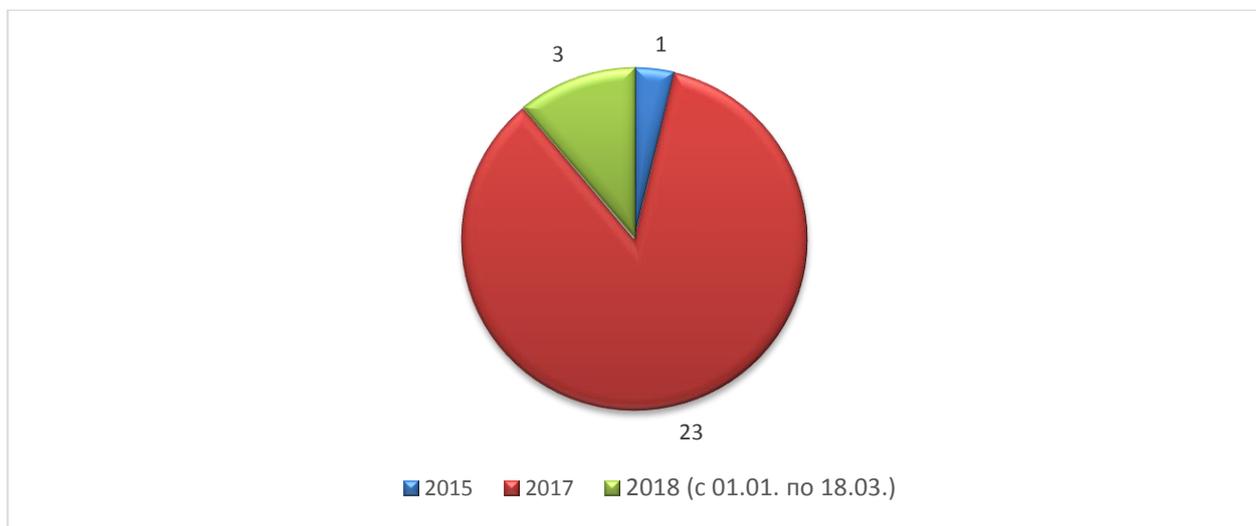


Рисунок 1 – Распределение отказов по годам

Наибольшее количество отказов (20 шт.) приходится по нижней образующей на 5 – 7 часов в проекции часового циферблата, 3 шт. приходятся на 11 – 1 часа, 2 шт. приходятся на 8 – 9 часов.

По расположению в системе трубопровода отказы распределены следующим образом: фасонные изделия (отводы) – 22 шт., труба (по телу) – 4 шт., сварной шов – 1 шт.

Наибольшее количество отказов приходится на участок трубопровода ПК 120 – ПК 200+32, которому соответствуют частые перепады отметок профиля нефтепровода (рисунок 2).

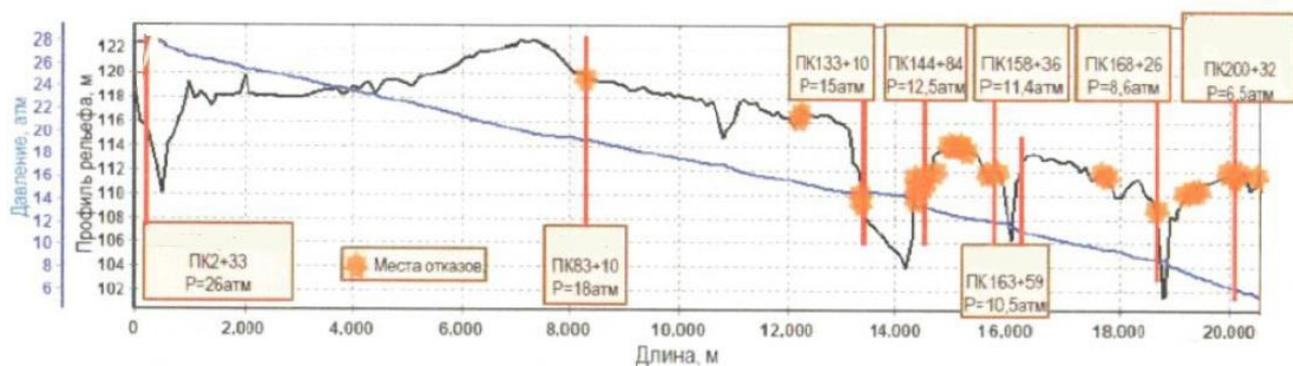


Рисунок 2 – Места отказов на профиле нефтепровода

Технические характеристики данного трубопровода представлены в таблице 1. Давление на выходе насосной станции составляет 2,8 МПа.

Данный трубопровод выполнен из труб конструкционной легированной стали 13ХФА. Согласно спецификации, такие изделия обладают стойкостью к коррозии, растрескиванию (водородному, сероводородному, сульфидному), эксплуатации при низких температурах характерных для Крайнего Севера. Данная марка стали содержит следующие химические элементы: марганец (0,20 – 0,40 %), хром (0,4 – 0,7 %) и кремний (0,2 – 0,4 %). Все это обеспечивает таким трубам хорошие показатели износостойкости, прочности и текучести материала [3,4]

Таблица 1 – Технические характеристики трубопровода

Параметр	Значение
Диаметр наружный, мм	325
Толщина стенки, мм	8
Длина, км	20
Материал трубопровода	13ХФА

Проведенный анализ установил, что 20 из 27 (что составляет 74 %) отказов произошли в результате разгерметизации трубопровода по причине локального коррозионного износа (рисунок 3). Во всех случаях тип коррозии – внутренняя язвенная коррозия металла.

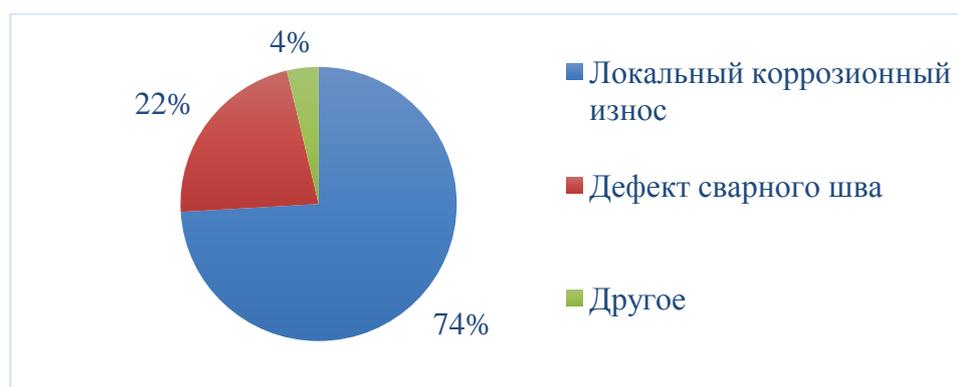


Рисунок 3 – Причины отказов нефтесборного трубопровода

Особо отмечено исследователями, что на возникновение данных коррозионных дефектов повлияла высокообводненная транспортируемая среда.

Максимальная обводненность добываемой на месторождении продукции в рассматриваемый период составляла 67 %.

С целью определения точных причин высокой аварийности рассматриваемого промыслового нефтесборного трубопровода на предприятии была сформирована программа исследований физико-химических свойств транспортируемого флюида и отложений из трубопровода.

В перечень лабораторных исследований попали следующие пункты: химический анализ проб попутно-добываемой воды, определение содержания растворенных коррозионно-опасных компонентов (O_2 , CO_2 , H_2S), определение планктонных форм сульфатовосстанавливающих бактерий, испытание коррозионной стойкости стальных образцов-свидетелей, рентгеноструктурный анализ осадка из трубопровода. Рассмотрим результаты перечисленных исследований.

1.1.1. Химический анализ проб попутно-добываемой воды

В лаборатории анализа химического состава нефтепромысловых флюидов предприятия было проведено исследование по химическому анализу проб попутно-добываемой воды с нефтесборного трубопровода, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы. Точкой отбора проб является вход в насосную станцию на месторождении.

В ходе исследования были проведены следующие мероприятия:

- прием, регистрация проб природных минерализованных, попутно-добываемых, пресных вод и нефти для исследований;
- подготовка проб природных минерализованных, попутно-добываемых вод для исследования макро и микрокомпонентного состава;
- определение плотности исследуемых вод;
- определение хлорид-иона аргентометрическим методом;
- определение карбонат, гидрокарбонат-иона потенциометрическим методом;

					1. Обзор литературы	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- определение кальция-иона титриметрическим методом;
- определение жесткости титриметрическим методом;
- определение pH потенциометрическим методом;
- определение концентраций сульфат-иона турбидиметрическим методом;
- определение магний-иона по [5];
- определение натрий+калий, минерализация по [6];
- внесение результатов исследований в протокол.

Результаты макрокомпонентного анализа попутно-добываемой воды представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Макрокомпонентный состав попутно-добываемой воды

Ионный состав вод						Минерализация, мг/л	pH, ед. pH	Плотность, г/см ³
Cl^- , мг/л	HCO_3^- , мг/л	SO_4^{2-} , мг/л	Ca^{+2} , мг/л	Mg^{+2} , мг/л	$Na^+ + K^+$, мг/л			
14627,4	0,0	1,0	510,0	86,3	9135,8	25369,4	7,0	1,017

Согласно лабораторным исследованиям выявлено, что в попутно-добываемой воде с рассматриваемого месторождения содержится низкое количество сульфат-ионов и ионов кальция и отсутствует гидрокарбонат-ион.

На основе определенного макрокомпонентного состава попутно-добываемой воды исследователями было выполнено прогнозирование солеотложений по методике Оддо-Томпсона.

Согласно этой методике прогнозные оценки солеотложения осуществляются по индексу насыщения попутно-добываемой воды солями (SI). Условием выпадения солей в осадок является величина индекса насыщения $SI > 0$. На практике установлено, что отложения солей происходят при значениях $SI > 0,4$.

По результатам прогнозирования, рисков выпадения отложений солей из попутно-добываемой воды данного месторождения не выявлено.

1.1.2. Определение содержания растворенных коррозионно-опасных компонентов (O_2 , CO_2 , H_2S)

Специалистами предприятия был выполнен замер содержания растворенных коррозионно-агрессивных компонентов (O_2 , CO_2 , H_2S) в транспортируемом флюиде трубопровода, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы. Точкой отбора проб также является вход в насосную станцию на месторождении. Замер агрессивных компонентов выполнен сразу после отбора проб жидкости.

Результаты замеров следующие:

- $CO_2 = 50$ мг/л (критичное значение более 20 мг/л);
- $O_2 =$ более 1 мг/л (критичное значение более 0,1 мг/л) показано на рисунке 4;
- $H_2S =$ отсутствует (критичное значение более 1 мг/л).



Рисунок 4 – Определение содержания растворенного O_2 в транспортируемом флюиде

По результатам замеров содержания растворенных коррозионно-агрессивных компонентов (O_2 , CO_2 , H_2S) выявлено превышение критических значений по содержанию O_2 и CO_2 , что приводит к значительной интенсификации коррозионных процессов в трубопроводе.

					1. Обзор литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

1.1.3. Определение планктонных форм сульфатвосстанавливающих бактерий

Специалистами предприятия было проведено исследование по определению бактериальной зараженности транспортируемого флюида в трубопроводе, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы.

Анализ биозараженности попутно-добываемой воды произведен в соответствии с [7]. Было выполнено два параллельных посева бактерий.

Для обнаружения и культивирования сульфатвосстанавливающих бактерий использовалась среда Постгейта "В".

О наличии сульфатвосстанавливающих бактерий судили по появлению черного осадка сульфида железа, образующегося при взаимодействии сероводорода – продукта жизнедеятельности бактерий – с ионами железа, содержащимися в питательной среде.

Содержание планктонных сульфатвосстанавливающих бактерий в транспортируемой среде составляет 10^4 кл/см³ и превышает допустимые значения (10^2 кл/см³) [8].

1.1.4. Испытание коррозионной стойкости стальных образцов-свидетелей

В лаборатории противокоррозионной защиты предприятия было проведено исследование по определению коррозионной агрессивности транспортируемой попутно-добываемой воды в трубопроводе, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы. Исследование состояло из:

- подготовки образцов-свидетелей на абразивном материале;
- взвешивания образцов;
- приготовления модели пластовой воды;
- определение коррозионной агрессивности среды;
- приготовление раствора для снятия коррозии;
- проведение нестандартных лабораторных исследований.

					1. Обзор литературы	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коррозионная агрессивность замерена на модельной воде с рассматриваемого месторождения гравиметрическим методом на пластинках стали Ст.08пс.

Определение скорости коррозии было выполнено согласно [9], а коррозионная агрессивность ранжировалась согласно [10].

Скорость коррозии составила 0,191 г/м²·ч (0,21 мм/год), согласно [10] такая скорость коррозии является повышенной.

1.1.5. Рентгеноструктурный анализ осадка

В лаборатории нефтепромысловой химии предприятия было проведено исследование состава осадка с трубопровода, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы. Отложения были отобраны в начале участка повышенного распределения отказов в точке ПК 133+10 и в конце трубопровода в точке ПК 200+33.

Содержание органической и неорганической частей отложений представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание неорганической и органической частей в отобранных отложениях

Точка отбора осадка	Содержание, %	
	Неорганическая часть	Органическая (углеводородная) часть
ПК 133+10	99,3	0,7
ПК 200+33	91,9	8,1

Фотографии отобранных отложений представлены на рисунках 5 и 6.



Рисунок 5 – Отложения с точки ПК 133+10



Рисунок 6 – Отложения с точки ПК 200+33

Для неорганической части отложения с трубопровода определен компонентный состав методом рентгеновской дифрактометрии, на порошковом дифрактометре Shimadzu XRD-6000 (условия съемки дифрактограммы: скорость съемки 2 градуса/мин, шаг 0,02 градуса, диапазон от 0 до 60 градусов).

Состав неорганической части осадка представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Состав неорганической части отложений

Точка отбора осадка	Компонентный состав неорганической части отложений	
	Соединение	Содержание, %
ПК 133+10	Карбонат железа	55,8
	Оксид кремния	12,5
	Оксиды железа	23,1
	Сульфид железа	8,6
ПК 200+33	Карбонат железа	23,3
	Оксид кремния	35,7
	Оксиды железа	7,8
	Калиевая слюда	11,7
	Алюмосиликаты натрия, калия	16,9
	Каолинит	4,1
	Дигидрат сульфата кальция	0,5

По результатам исследования установлено, что отложения с промышленного нефтесборного трубопровода представлены неорганической частью (99,3 и 91,9 %), которая в свою очередь представлена продуктами коррозии и оксидами кремния.

1.1.6. Гидравлическое моделирование рассматриваемого трубопровода

Специалистами на предприятии была построена гидравлическая модель нефтесборного трубопровода, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы. Основная задача такого моделирования это определите мест скопления попутно-добываемой воды по длине нефтесборного трубопровода.

Перед моделированием, по результатам лабораторных исследований были определены фактические значения динамической вязкости транспортируемого флюида, определенной. Динамическая вязкость флюида составила 66,2 и 51 мПа·с при температуре 5 и 20 °С соответственно.

Адаптация расчётной модели нефтесборного трубопровода проведена к следующему режиму работы (таблица 5):

Таблица 5 – Параметры работы насосной станции

Объем откачки, м ³ /сут.	Плотность, кг/м ³	Обводненность, %	Концентрация взвешенных частиц, мг/дм ³	Температура откачки, °С
6505,9	853,8	54	35,9	44

Результат гидравлического моделирования представлен на рисунке 7.

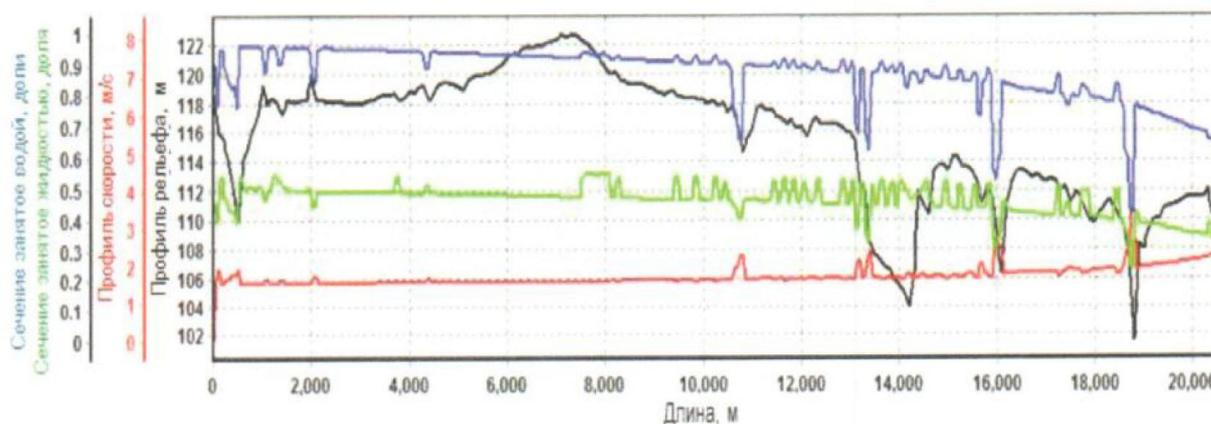


Рисунок 7 – Профиль сечения, занятого водой, жидкостью и профиль скорости по длине трубопровода

По результатам гидравлического расчета определен режим течения – пробковый, на нисходящих участках – расслоенный. Скорость течения жидкости на первых 16 км составляет 1,6 м/с, далее увеличивается до 2,3 м/с. Рост скорости связан с началом разгазирования, и как следствие, снижением проходного сечения по жидкости.

Выявлено, что попутно-добываемая вода равномерно занимает 40 – 50 % сечения трубопровода и распределена по нижней образующей трубопровода, следовательно, по всей протяженности трубопровода по нижней образующей имеется контакт с агрессивной средой.

1.1.7. Выводы по причинам аварийности рассматриваемого трубопровода

В результате лабораторных исследований и гидравлического моделирования процесса работы нефтесборного трубопровода месторождения Томской области специалистами было установлено, что разрушение трубопровода происходит в результате протекания интенсивной локальной коррозии.

Интенсификация процесса коррозии обусловлена повышенным содержанием углекислого газа и кислорода в транспортируемой жидкости, наличием сульфатовосстанавливающих бактерий, отделением попутно-добываемой воды и распределением её по нижней образующей трубопровода на 40 – 50 % сечения.

Для определения мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств данного трубопровода в установленных условиях необходимо ознакомиться со всеми методами, применяемыми на промышленных трубопроводах.

1.2. Способы повышения эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов

В настоящее время наиболее актуальные способы повышения эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов предприятий следующие:

- применение труб с внутренним защитным покрытием;
- применение труб коррозионностойкого состава;
- применение неметаллических труб;
- применение ингибирования;
- проведение профилактики, в виде внутритрубной очистки.

Рассмотрим приведенные методы подробнее.

					1. Обзор литературы	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2.1. Применение труб с внутренним защитным покрытием

Внутреннее покрытие труб является эффективным методом защиты от коррозии, оно позволяет избежать непосредственного контакта транспортируемой среды и металла трубы. Таким образом, пока целостность защитного покрытия не нарушена коррозионные процессы протекать не будут.

Наиболее актуально применение таких труб именно для сооружения промышленных трубопроводов, в отличие от магистральных. Именно промышленные трубопроводы транспортируют высокообводненные среды с коррозионно-активной водой, солями, углекислым газом и кислородом.

Немаловажным преимуществом данного метода защиты является снижение шероховатости внутренней поверхности труб и повышение пропускной способности трубопровода.

При использовании труб с внутренним защитным покрытием существенным недостатком является сложность нанесения защитного покрытия на сварные соединения труб. Наиболее часто применяемые способы защиты зоны сварных стыков — это применение вставных муфт и газотермическое напыление на внутренние концевые участки труб покрытия из специального нержавеющей сплава.

Таким образом, обеспечить непрерывное внутреннее защитное покрытие по всей протяженности трубопровода является очень сложной задачей при сооружении трубопровода, в результате возрастают продолжительность и расходы на строительство трубопровода. Так же, такие защитные покрытия хоть и весьма стойкие к агрессивным транспортируемым средам, но уязвимы к воздействию содержащихся в среде механическим примесям [11]

Для нанесения внутреннего защитного покрытия используются силикатно-эмалевые покрытия, полиэтиленовые оболочки, но наиболее часто для противокоррозионной защиты трубопроводов применяют заводские эпоксидные покрытия. Для нанесения эпоксидных покрытий толщиной от 400 до 700 мкм используются двухкомпонентные (смола, отвердитель) жидкие краски или порошковые краски [12].

					1. Обзор литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

1.2.2. Применение труб коррозионностойкого состава

Распространенным способом повышения эксплуатационных свойств промысловых нефтесборных трубопроводов является применение труб коррозионностойкого состава.

Добавление различных добавок (например, марганца, хрома, кремния и других) при изготовлении труб позволяет повысить эксплуатационные свойства труб. Повышается износостойкость, коррозионная стойкость, стойкость к температурному воздействию.

Стоимость стальных трубопроводов коррозионностойкого исполнения на 30 – 50 % выше, а отказов фиксируется в 2 раза меньше, чем у обычных стальных трубопроводов [1].

Однако, как видно из приведенного примера эксплуатации нефтесборного трубопровода одного из месторождений Томской области выполненного из стали 13ХФА, применения труб коррозионностойкого состава недостаточно для защиты от выявленных причин коррозионного разрушения.

1.2.3. Применение неметаллических труб

Достаточно эффективным методом повышения эксплуатационных свойств нефтесборных трубопроводов является применение неметаллических труб. Использование подобных материалов позволит практически полностью избавиться от коррозии трубопровода.

Применение различных композитных труб отмечается следующими общими преимуществами по сравнению со стальными:

- устойчивость к воздействию агрессивных и химически активных сред;
- повышенный срок эксплуатации;
- небольшая масса труб, облегчающая транспортировку и строительные-монтажные работы;
- минимальная шероховатость.

					1. Обзор литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Однако, в результате химического воздействия и температурного воздействия транспортируемой среды на материал трубопровода, могут измениться прочностные свойства труб. Так же не многие материалы смогут выдержать нагрузку, которой подвергается рабочий трубопровод. Для применения данного метода необходимо тщательнейшим образом подбирать материал неметаллических труб под условия эксплуатации.

На сегодняшний день применение композитных труб в нефтяной отрасли весьма ограничено. Объясняется это практическим отсутствием нормативной базы в области проектирования, сооружения и эксплуатации труб в нефтяной промышленности [13].

Применение композитных труб экономически более эффективно, чем применение стальных. Так, в исследовании [14] отмечено преимущество композитных трубопроводов по интегральным показателям экономической эффективности по сравнению со стальными трубопроводами на уровне 40 %.

1.2.4. Применение ингибирования и внутритрубной очистки

Наиболее распространенным в настоящее время методом поддержания эксплуатационных свойств стальных промысловых трубопроводов является применение ингибиторов коррозии. Так, нефтяные компании, разрабатывающие месторождения Западной Сибири, используют ингибиторы для защиты от внутренней коррозии на более чем 50 % фонда промысловых трубопроводов [15].

Ингибиторы представляют собой вещества, способные замедлять скорость протекания химических процессов коррозии. При добавлении ингибитора коррозии в транспортируемую среду, на поверхности металла образуется тонкая пленка, которая защищает металл трубы от коррозионного разрушения.

На предприятиях к ингибиторам коррозии предъявляются определенные требования. Так согласно [8] применяемые в ПАО «НК «Роснефть» ингибиторы коррозии должны обладать определенной эффективностью защитного действия

					1. Обзор литературы	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– обеспечивать скорость коррозии защищаемого металла не более 0,1 мм/год. Так же ингибиторы не должны повышать устойчивость водонефтяных эмульсий, не должны ухудшать товарные свойства транспортируемой среды. При хранении на складах ингибиторы должны сохранять свои свойства сроком не менее 1 года.

Несовершенство технологии применения ингибиторов на сегодняшний день ведет к тому, что, ингибиторная защита от внутренней коррозии до сих пор не является гарантией отсутствия отказов, возникающих по причине разгерметизации трубопроводов из-за сквозной внутренней коррозии. Так, в исследовании [15] представлена доля отказов, связанных со сквозными коррозионными повреждениями, произошедших на ингибированных и неингибированных трубопроводах (рисунок 8). Статистика отказов приведена для месторождений Западной Сибири (Нижневартовский и Октябрьский районы Ханты-Мансийского АО – Югры).

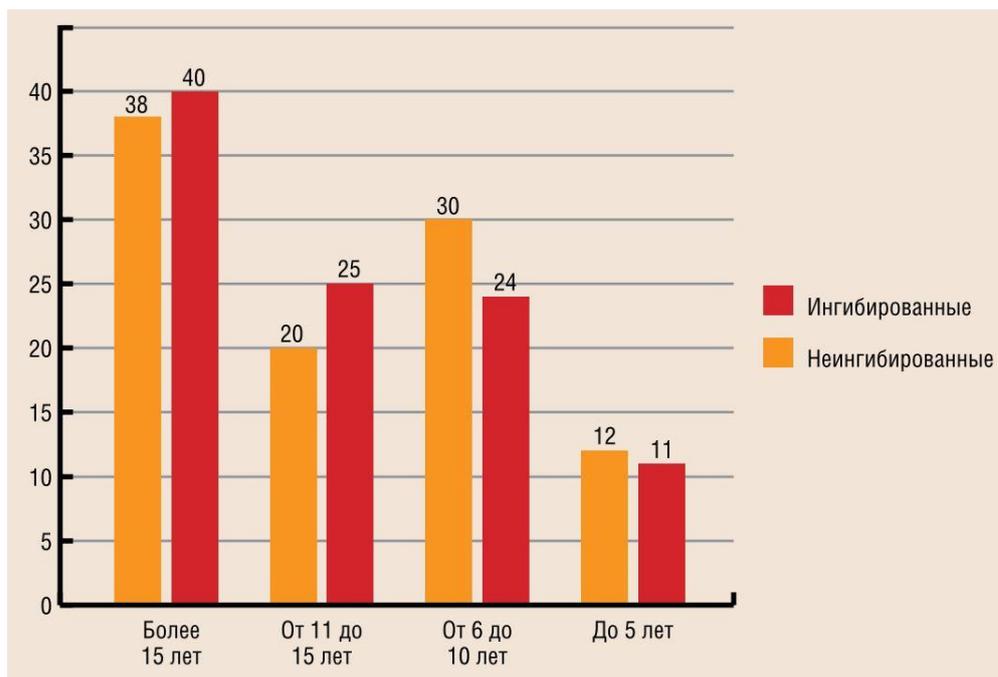


Рисунок 8 – Доля отказов по причине внутренней коррозии на ингибированных и неингибированных нефтепромысловых трубопроводах в зависимости от срока эксплуатации, %

Данные из исследования [15] показывают, что для трубопроводов, на которых применяются ингибиторы коррозии доля отказов по причине

внутренней коррозии практически совпадает с показателем для неингибированных трубопроводов (для срока эксплуатации до 5 лет и от 6 до 10 лет). Скорость внутренней коррозии на отдельных трубопроводах с применением ингибиторов отмечена более 1 мм/год. При этом, как отмечено в исследовании, для применяемых ингибиторов на предприятиях проводились лабораторные тесты, показавшие что защитное действие ингибиторов, составляло не менее 90 %.

Применение ингибиторов имеет заявленную эффективность только при отсутствии в трубопроводе парафинистых отложений. Поэтому, для эффективной работы ингибиторов коррозии необходимо систематически проводить внутритрубную очистку трубопровода. Периодичность очистки трубопровода определяется предприятием в соответствии с действующими нормативными документами предприятия.

Таким образом, перспективнейшим методом повышения эксплуатационных свойств промысловых нефтесборных трубопроводов является применение неметаллических труб. Целесообразно в работе рассмотреть их более подробно.

1.2.5. Мероприятия, направленные на повышение эксплуатационных свойств исследуемого трубопровода

Исходя из вышеперечисленных наиболее распространенных способов повышения эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов, определим, какие мероприятия благоприятно повлияют на эксплуатацию промыслового нефтесборного трубопровода месторождения Томской области, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы.

На рассматриваемом трубопроводе уже применен способ, предполагающий применение коррозионностойких труб.

Как отмечено в пункте 1.1.3 настоящей работы, при исследовании попутно-добываемой воды, транспортируемой по трубопроводу, было обнаружено значительное превышение допустимых значений содержания

					1. Обзор литературы	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

планктонных сульфатовосстанавливающих бактерий. Для подавления жизнедеятельности этих бактерий необходимо подобрать точки подачи в трубопровод и марку бактерицида. Подбор бактерицида необходимо осуществлять с учетом нормативных актов предприятия по применению химических реагентов.

Для защиты трубопровода от внутренней коррозии необходимо осуществить подбор эффективной дозировки и марки ингибитора коррозии. Марку ингибитора подбирать из линейки ингибиторов коррозии, допущенных к применению на предприятии. Для повышения эффективности работы ингибиторов необходимо своевременно проводить внутритрубную очистку трубопровода.

С целью снижения объемов перекачки коррозионно-активной попутно-добываемой воды необходимо рассмотреть возможность организации сброса попутно-добываемой воды на месторождении.

При проектировании в рамках реконструкции (технического перевооружения) рассматриваемого трубопровода рекомендуется изучить возможность применения композитных труб для сооружения трубопровода, выполнить гидравлические расчеты.

1.3. Композитные трубы для сооружения трубопроводов

На сегодняшний день все чаще российские компании проводят испытания композитных труб для применения в сооружении нефтепроводов. По данным ПАО «Татнефть» всего в России находится в эксплуатации около 250 км трубопроводов из композитных материалов. На месторождениях, находящихся в эксплуатации в ОАО «Славнефть» находится 75 км композитных трубопроводов, в ОАО «ТНК» Нижневартовск» эксплуатируется 57 км композитных трубопроводов.

ПАО «Лукойл» свидетельствует об успешном применении стеклопластиковых труб для строительства нефтепровода в 2007 году. Данной компанией был построен нефтепровод протяженностью 93 километра,

					1. Обзор литературы	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

диаметром 190 мм, рассчитанный на рабочее давление 4 МПа, который исправно работает и по сей день.

Такое сравнительно малое распространение композитных трубопроводов в России объясняется практическим отсутствием нормативной базы в области проектирования, сооружения и эксплуатации композитных трубопроводов в нефтяной промышленности [13].

Опыт же других стран показывает перспективность развития данного направления. Так в структуре рынков сбыта композитных труб в США за 2016 год на нефтяную промышленность приходится 35 % продаваемых композитных труб [13]. Так же в этой статье приводится несколько примеров применения композитных труб различных марок для сооружения трубопроводов для транспортировки нефти, природного газа, скважинного флюида и сжиженного природного газа. Так, например, одной из нефтегазовых компаний на севере штата Техас США проложен композитный трубопровод для транспортировки скважинного флюида с D_n составляющим 63 мм, протяженностью 650 км, рассчитанный на рабочее давление 17,2 МПа.

В России ПАО «Газпром» сейчас планирует два пилотных проекта по сооружению участков магистрального газопровода с D_y до 1200 мм из композитных труб.

Рассмотрим различные виды композитных труб, доступные на сегодняшний день на российском рынке. Определим какие из предложенных на рынке труб можно использовать для сооружения композитного промышленного нефтесборного трубопровода для месторождения Томской области.

1.3.1. Основные виды композитных труб, применение которых возможно в нефтяной отрасли

В нефтяной отрасли на данный момент используются следующие виды композитных труб для сооружения трубопроводов:

- Армированные полипропиленовые трубы
- Армированные полиэтиленовые трубы

					1. Обзор литературы	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Стекловолоконные трубы
- Базальтоволоконные трубы

Рассмотрим подробнее перечисленные композитные трубы.

1.3.2. Армированные полипропиленовые трубы

Полипропилен представляет собой термопластичный материал. Это синтетический полимер с макромолекулами, имеющими спиральную конформацию. Полипропилен относят к классу полиолефинов. Синтезируется данное вещество в ходе реакции полимеризации пропилена.

Эксплуатационные характеристики труб, изготовленных из данного вещества, определяются особенностями используемого полипропилена.

Трубы, изготовленные из полипропилена, классифицируют следующим образом. По конструкции подразделяются на однослойные и многослойные. Полипропиленовые трубы однослойного исполнения изготавливают следующих видов:

- РРН – изготовлены из гомополипропилена. Отличаются относительно невысокой прочностью. Такие трубы в основном применяют в системах холодного водоснабжения;
- РРВ – изготовлены из блок-сополимера полипропилена. Применяются при организации напольных отопительных систем и в системах холодного водоснабжения;
- РРР – изготовлены из рандом-сополимера полипропилена. Такие трубы имеют равномерное распределение нагрузки по внутренней поверхности. Используются в системах холодного и горячего водоснабжения;
- РРС – изготовлены из трудновоспламеняющегося полифенилсульфида. Имеют сравнительно высокие величины предельно допустимой температуры по сравнению с полипропиленами предыдущих видов (до +95 °С). Такие трубы

					1. Обзор литературы	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

применяются в системах горячего водоснабжения и отопления, вентиляции и дымоходов.

Для повышения прочности и жесткости применяют армирование полипропиленовых труб. В таком случае конструкция включает в себя три слоя: внутренний армирующий слой и два слоя полипропилена. Армирование труб производят алюминиевой фольгой, стекловолокном или базальтовым волокном (рисунки 9 и 10).



Рисунок 9 – Полипропиленовая труба PPR, армированная стекловолокном



Рисунок 10 – Полипропиленовая труба, армированная базальтовым волокном

По информации от производителя [16], рассматриваемые виды полипропиленовых труб рассчитаны на рабочее давление до 2,5 МПа. Допустимая температура перекачиваемой среды таких труб до +60 °С, в случае PPS труб до +95 °С.

Соединения данных труб между собой осуществляется сваркой при помощи специализированного оборудования.

					1. Обзор литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Согласно информации от производителя полипропиленовых труб [16], они обладают следующими преимуществами по сравнению со стальными трубами:

- Высокая стойкость к коррозии;
- Низкие показатели теплопроводности;
- Небольшой удельный вес;
- Предотвращение образования отложений на внутренней поверхности;
- Гладкая внутренняя поверхность.

Недостатки полипропиленовых труб по сравнению со стальными:

- Невозможность эксплуатации при низких температурах ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже);
- Высокий коэффициент линейного расширения;
- Непереносимость ультрафиолетового излучения.

Максимальное рабочее давление 2,5 МПа не соответствует требуемому на рассматриваемом промышленном нефтесборном трубопроводе. Еще одним важным критерием отбора труб является морозоустойчивость, так как рассматриваемый нефтесборный трубопровод находится на севере Томской области, районе, приравненном к районам Крайнего Севера. По данному показателю полипропиленовые трубы также не подходят.

Учитывая все изложенное, можно сделать вывод что применение полипропиленовых труб рассмотренных видов невозможно для реконструкции промышленного нефтесборного трубопровода месторождения Томской области, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы.

1.3.3. Армированные полиэтиленовые трубы

Полиэтилен представляет собой органическое соединение молекул этилена и газа, связанных между собой в результате полимеризации.

Полиэтилен подразделяют на марки, которые обозначаются буквами ПЭ с добавлением численного индекса. Различие марок заключается в параметрах

					1. Обзор литературы	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

процесса полимеризации при производстве. Числовой индекс в марке полиэтилена обозначает степень кристалличности материала.

Полиэтилен обладает таким свойством как проницаемость. В результате диффузия жидких углеводородов сквозь стенки трубопровода может привести к снижению прочности материала. Однако на эту тему были проведены испытания, а опыт эксплуатации таких трубопроводов показывает, что снижение прочности незначительно [17].

Трубы изготавливают из полиэтиленов низкого давления марок ПЭ 80 и ПЭ 100. Полиэтиленовые трубы армируют для достижения лучших прочностных показателей. Армирование производят металлическим каркасом или синтетическими нитями. На рисунке 11 представлена конструкция трубы, армированной синтетическими нитями.

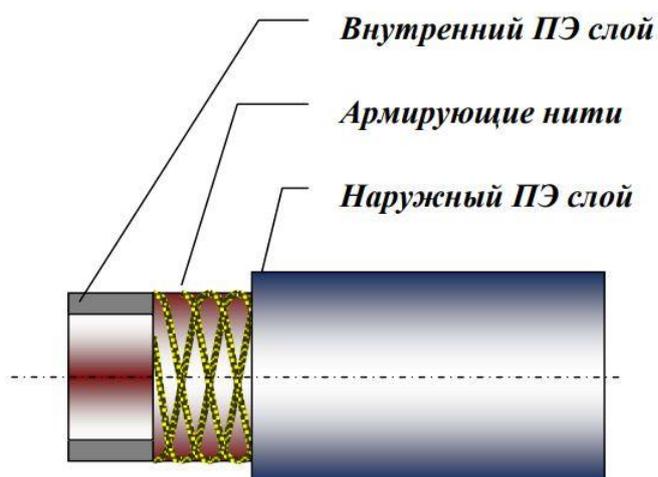


Рисунок 11 – Конструкция армированной полиэтиленовой трубы

Опыт применения армированных полиэтиленовых труб в России, показывает, что полиэтиленовые трубопроводы успешно работают при рабочем давлении до 2,5 МПа с агрессивными транспортируемыми средами на выкидных линиях и системах заводнения пластов [18].

Согласно информации от производителя ООО «Технология композитов» [19], выпускаемые ими полиэтиленовые трубы рассчитаны на рабочее давление до 4,0 МПа. Однако это предприятие выпускает трубы только наружным

диаметром от 75 до 160 мм. Поставляются такие трубы смотанными в бухты до 350 м, что облегчает и ускоряет монтаж (рисунок 12).



Рисунок 12 – Строительство армированного полиэтиленового трубопровода

Общие преимущества армированных полиэтиленовых труб различных производителей по сравнению со стальными следующие:

- Высокая стойкость к коррозии;
- Гладкая внутренняя поверхность;
- Малый удельный вес;
- Простота монтажа;
- Относительно высокая морозоустойчивость.

Недостатки полиэтиленовых труб по сравнению со стальными:

- Воздействие ультрафиолета приводит к снижению эксплуатационных характеристик

Таким образом, данный тип труб может рассматриваться в качестве замены стальным трубам. Однако, для рассматриваемого промышленного нефтесборного трубопровода в пункте 1.1 настоящей работы, данный тип труб ввиду ограниченной линейки наружных диаметров не подойдет.

1.3.4. Стекловолоконные и базальтоволоконные трубы

Базальтоволоконные и стекловолоконные трубы производят способом намотки или центробежным литьем. Способ центробежного литья используется для изготовления труб больших диаметров, данный способ энергоемкий и слишком дорогой.

Более подходящим способом изготовления труб для нефтепровода является способ непрерывной намотки волокон, пропитанных связующим. Существует несколько видов намотки волокон. Для изготовления труб высокого давления используется спирально-кольцевая намотка (рисунок 13).



Рисунок 13 – Производство стекловолоконных труб спирально-кольцевой намоткой

В настоящее время производят из стекловолокна и базальтоволокна насосно-компрессорные трубы, трубы диаметром до 150 мм для систем поддержания пластового давления, трубы нефтепроводов диаметром до 300 мм, рассчитанные на рабочее давление до 10,0 МПа. Согласно информации о продукции компании ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб», выпускаемые стекловолоконные линейные трубы наружным диаметром до 200 мм рассчитаны на рабочее давление до 27,6 МПа [20].

Основное применение такие трубы находят для транспортировки агрессивных сред, минерализованной воды, углеводородного сырья, при высоких концентрациях углекислого газа CO_2 , сероводорода H_2S [21].

					1. Обзор литературы	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Соединяются стекло-базальтоволоконные трубы при помощи быстрого и надежного раструбного соединения, при котором конец трубы вставляется в следующую (рисунок 14). Для соединения с трубопроводной арматурой и стальными трубами используется фланцевое соединение [22,23]

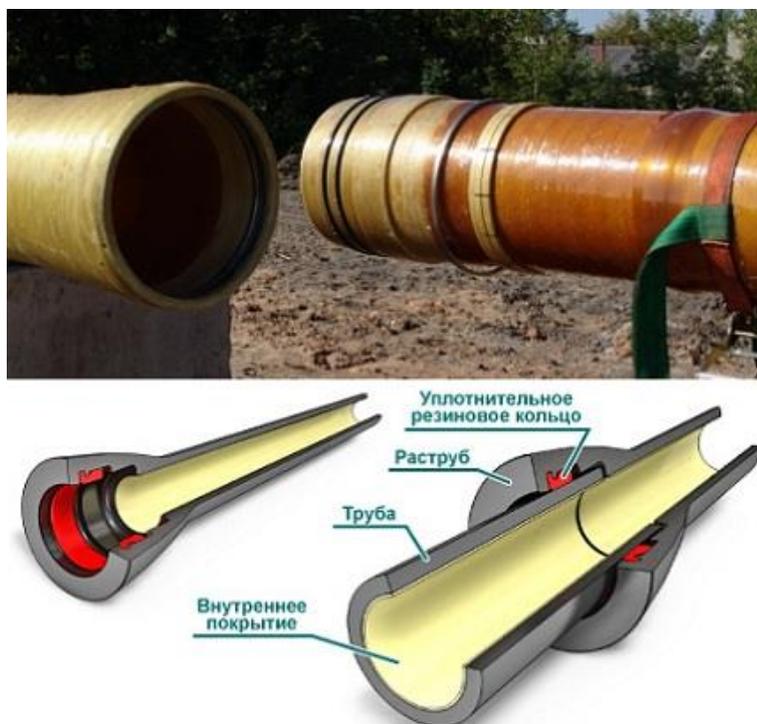


Рисунок 14 – Раструбное соединение стекловолоконных труб

Стекло-базальтоволоконные трубы обладают высокой удельной прочностью по сравнению с термопластичными полимерами. Так же отличиями от термопластичных труб являются высокая теплостойкость (стекловолоконные трубы выдерживают до 105 °С, а базальтоволоконные до 130 °С) и очень низкий коэффициент температурного расширения.

Преимущества стекло-базальтоволоконных труб перед стальными следующие:

- высокая стойкость к агрессивным средам;
- высокоэффективная теплоизоляция исключает тепловые потери;
- высокая абразивная стойкость;
- имеют малую массу, что существенно снижает затраты при монтаже и транспортировке;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- гладкая внутренняя поверхность;
- соединение труб не требует сварки и контроля сварных швов.

Применение стекло-базальтоволоконных труб в качестве замены стальным возможно при реконструкции рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы промышленного нефтесборного трубопровода одного из месторождений Томской области.

1.3.5. Наиболее подходящие композитные трубы для рассматриваемого промышленного трубопровода

В результате анализа наиболее распространенных композитных труб на российском рынке, я пришел к выводу, что наиболее подходящими композитными трубами для реконструкции рассматриваемого промышленного нефтесборного трубопровода являются именно стекло-базальтоволоконные трубы. Технические характеристики данных труб соответствуют параметрам действующего стального трубопровода одного из месторождений Томской области.

Полипропиленовые трубы не подходят для эксплуатации в условиях района, приравненному к районам Крайнего Севера.

Полиэтиленовые трубы же так же могут рассматриваться для данного проекта, но стекло-базальтоволоконные трубы обладают высокой удельной прочностью по сравнению с полиэтиленовыми трубами. Так же отличиями от полиэтиленовых труб являются высокая теплостойкость (стекловолоконные трубы выдерживают до 105 °С, а базальтоволоконные до 130 °С) и очень низкий коэффициент температурного расширения.

Стекловолоконные и базальтоволоконные трубы обладают схожими техническими характеристиками, поэтому в дальнейшем целесообразно рассматривать оба данных вида композитных труб.

					1. Обзор литературы	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Объект и методы исследования

В ходе анализа всех видов композитных труб, которые могут применяться для сооружения промышленных трубопроводов, было принято решение рассматривать в дальнейшем именно стекловолоконные и базальтоволоконные трубы.

Объектом исследования данной работы действующий промышленный нефтесборный трубопровод одного из месторождений Томской области с повышенной скоростью коррозии. Применение стекловолоконных и базальтоволоконных труб при реконструкции данного трубопровода позволит повысить его эксплуатационные свойства.

В рамках работы над проектом, по договору закупки Национальным исследовательским Томским политехническим университетом были приобретены восемь композитных труб у компании ООО «ПОТОК-М», одной из российских компаний производящей как стекловолоконные трубы, так и базальтоволоконные. На рисунке 15 приведена фотография закупленных образцов композитных труб.



Рисунок 15 – Восемь закупленных образцов стекловолоконных и базальтоволоконных труб

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Стрюк С.О.				2. Объект и методы исследования	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков П.В.						39	96
Консульт.						НИ ТПУ гр.256Б		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.							

Для точного определения прочностных характеристик стекловолоконных и базальтоволоконных труб, определения возможности использования данных композитных труб при реконструкции промышленного нефтесборного трубопровода, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы, было принято решение провести испытания образцов труб на растяжение.

Для точного определения химического состава эпоксидной смолы и возможности взаимодействия смолы с транспортируемой в трубопроводе средой был проведен спектральный анализ состава эпоксидной смолы, отобранной с данных закупленных образцов.

2.1. Испытания образцов труб на растяжение

Основой для понимания свойств материала являются сведения о том, как материал реагирует на нагрузку. Зная величину деформации, создаваемой данной нагрузкой, можно предсказать реакцию изделия на его рабочие условия, можно смоделировать работу композитного трубопровода в заданных условиях. Необходимые сведения о реакции материала можно получить с помощью комплекса для испытаний образцов на растяжение, сжатие, изгиб и излом [24]. Данный комплекс для испытаний имеется в одной из лабораторий Национального исследовательского Томского политехнического университета (рисунок 16).



Рисунок 16 – Комплекс для испытаний в лаборатории ТПУ

Зависимость напряжений и деформаций при растяжении являются наиболее широко публикуемыми механическими свойствами для сравнения материалов или конструирования конкретных изделий.

Полимерные материалы испытывают на растяжение по [25]. Согласно данному документу, образцы для испытаний должны изготавливаться механической обработкой (например, на фрезерном станке) и иметь установленные параметры, приведенные на рисунке 17 и в таблице 6.

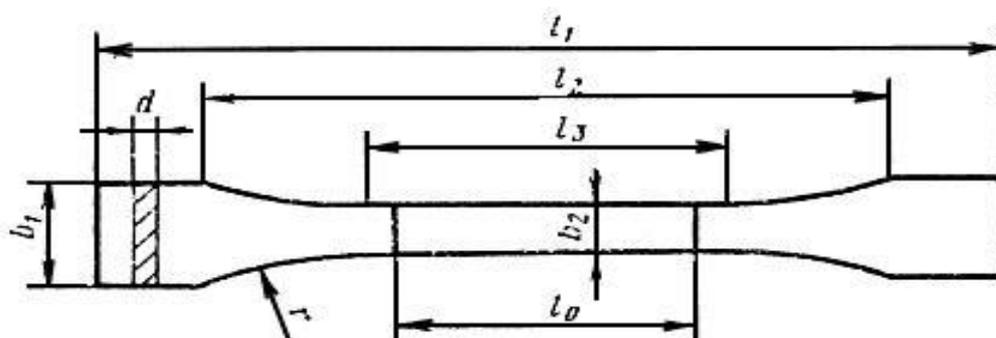


Рисунок 17 – Схема образца для проведения испытаний

Таблица 6 – Параметры образца для испытания

Параметр	Значение, мм
Общая длина l_1 , не менее	150
Расстояние между метками, определяющими положение кромок зажимов на образце l_2	115 ± 5
Длина рабочей части l_3	$60 \pm 0,5$
Расчетная длина l_0	$50 \pm 0,5$
Ширина головки b_1	$20 \pm 0,5$
Ширина рабочей части b_2	$10 \pm 0,5$
Толщина d	$4 \pm 0,4$
Радиус закругления r , не менее	60

После изготовления образцы кондиционируют по [24] при определенных значениях температуры и влажности.

В данный момент мной изготовлены на фрезерном станке более 60 образцов установленной формы из всех 8 закупленных труб для проведения испытаний на растяжение. Изготовленные образцы показаны на рисунках 18, 19, 20. Процесс изготовления образца на фрезерном станке показан на рисунке 21.



Рисунок 18 – Образец
стекловолоконной трубы



Рисунок 19 – Образец
базальтоволоконной трубы

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

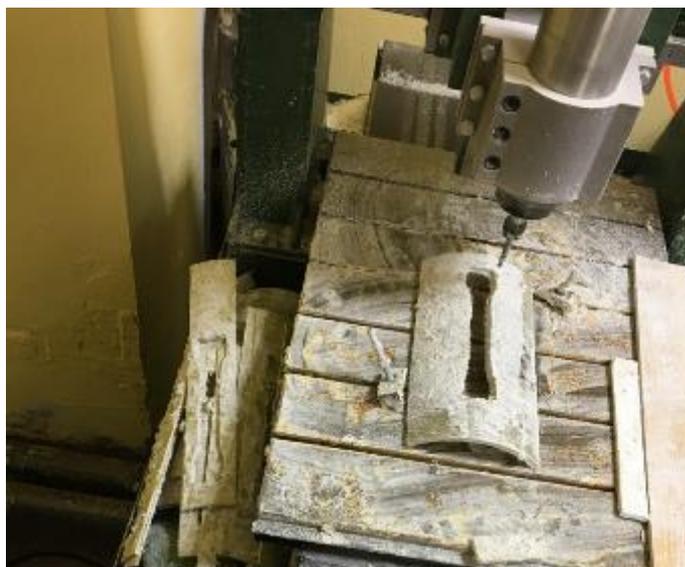


Рисунок 20 – Процесс изготовления образцов на фрезерном станке



Рисунок 21 – Некоторые из изготовленных образцов

В связи со сложной эпидемиологической ситуацией в данный момент проведение испытаний отложено. В ближайшем будущем я планирую возобновить работу и провести испытания на растяжение.

2.2. Спектральный анализ состава эпоксидной смолы

Для точного определения возможности взаимодействия композитных труб с транспортируемой в трубопроводе средой необходимо знать точный химический состав эпоксидной смолы рассматриваемых труб.

В рамках работы над данным проектом, мной со всех восьми закупленных труб были взяты образцы эпоксидной смолы и переданы на анализ в лабораторию Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

В лаборатории был проведен спектральный анализ состава эпоксидной смолы. Результаты анализа образца под номером 3, представлены в приложении А.

В результате проведенного анализа было выявлено наличие в составе смол всех образцов труб малеинового ангидрида. Такие смолы стойки к воздействию веществ, содержащихся в перекачиваемой по рассматриваемому трубопроводу среде [26].

Таким образом с помощью проведения спектрального анализа образцов эпоксидной смолы всех закупленных труб была подтверждена стойкость рассматриваемых труб к веществам, содержащимся в транспортируемом флюиде. С точки зрения химического воздействия транспортируемой среды на материал трубы, стекловолоконные и базальтоволоконные трубы могут рассматриваться как материал промышленного нефтесборного трубопровода одного из месторождений Томской области.

3. Расчеты и аналитика

3.1. Определение механических свойств стекловолоконных труб

Так как в настоящее время в регионе сложная эпидемиологическая ситуация, испытания подготовленных образцов композитных труб на растяжение провести было невозможно. В качестве исходных результатов определения возможности применения композитных труб для повышения эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов была взята зависимость силы сопротивления материала от растяжения для образцов стекловолоконной арматуры из [27].

Экспериментальные данные растяжения образцов представлены на рисунке 22. На нем изображена зависимость сила сопротивления образца растяжению F от показания индикатора l_B .

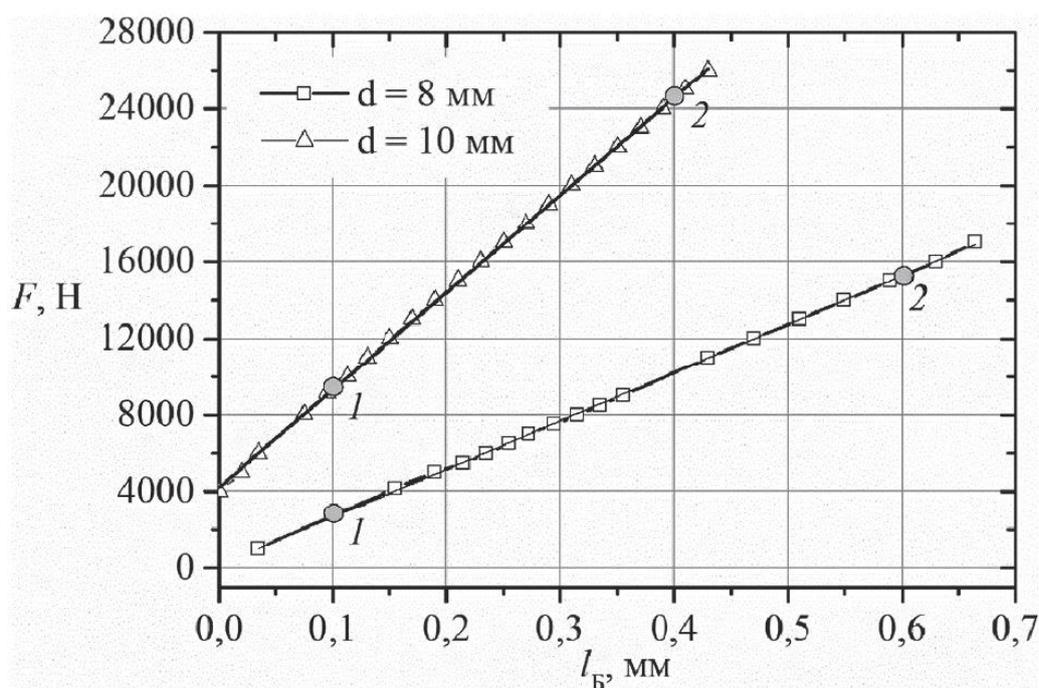


Рисунок 22 – Зависимость растяжения стекловолоконных образцов

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Стрюк С.О.				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков П.В.					45	96
Консульт.					НИ ТПУ зр.2Б6Б		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.						
3. Расчеты и аналитика							

Как видно по рисунку, зависимость имеет линейную зависимость на всем диапазоне нагружения. В связи с этим, можно определить модуль продольной упругости по закону Гука.

- Модуль продольной упругости образца определяется тангенсом угла наклона экспериментальных прямых. Его численное значение для образцов с толщиной 8 и 10 мм равно соответственно:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\Delta F/A}{\Delta l_B/B'} \quad (1)$$

где ΔF – приращение усилия между выбранными точками 1 и 2 по рисунку 22, Н;

A – площадь поперечного сечения образца, мм²;

Δl_B – приращение удлинения в пределах базы индикатора, мм;

B – база индикатора (равна 50 мм), мм.

Подставив данные для образцов толщиной 8 и 10 мм получим:

$$E_8 = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\Delta F_8/A_8}{\Delta l_B/B} = \frac{(15351 - 2788)/50,24}{(0,6 - 0,1)/50} = 25006 \text{ МПа,}$$

$$E_{10} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\Delta F_{10}/A_{10}}{\Delta l_B/B} = \frac{(24656 - 9390)/78,5}{(0,4 - 0,1)/50} = 32411 \text{ МПа.}$$

- Значение прочности материала образца при растяжении в МПа вычисляют по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A}, \quad (2)$$

где F_{max} - максимальная нагрузка при испытании на растяжение, Н.

При проведении испытаний образцов стекловолоконных ровингов толщиной 8 и 10 мм на разрыв были получены средние значения F_{max} равные 20 и 34 кН соответственно.

Следовательно, прочность образцов при растяжении будет равна:

$$\sigma_{(8)} = \frac{F_{max(8)}}{A_8} = \frac{20000}{50,24} = 398 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_{(10)} = \frac{F_{max(10)}}{A_{10}} = \frac{34000}{78,5} = 433 \text{ МПа.}$$

					3. Расчеты и аналитика	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Усредненное значение прочности при растяжении образцов данного материала вне зависимости от толщины будет равно:

$$\sigma = \frac{\sigma_{(8)} + \sigma_{(10)}}{2} = \frac{398 + 433}{2} = 415,5 \text{ МПа.}$$

3.2. Расчет требуемой толщины стенки стекловолоконного трубопровода

Для определения минимальной требуемой толщины стенки проектируемого композитного трубопровода используются параметры работы действующего стального промышленного нефтесборного трубопровода, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы.

- Минимальная требуемая толщина стенки нефтепровода определяется по формуле из [28]:

$$\delta = \frac{n_p * P * D_n}{2(R_1 + n_p * P)} \quad (3)$$

где n_p – коэффициент надежности по нагрузке, равен 1,1;

P – рабочее давление в трубопроводе, МПа;

D_n – наружный диаметр трубы, мм;

R_1 – расчетное сопротивление материала трубы, МПа.

Так как методика определения расчетного сопротивления материала трубы из [28] рассчитана на стальные трубопроводы, то дальнейшие расчеты по ней для композитных труб не актуальны. Для композитных труб определять расчетное сопротивление материала необходимо согласно методике из [29].

- Расчетное сопротивление материала трубы R_1 определяется следующим образом [29]:

$$R_1 = \frac{R}{\gamma_c}, \quad (4)$$

где R – нормативное значение характеристик композитного материала, МПа;

γ_c – обобщенный коэффициент надёжности по материалу.

					3. Расчеты и аналитика	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

• Нормативное значение характеристик композита R определяют по формуле [29]:

$$R = \frac{\sigma}{\gamma_{m1} * \gamma_{m2}}, \quad (5)$$

где γ_{m1} – коэффициент надёжности, характеризующий неоднородность свойств стекловолокна, равный 1,35;

γ_{m2} – коэффициент надёжности, связанный с неоднородностью свойств компонентов стекловолокна и способа изготовления трубы, равный 1,3.

Подставив в формулу 5 усредненное значение прочности образцов на растяжение получим:

$$R = \frac{415,5}{1,35 * 1,3} = 236,75 \text{ МПа.}$$

• Обобщённый коэффициент надёжности по материалу U_c рассчитывается по формуле из [29]:

$$U_c = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6, \quad (6)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий влияние увлажнения на механические характеристики стекловолокна, равен 1,35;

K_2 – коэффициент, учитывающий старение стеклопластика, принимается равным 1,2;

K_3 – коэффициент, учитывающий влияние температуры, принимается равным 1,15;

K_4 – коэффициент, учитывающий влияние ползучести для долговременных нагрузок, равен 1,15;

K_5 – коэффициент, учитывающий фактор усталости для предельного состояния по жёсткости, принимается равным 1,1;

K_6 – коэффициент, учитывающий снижение прочности после циклов замораживания – оттаивания, принимается равным 1,35.

Подставив числа получим:

$$U_c = 1,35 * 1,2 * 1,15 * 1,15 * 1,1 * 1,35 = 3,18.$$

					3. Расчеты и аналитика	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таким образом, R_1 будет равно:

$$R_1 = \frac{236,75}{3,18} = 74,45 \text{ МПа.}$$

Определим минимальную толщину стенки композитного трубопровода согласно параметрам работы действующего стального нефтесборного трубопровода, рассматриваемого в пункте 1.1 настоящей работы. Наружный диаметр нефтепровода составляет 325 мм, рабочее давление в нефтепроводе составляет 2,8 МПа.

Минимальная толщина стенки композитного трубопровода определяется по формуле 3:

$$\delta = \frac{1,1 * 2,8 * 325}{2(74,45 + 1,1 * 3)} = 6,44 \text{ мм} \approx 7 \text{ мм.}$$

Таким образом, для реконструкции действующего стального промышленного нефтесборного трубопровода одного из месторождений Томской области необходимо применять рассмотренные композитные трубы с толщиной стенки не менее 7 мм, с механическими характеристиками, советуемыми определенным экспериментальным методом в пункте 2.1 настоящей работы.

3.3. Гидравлический расчет стекловолоконного нефтесборного трубопровода

Исходные данные для выполнения гидравлического расчета стекловолоконного нефтесборного трубопровода взяты из пункта 1.1 настоящей работы. Толщина стенки стекловолоконного трубопровода взята по результатам расчета минимальной требуемой толщины стенки трубы в пункте 2.2. Абсолютная шероховатость стекловолоконной трубы взята из документации поставщика стекловолоконных труб.

Все исходные данные для гидравлического расчета стекловолоконного трубопровода представлены в таблице 7.

					<i>3. Расчеты и аналитика</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Таблица 7 – Исходные данные для гидравлического расчета стекловолоконного нефтесборного трубопровода

Параметр	Единицы измерения	Значение
Длина трубопровода, L	км	20
Диаметр наружный, D _н	мм	325
Толщина стенки, δ	мм	7
Абсолютная шероховатость, Δ	мм	0,015
Суточный объем перекачки, Q _{сут}	м ³ /сут	6505,9
Плотность транспортируемой среды, ρ	кг/м ³	853,8
Средняя динамическая вязкость транспортируемой среды, μ	Па·с	0,051

- Среднюю скорость потока транспортируемой среды определим по формуле:

$$\omega = \frac{4 \cdot Q_c}{\pi \cdot d^2}, \quad (7)$$

где Q_c – секундный расход перекачки, м³/с;

d – внутренний диаметр трубопровода, м.

- Секундный расход перекачки определим следующим образом:

$$Q_c = \frac{Q_{\text{сут}}}{3600 \cdot 24} = \frac{6505,9}{3600 \cdot 24} = 0,0753 \text{ м}^3/\text{с}.$$

- Внутренний диаметр трубопровода определим по формуле:

$$d = D_n - 2 \cdot \delta, \quad (8)$$

где D_n – наружный диаметр трубопровода, м;

δ – толщина стенки трубы, м.

Подставив в формулу 8 значения получим:

$$d = 0,325 - 2 \cdot 0,007 = 0,311 \text{ м}.$$

Таким образом, средняя скорость потока по формуле 7 будет равна:

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,0753}{3,14 \cdot 0,311^2} = 0,992 \text{ м/с}.$$

- Определим число Рейнольдса по формуле:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu}, \quad (9)$$

где ν – кинематическая вязкость транспортируемой среды, м²/с.

					3. Расчеты и аналитика	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- Кинематическая вязкость транспортируемой среды определяется по формуле:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad (10)$$

где μ – динамическая вязкость транспортируемой среды, Па·с;

ρ – плотность транспортируемой среды, кг/м³.

Подставив значения из таблицы 7 в формулу 10 получим:

$$\nu = \frac{0,051}{853,8} = 5,973 * 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}.$$

Таким образом, число Рейнольдса будет равным:

$$Re = \frac{0,992 * 0,311 * 10^5}{5,973} = 5165.$$

Так как $Re > 2320$, то режим течения турбулентный.

- Определим зону турбулентного течения.

$$2320 < Re < 10 * \frac{d}{\Delta},$$

где Δ – абсолютная эквивалентная шероховатость трубы, мм.

Подставив значение абсолютной шероховатости из таблицы 7, получим:

$$2320 < 5165 < 10 * \frac{311}{0,015};$$

$$2320 < 5165 < 207333.$$

Так как число Рейнольдса попадает в диапазон от 2320 до $10 \cdot \frac{d}{\Delta}$, то течение среды в стекловолоконном трубопроводе происходит в зоне гидравлически гладких труб турбулентного течения.

- Определим коэффициент гидравлического сопротивления по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{5165^{0,25}} = 0,037. \quad (11)$$

- Потери напора на трение определим по формуле:

$$\Delta h = \frac{\lambda * L * \omega^2}{2g * d}, \quad (12)$$

где L – длина трубопровода, м;

					3. Расчеты и аналитика	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

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

Подставив значения в формулу 12 получим:

$$\Delta h = \frac{0,037 * 20000 * 0,992^2}{2 * 9,81 * 0,311} = 119,34 \text{ м.}$$

- Потери давления по длине трубопровода определим по формуле:

$$\Delta P = \frac{\lambda * L * \rho * \omega^2}{2 * d} = \frac{0,037 * 20000 * 853,8 * 0,992^2}{2 * 0,311} = 1 \text{ МПа} \quad (13)$$

В результате проведенного гидравлического расчета стекловолоконного нефтесборного трубопровода по исходным данным действующего стального трубопровода одного из месторождений Томской области, рассматриваемого в пункте 1.1, были определены потери напора на трение в трубопроводе, потери давления по длине трубопровода.

Расчетное значение потерь давления по длине в стекловолоконном трубопроводе составляет $1,0 \text{ МПа}$, что существенно меньше значения фактических потерь давления в действующем стальном трубопроводе, составляющих $2,2 \text{ МПа}$ (из рисунка 2).

Данный факт доказывает сокращение гидравлических потерь, тем самым сокращение затрачиваемой на перекачку энергии, при использовании стекловолоконных трубопроводов по сравнению с традиционным применением стальных трубопроводов.

					<i>3. Расчеты и аналитика</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

4. Результаты проведенного исследования

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Стрюк С.О.</i>			4. Результаты проведенного исследования	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков П.В.</i>					53	96
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ зр.2Б6Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Б	Стрюк Сергей Олегович

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/с специальность	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет и риски	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	1. Расчет показателей ресурсоэффективности. 2. Определение интегрального показателя эффективности научного исследования

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

31.01.2020

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Стрюк Сергей Олегович		31.01.2020

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Одним из эффективных способов повышения эксплуатационных свойств промышленного трубопровода является применение стекло-базальтоволоконных труб в его строительстве. Безусловным преимуществом применения таких труб перед традиционными стальными является их высокая стойкость к агрессивным средам.

В данном разделе рассматривается эффективность применения стекловолоконных и базальтоволоконных труб в сооружении трубопровода с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

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

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Продуктом данной выпускной квалификационной работы является проект по замене участка стального промышленного трубопровода на композитный на месторождении Томской области.

Целевой рынок для продукта образуют нефтедобывающие предприятия.

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Стрюк С.О.</i>			5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков П.В.</i>					55	96
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ зр.2Б6Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

		Деятельность			
		Добыча нефти	Межпромысловая перекачка, подготовка нефти	Магистральный транспорт нефти	Переработка нефти
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

Рисунок 23 – Карта сегментирования рынка предприятий нефтяной отрасли:

– «Транснефть»
 – «Норд Империл»
 – «Роснефть»

Как видно из карты сегментирования (рисунок 23) крупные компании, такие как «Роснефть», занимаются практически всей рассматриваемой деятельностью, начиная от добычи нефти и заканчивая ее переработкой (за исключением магистральной перекачки нефти, в этой нише ведут деятельность организации системы «Транснефть»). Средние же компании, ограничивают свою деятельность на добыче и подготовке нефти для сдачи в систему магистральных нефтепроводов.

Проект по замене участка стального промышленного трубопровода на композитный может быть интересен крупным и средним предприятиям, занимающимся добычей, межпромысловой перекачкой, подготовкой и переработкой нефти. В будущем, основываясь на результатах данной работы, возможна подготовка проекта, затрагивающего уже и магистральную перекачку нефти.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Поскольку рынки пребывают в постоянном движении, необходимо систематически проводить анализ конкурирующих разработок, имеющих на рынке. Такой анализ может внести коррективы в исследование, чтобы продукт был успешным, по сравнению с конкурентами. Важно реалистично оценивать сильные и слабые стороны разработок.

Так же, анализ технических решений, имеющих на рынке, с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку эффективности продукта и определить направления для ее повышения. Анализ проводится с помощью оценочной карты, представленной в таблице 8.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Простота строительства	0,07	4	4	1	0,28	0,28	0,07
2. Коррозионная стойкость	0,13	5	5	2	0,65	0,65	0,26
3. Ремонтпригодность	0,11	3	3	4	0,33	0,33	0,44
4. Простота ремонта	0,06	2	2	4	0,12	0,12	0,24
5. Теплопроводность	0,05	5	5	1	0,25	0,25	0,05
6. Гидравлическое сопротивление	0,05	4	4	2	0,2	0,2	0,1
7. Простота контроля состояния	0,1	2	2	4	0,2	0,2	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	4	5	2	0,15	0,12	0,06
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
3. Цена	0,19	5	5	2	0,95	0,95	0,38
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
5. Послепродажное обслуживание	0,04	3	3	3	0,12	0,12	0,12
Итого	1	44	44	34	3,88	3,85	2,85

где Б_ф – баллы для трубопровода, выполненного из стекловолоконных труб;

Б_{к1} – баллы для трубопровода, выполненного из базальтоволоконных труб;

Б_{к2} – баллы для трубопровода, выполненного из стальных труб;

К_ф – конкурентоспособность трубопровода, выполненного из стекловолоконных труб;

К_{к1} – конкурентоспособность трубопровода, выполненного из базальтоволоконных труб;

$K_{к2}$ – конкурентоспособность трубопровода, выполненного из стальных труб.

Как видно из таблицы 8, наиболее конкурентоспособными являются трубопроводы из стекловолоконных и базальтоволоконных труб.

Использование композитных труб (стекловолоконных и базальтоволоконных) для строительства трубопроводов имеет значительное преимущество перед традиционным использованием стальных труб. Основными преимуществами являются: высокая коррозионная стойкость, простота строительства (вследствие малого веса композита в сравнении со сталью), низкая теплопроводность, низкая стоимость стекловолоконных и базальтоволоконных труб.

5.1.3. SWOT – анализ

Данный анализ применяют для исследования внутренней и внешней среды проекта (сильные стороны, слабые стороны, возможности и угрозы). SWOT – анализ проводят в несколько этапов.

На первом этапе определяют сильные и слабые стороны проекта, выявляют возможности и угрозы реализации проекта.

Сильные стороны проекта (С):

- повышенная стойкость композитных труб к агрессивным средам;
- меньшая стоимость композитных труб по сравнению со стальными;
- малый вес композитных труб по сравнению со стальными;
- сокращение гидравлического сопротивления при перекачке нефти;
- сокращение тепловых потерь из трубопровода.

Слабые стороны проекта (Сл):

- более сложный контроль технического состояния композитного трубопровода;
- сложность соединения композитного трубопровода со стальным, с трубопроводной арматурой;

- сложность ремонта трубопровода в случае механических повреждений.

Возможности (В):

- повышение срока эксплуатации трубопроводов с агрессивной транспортируемой средой;
- сокращение затрат на строительство и эксплуатацию трубопровода;
- сокращение количества отказов на фонде промысловых трубопроводов.

Угрозы проекта (У):

- ограниченная нормативная база для внедрения технологии;
- ограниченный рынок стекловолоконных и базальтоволоконных труб.

На втором этапе SWOT – анализа соотносят сильные и слабые стороны проекта с внешними условиями окружающей среды. Такое соответствие может помочь выявить степень необходимости изменений в проекте. Для этого составляют интерактивную матрицу проекта (таблицы 9, 10, 11, 12).

Таблица 9 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	+	+
	B2	-	+	+	+	+
	B3	+	-	0	+	0

В результате анализа данной матрицы можно выделить следующие сильно коррелирующие сильные стороны и возможности: B1B3C1C4, B2C2C3C4C5.

Таблица 10 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	V1	0	+	+
	V2	-	-	-
	V3	+	+	+

В данной матрице выделяется следующая корреляция слабых сторон проекта и возможностей: V1V3Сл2Сл3.

Таблица 11 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-

В данной матрице соответствия угроз и сильных сторон проекта выделяется следующая корреляция: У1У2С2.

Таблица 12 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	-	-	-

В результате анализа данной матрицы можно выделить следующие сильно коррелирующие слабые стороны и угрозы: У1Сл1Сл2Сл3.

На третьем этапе составляется итоговая матрица SWOT – анализа (таблица 13).

Таблица 13 – матрица SWOT - анализа

	<p align="center">Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Повышенная стойкость композитных труб к агрессивным средам;</p> <p>С2. Меньшая стоимость композитных труб по сравнению со стальными;</p> <p>С3. Малый вес композитных труб по сравнению со стальными;</p> <p>С4. Сокращение гидравлического сопротивления при перекачке нефти;</p> <p>С5. Сокращение тепловых потерь из трубопровода.</p>	<p align="center">Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Более сложный контроль технического состояния композитного трубопровода;</p> <p>Сл2. Сложность соединения композитного трубопровода со стальным, с трубопроводной арматурой;</p> <p>Сл3. Сложность ремонта трубопровода в случае механических повреждений.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение срока эксплуатации трубопроводов с агрессивной транспортируемой средой;</p> <p>В2. Сокращение затрат на строительство и эксплуатацию трубопровода;</p> <p>В3. Сокращение количества отказов на фонде промысловых трубопроводов.</p>	<p>Увеличена стойкость трубопроводов к воздействию агрессивных транспортируемых сред.</p> <p>Затраты предприятия на строительство композитного трубопровода и его обслуживание меньше чем для стального трубопровода.</p> <p>Сокращено количество отказов трубопроводов предприятия.</p>	<p>Требуется использование новых методов контроля технического состояния композитных трубопроводов.</p> <p>Увеличено количество отказов соединений трубопроводов.</p> <p>Увеличены сроки ремонта трубопроводов предприятия.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Ограниченная нормативная база для внедрения технологии;</p> <p>У2. Ограниченный рынок стекловолоконных и базальтоволоконных труб.</p>	<p>Требуется разработка новых нормативных актов по использованию композитных труб в трубопроводном транспорте.</p> <p>Низкий уровень предложения на рынке композитных труб приводит к потере качества.</p>	<p>Значительные сроки поставок материалов для строительства и обслуживания.</p> <p>Требуется разработка технологии ремонта композитных труб.</p>

5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, позволяющие выявить возможные альтернативы проведения исследования. Однако, в большей степени все приведенные методы ориентированы на совершенствование результатов исследования, так как разработка находится на стадии создания модели.

В таком случае применять морфологический подход не требуется. Рассмотрим несколько вариантов совершенствования разработки:

1. Увеличение прочностных характеристик стекловолоконных и базальтоволоконных труб. Разработка предполагает использования стекловолоконных и базальтоволоконных труб для замены стальным трубам при сооружении промышленных трубопроводов. Промысловые трубопроводы проектируются с меньшим условным диаметром и рассчитаны на меньшее давление в трубопроводе чем магистральные. Повышение прочностных характеристик труб позволит выдержать большее давление в трубопроводе. Имея достаточный запас прочности композитных труб при соответствующем диаметре, возможно использование стекловолоконных и базальтоволоконных труб для их применения в сооружении уже магистральных трубопроводов. Для решения данной задачи потребуется проанализировать зависимость прочностных характеристик композитных труб от технологии намотки волокон. При недостаточной прочности для использования на магистральном транспорте, возможно разработать корректуру в технологию намотки волокон.
2. Увеличение прочностных характеристик соединений труб. Одним из слабых мест трубопровода являются соединения труб. В случае применения композитных труб придется отказаться от традиционно применяемых сварных соединений. Композитные трубы можно соединять раструбным, муфтовым или фланцевым соединением. Но также можно рассмотреть технологию непрерывной намотки

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

непосредственно в трассовых условиях. В таком случае от соединений, как и от большей части слабых мест конструкции, удастся избавиться.

3. Контроль технического состояния композитного трубопровода. При эксплуатации композитных трубопроводов придется отказаться от привычных для стальных труб магнитных методов неразрушающего контроля. Состояние трубопровода из стекловолоконных или базальтоволоконных труб можно определить, применяя методы основанные на других явлениях, например, ультразвуковые методы неразрушающего контроля.

5.3. Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ производится в следующем установленном порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, состав которой и ее численность может варьироваться. Для каждой запланированной работы устанавливается соответствующий исполнитель.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Проведение патентных исследований	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	7	Подготовка и проведение экспериментов	Руководитель, Инженер
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Инженер
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, Инженер
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер

5.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

В большинстве случаев, трудовые затраты образуют основную часть стоимости разработки. В связи с этим, важно определение трудоемкости работы каждого из участников.

Трудоемкость выполнения научного исследования носит вероятностный характер, оценивается экспертным путем в человеко-днях. Трудоемкость зависит от множества факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (14)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, обозначаемая T_{pi} . Данные вычисления требуются для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес заработной платы в общей сметной стоимости научных исследований составляет более половины.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (15)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства распределения работ по времени строят ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Она представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками.

Для удобства построения графика, длительность каждого этапа работ следует перевести в календарные дни из рабочих дней. Для используется формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (16)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности $k_{кал}$ определяется по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (17)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году (составляет 365);

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году (составляет 66);

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году (составляет 15).

Подставив числовые значения в формулу 4, получим:

					5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66 - 15} = 1,28$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнитель (Р – руководитель, И – инженер)			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение ТЗ	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	Р	Р	Р	3	3	3	4	4	4
Подбор и изучение материалов по теме	8	10	10	20	20	20	12,8	14	14	И	И	И	13	14	14	16	18	18
Проведение патентных исследований	3	3	3	6	6	6	4,2	4,2	4,2	И	И	И	4	4	4	5	5	5
Выбор направления исследований	2	3	2	4	4	4	2,8	3,4	2,8	Р, И	Р, И	Р, И	1	2	1	2	2	2
Календарное планирование работ по теме	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	Р, И	Р, И	Р, И	1	1	1	2	2	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	12	12	15	20	19	24	15,2	14,8	18,6	И	И	И	15	15	19	19	19	24
Подготовка и проведение экспериментов	12	7	15	24	15	28	16,8	10,2	20,2	Р, И	Р, И	Р, И	8	5	10	11	7	13
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	10	10	10	21	21	21	14,4	14,4	14,4	И	И	И	14	14	14	18	18	18
Оценка эффективности полученных результатов	4	4	4	6	5	6	4,8	4,4	4,8	Р, И	Р, И	Р, И	2	2	2	3	3	3
Определение целесообразности и проведения ОКР	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	Р, И	Р, И	Р, И	1	1	1	2	2	2
Составление пояснительной записки	14	14	14	21	21	21	16,8	16,8	16,8	Р, И	Р, И	Р, И	8	8	8	11	11	11

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

Таблица 16 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль			март			апрель			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	4	□												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	18	■	■	■										
3	Проведение патентных исследований	Инженер	5			■										
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер.	2			□	■									
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер	2			□	■									
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	24				■	■	■							
7	Подготовка и проведение экспериментов	Руководитель, Инженер	13							□	■					
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер	18								■	■	■			
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Инженер	3											□	■	
10	Определение целесообразности и проведения ОКР	Руководитель, Инженер	2											□	■	
11	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер	11											□	■	

где □ – Руководитель; ■ – инженер.

5.3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.3.4.1. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 17.

Таблица 17 – Расчет материальных затрат и затрат на спецоборудование для научных работ

№	Наименование оборудования			Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Компьютер	Компьютер	Компьютер	1	1	1	30	30	30	30	30	30
2	Фрезерный станок	Фрезерный станок	Фрезерный станок	1	1	1	400	400	400	400	400	400
3	Комплекс испытаний на растяжение, сжатие	Комплекс испытаний на растяжение, сжатие	Комплекс испытаний на растяжение, сжатие	1	1	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	Фрезы для станка	Фрезы для станка	Фрезы для станка	50	80	20	0,12	0,12	0,4	6	9,6	8
5	Трубы стекловолоконные различных диаметров	Трубы базальтоволоконные различных диаметров	Трубы стальные различных диаметров	6	8	5	3,2	4,9	11,4	19,2	39,2	57
Итого:										1455,2	1478,8	1495

5.3.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (18)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12 – 20% от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (19)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 15);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (20)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 18).

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	60	60
Действительный годовой фонд рабочего времени	187	187

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (21)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент (равный 1,3 для Томска).

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для доцента (степень – кандидат наук) – 23264 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14584 руб. Расчёт основной заработной платы для трех исполнений приведён в таблицах 19, 20, 21.

Таблица 19 – Расчёт основной заработной платы для исполнения 1

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23264	0,3	0,2	1,3	45364,80	2717,04	26	70642,94
Инженер	14584	0,3	0,2	1,3	28438,80	1703,29	70	119230,05
Итого $Z_{осн}$								189872,99

Таблица 20 – Расчёт основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	З _{тс} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	23264	0,3	0,2	1,3	45364,80	2717,04	23	62491,83
Инженер	14584	0,3	0,2	1,3	28438,80	1703,29	68	115823,48
Итого З _{осн}								178315,31

Таблица 21 – Расчёт основной заработной платы для исполнения 3

Исполнители	З _{тс} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	23264	0,3	0,2	1,3	45364,80	2717,04	28	76077,01
Инженер	14584	0,3	0,2	1,3	28438,80	1703,29	76	129449,77
Итого З _{осн}								205526,78

5.3.4.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (22)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Для заработной платы руководителя и инженера соответственно, при исполнении 1:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 70642,94 = 10596,44 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 119230,05 = 17884,51 \text{ руб.}$$

Для заработной платы руководителя и инженера соответственно, при исполнении 2:

$$З_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 62491,83 = 9373,77 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 115823,48 = 17373,52 \text{ руб.}$$

Для заработной платы руководителя и инженера соответственно, при исполнении 3:

$$З_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 76077,01 = 11411,55 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 129449,77 = 19417,47 \text{ руб.}$$

5.3.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (23)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	70642,94	62491,83	76077,01	10596,44	9373,77	11411,55
Инженер	119230,05	115823,48	129449,77	17884,51	17373,52	19417,47
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнение 1	59173,92					
Исполнение 2	55571,96					
Исполнение 3	64052,42					

5.3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей 5.3.4.1} \div 5.3.4.4), \quad (24)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16 %.

5.3.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
Затраты на материалы и специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1455200,00	1478800,00	1495000,00	Пункт 3.4.1.
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	189872,99	178315,31	205526,78	Пункт 3.4.2.
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	28480,95	26747,29	30829,02	Пункт 3.4.3.
Отчисления во внебюджетные фонды	59173,92	55571,96	64052,42	Пункт 3.4.4.
Накладные расходы	277236,46	278309,53	287265,32	16 % от суммы ст. 3.4.1. – 3.4.4.
Бюджет затрат НИИ	2009964,31	2017744,09	2082673,54	Итого

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (см. табл. 23). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (25)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Приняв максимальную стоимость исполнения за единицу (исполнение 3), для 1 и 2 исполнения получим:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{2009964,31}{2082673,54} = 0,965;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{2017744,09}{2082673,54} = 0,969.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (26)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приводится в таблице 24.

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Простота строительства	0,15	4	4	1
2. Коррозионная стойкость	0,2	5	5	2
3. Ремонтпригодность	0,2	3	2	4
4. Простота ремонта	0,15	2	2	4
5. Теплопроводность	0,1	5	5	1
6. Гидравлическое сопротивление	0,1	4	4	2
7. Простота контроля состояния	0,1	2	2	4
ИТОГО	1	3,6	3,4	2,65

$$I_{p,исп1} = 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1 = 3,6;$$

$$I_{p,исп2} = 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1 = 3,4;$$

$$I_{p,исп3} = 1 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 1 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 = 2,65.$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p,исп.i}}{I_{финр}}, \quad (27)$$

Для трех различных исполнений получим:

$$I_{исп.1} = \frac{3,6}{0,965} = 3,73;$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,4}{0,969} = 3,51;$$

$$I_{исп.3} = \frac{2,65}{1} = 2,65.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки (таблица 25) позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.min}}}, \quad (28)$$

Для трех различных исполнений получим:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{3,73}{2,65} = 1,41;$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{3,51}{2,65} = 1,32;$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср3}} = \frac{2,65}{2,65} = 1.$$

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,965	0,969	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,6	3,4	2,65
3	Интегральный показатель эффективности	3,73	3,51	2,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,41	1,32	1

Как видно из таблицы 25, наилучшие значения интегральных показателей имеет первое исполнение проекта – стекловолоконные трубы для сооружения промышленного трубопровода. Близкие значения показателей эффективности имеет второе исполнение – базальтоволоконные трубы.

Первые два исполнения трубопровода (композитные трубы) значительно эффективнее чем стальное исполнение трубопровода с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2Б6Б	ФИО Стрюк Сергей Олегович
-----------------------	-------------------------------------

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промысловых трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: строительномонтажные работы по замене участка стального промыслового трубопровода на композитный на месторождении Томской области с агрессивной добываемой средой; Область применения: промысловые трубопроводы нефтедобывающих предприятий
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018); ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования; ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: -отклонение показателей микроклимата рабочей зоны; -повышенная концентрация вредных веществ в рабочей зоне; -превышение уровня шума Опасные факторы: -движущиеся машины и механизмы; -наличие оборудования, работающего под высоким напряжением.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: выбросы загрязняющих веществ при работе техники, выбросы попутного нефтяного газа и испарения с поверхности разлитой нефти. Гидросфера: разрушение берегов водоемов и водотоков при устройстве

	траншей, разлив загрязняющих веществ и нефти на воде. Литосфера: нарушение сплошности грунта, попадание в почву загрязняющих веществ, разлив нефти.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: стихийные бедствия, аварийный разлив нефти при разгерметизации трубопровода. Наиболее типичная ЧС: аварийный разлив нефти при разгерметизации трубопровода.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		31.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Стрюк Сергей Олегович		31.01.2020

6. Социальная ответственность

Одним из эффективных способов повышения эксплуатационных свойств промышленного трубопровода является применение стекло-базальтоволоконных труб в его строительстве. Безусловным преимуществом применения таких труб перед традиционными стальными является их высокая стойкость к агрессивным средам.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается эффективность применения стекло-базальтоволоконных труб в строительстве промышленного нефтепровода на одном из северных месторождений Томской области. Объектом исследования являются строительные-монтажные работы по замене участка стального промышленного трубопровода на композитный на месторождении Томской области с агрессивной добываемой средой.

Опыт применения композитных труб в строительстве промышленного трубопровода будет полезен всем нефтегазодобывающим компаниям. Успешное применение композитных труб позволит снизить затраты предприятий на строительство трубопроводов, повысить их эксплуатационные свойства.

Социальная ответственность является важным разделом работы, так как именно в ней представлены законодательные основы взаимоотношений работника с предприятием. Так же раздел определяет нормы производственной и экологической безопасности о которых работникам забывать нельзя.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Строительство трубопровода ведется на открытом воздухе в летний и зимний период с периодичностью, принятой предприятием. Строительство предполагает выезд рабочих к месту расположения сооружаемого трубопровода,

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Стрюк С.О.</i>			6. Социальная ответственность	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков П.В.</i>					80	96
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ зр.256Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

которое может находиться в труднодоступной местности, в непосредственной близости к водным объектам.

Внутренний режим работы устанавливается самим предприятием. Может быть установлена пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями в случае обеспечения предприятием ежедневного возвращения работников в места постоянного проживания. В случае значительного удаления мест производства работ от места постоянного проживания работников применяется вахтовый метод работы [30]. Работник узнает свой режим работы при устройстве на предприятие.

Оплата труда устанавливается предприятием с учетом районного коэффициента и других надбавок, полагающихся работнику. При выполнении работы в условиях Крайнего Севера или приравненных к ним местностям, работники имеют дополнительные права и льготы, отраженные в соответствующем законе [31].

Условия труда по степени вредности определяются проведением специальной оценки условий труда на предприятии. В зависимости от условий труда работнику также могут быть начислены надбавки к заработной плате. Порядок оплаты труда, надбавки, социальные гарантии предприятия работник также узнает при приеме на работу.

Рабочая зона и ее оснащение зависит от характера выполняемых работ. Так, при строительстве трубопровода рабочей зоной может являться разработанная траншея. При эксплуатации трубопроводов рабочей зоной может являться как цех по обслуживанию трубопроводов (название структурного подразделения может различаться в зависимости от предприятия), так и объекты имеющие непосредственное отношение к трубопроводу (узлы подключения, камеры пуска и приема очистных устройств, задвижки). Оснащение рабочей зоны в любом случае должно обеспечивать безопасность труда работника.

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

6.2. Производственная безопасность

Данной работой предусматриваются строительно-монтажные работы по замене участка стального промышленного трубопровода на композитный на одном из месторождений Томской области.

При выполнении указанных работ работники могут подвергаться воздействию вредных и опасных производственных факторов, представленных в таблице 26.

Таблица 26 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Строитель ство	Эксплуата ция	
1	2	3	4
Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 [32] СанПиН 2.2.4.548-96 [33]
Повышенная концентрация вредных веществ в рабочей зоне	+		ГОСТ 12.1.005-88
Превышение уровня шума	+		ГОСТ 12.1.003-2014 [34] СанПиН 2.2.4.3359-16 [35]
Движущиеся машины и механизмы	+	+	ГОСТ 12.3.009-76 [36] ГОСТ 12.2.003-91 [37]
Наличие оборудования, работающего под высоким напряжением	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 [38] ГОСТ 12.1.030-81 [39]

6.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

6.2.1.1. Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны

Данный вредный фактор исходит из того, что строительство трубопровода ведется на открытом воздухе как в летний, так и зимний период.

Отклонение показателей микроклимата на производстве от оптимальных может вызывать физиологические сдвиги в организме работника,

способствовать возникновению патологических состояний и профессиональных заболеваний [32,33].

Нормирование параметров микроклимата на открытом воздухе не производится, но должны быть определены мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия микроклимата на организм работника. Для выполнения строительно-монтажных работ все работники должны быть обеспечены сертифицированными средствами индивидуальной защиты и соответствующей времени года спецодеждой.

При работе на открытом воздухе в зимний период предприятие устанавливает перерывы для обогрева работников в специально-оборудованных теплых помещениях.

6.2.1.2. Повышенная концентрация вредных веществ в рабочей зоне

В процессе выполнения работ по замене участка промыслового трубопровода, работники могут быть подвержены воздействию природного газа, паров нефти и других химических веществ, применяемых на месторождении. Природный газ и пары нефти могут попасть в воздух рабочей зоны при разгерметизации трубопроводов.

Углеводородные газы и пары нефти при определенном содержании могут вызывать отравления работников. Тяжелые углеводородные газы могут оседать на месте производства работ вытесняя при этом кислород, становясь причиной недостатка кислорода на рабочем месте.

Согласно [32] предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны составляет для паров нефти и углеводородных газов 10 мг/м³. При перекачке нефть относят к третьему классу опасности.

При строительстве промыслового трубопровода контроль газовоздушной среды в котловане осуществляется каждые 30 минут. В случае повышения концентрации опасных веществ в воздухе, работы немедленно останавливают. Для защиты от вредного воздействия на организм паров нефти и газов

					6. Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

необходимо применять средства индивидуальной защиты – шланговые противогазы.

6.2.1.3. Превышение уровня шума

Источником шума на рабочем месте при строительстве трубопровода может являться специальная техника, участвующая в сооружении трубопровода или разработке траншеи.

Воздействие шума на работника повышает его утомляемость, снижает концентрацию внимания. Длительное воздействие шума может повлечь тугоухость работника.

Согласно [35] нормативное значение эквивалентного уровня звука на рабочем месте составляет 80 дБА. Эквивалентный уровень звука работающей специальной техники, используемой на строительно-монтажных работах может превышать это нормативное значение. Чтобы обезопасить работников от превышения уровня шума могут использоваться специальные средства защиты, такие как защитные акустические экраны, глушители шума или противошумные наушники.

6.2.1.4. Движущиеся машины и механизмы

Ведение строительных работ невозможно без специальной техники, например, экскаватора или бульдозера. При нахождении работников в непосредственной близости к работающей технике или механизмам возможно получение механических травм работниками. Опасной скоростью перемещения подвижных частей машин и оборудования, способных травмировать работника ударом, является скорость более 0,15 м/с [36].

Условием безопасного труда в данном случае является недоступность подвижных частей для работника в ходе рабочего процесса. Для этого, рабочая зона, в которой нахождение работников опасно, обязана быть ограждена и обозначена предупреждающими знаками. А на саму технику и оборудование устанавливают защитные устройства – крышки, кожухи, местные ограждения и т.д.

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

6.2.1.5. Наличие оборудования, работающего под высоким напряжением

При выполнении работ по строительству промышленного трубопровода, работники имеют дело с электрооборудованием и электроустановками. При невыполнении требований по электробезопасности возможно получение работниками электротравм. Степень воздействия электрического тока на человека зависит от множества параметров, таких как напряжение, частота тока, режима и продолжительности воздействия тока на человека.

Нормы на допустимые токи и напряжения прикосновения в электроустановках устанавливаются в соответствии с предельно допустимыми уровнями воздействия на человека тока и напряжения прикосновения [38].

Для обеспечения безопасности от воздействия электрического тока на работника применяют: электрическую изоляцию токоведущих частей, ограждения, защитное заземление и зануление, защитное отключение, средства индивидуальной защиты.

6.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных вредных факторов на исследователя (работающего)

Снижения воздействия опасных и вредных факторов на работника можно добиться при обязательном соблюдении работником инструкции по охране труда и других нормативных актов, разработанных на предприятии. Применение средств индивидуальной защиты согласно инструкции по охране труда, позволит обезопасить работника от воздействия вредных и опасных факторов.

Так, например, требования по охране труда перед началом работ включают следующие пункты. Работник обязан одеть специальную одежду, обувь и средства защиты, привести в порядок используемую спецодежду. Далее работник получает от ответственного руководителя работ производственное задание, при необходимости получает от него дополнительные средства индивидуальной защиты. Уже непосредственно на рабочем месте работник должен проверить его на соответствие требованиям безопасности.

					<i>6. Социальная ответственность</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Так же не менее важно контролировать актуальность знаний работника проведением инструктажей и проверок знаний по охране труда с установленной периодичностью.

6.3. Экологическая безопасность

6.3.1. Защита атмосферы

При ведении работ по замене участка стального трубопровода на композитный, негативное влияние на атмосферу оказывает строительная техника и транспорт. Так в атмосферу попадают выбросы от работы двигателей автомобилей обеспечения, строительной техники при производстве земляных и монтажных работ, выбросы при сварочных работах и газовой резки металла.

При возможном повреждении и разгерметизации действующего трубопровода к выбросам в атмосферу добавятся пары нефти и потери природного газа. Установленные ПДК в воздухе для них следующие: для нефти 10 мг/м³, для метана и пропана 300 мг/м³, для сероводорода 10 мг/м³ [40].

Для сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу необходимо исключить вероятность повреждения действующих трубопроводов, вызывающих аварийные разливы нефти.

Для сокращения выбросов от работы двигателей техники необходимо регулярно контролировать состояние парка специальной техники, своевременно проводить техническое обслуживание, максимально эффективно использовать ее в работе.

6.3.2. Защита гидросферы

При устройстве подводных и береговых траншей для прокладки трубопровода возможно механическое разрушение берегов и русла. Так же возможно загрязнение водоема топливом и различными маслами при работе строительной техники. Но особую опасность для гидросферы представляют аварийные разливы нефти и нефтепродуктов из трубопроводов.

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

В случае загрязнения водоема нефтепродуктами ухудшаются физические свойства воды (замутнение, изменение запаха и цвета), на поверхности образуется нефтяная пленка, а в толщу воды проникает осадок, который понижает содержание в воде кислорода. В результате ухудшаются качество воды и условия обитания организмов.

ПДК загрязняющих веществ, попадание которых в водоем возможно при аварийном разливе нефти следующие [41]:

- Нефть – 0,3 мг/м³;
- Нефть многосернистая – 0,1 мг/м³.

Исключить попадание загрязняющих веществ в гидросферу можно предусматривая специальные зоны для заправки и технического обслуживания машин и техники, находящихся на безопасном расстоянии от водных объектов. Проведение работ в пределах водных объектов допускается только после получения разрешения, выдаваемого компетентными органами. Сброс отходов и неочищенных стоков в водоемы не допускается [42].

6.3.3. Защита литосферы

Выполняя разработку траншеи для строительства трубопровода, оказывается прямое механическое воздействие на почвенно-растительный комплекс, заключающееся в нарушении сплошности грунта. При выполнении строительных работ не исключено попадание на почву загрязняющих веществ с работающей техники.

В результате негативного воздействия на литосферу могут происходить такие процессы, как развитие эрозии, образование оврагов, изменение рельефа, заболачивание территории.

Для защиты литосферы необходимо принимать следующие меры:

- Для подъезда к месту проведения работ необходимо устраивать подъездные пути с учетом всех требований, необходимых для предотвращения повреждений древесно-кустарниковой растительности;

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

- Проведение всех строительных работ разрешается исключительно в пределах отведенной полосы для уменьшения ущерба, наносимого окружающей природной среде;
- По окончании работ необходимо вывезти производственные отходы и провести рекультивацию почвы.

Особую опасность для литосферы представляют аварийные разливы нефти при разгерметизации трубопровода. В случае обнаружения аварийных разливов проводятся мероприятия, предусмотренные планом по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти, предусматривающие восстановление загрязненной почвы.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При проведении работ по строительству промыслового трубопровода и при его эксплуатации могут произойти чрезвычайные ситуации (наводнения, аварийные разлив нефти на почву и воду, взрывы, возгорание нефти), причины которых следующие:

- воздействие внешних сил (наводнения, половодья, пожары, землетрясения, а также террористическими актами);
- разгерметизация трубопровода, влекущая аварийный разлив нефти;
- механические повреждения трубопровода и оборудования в процессе производства работ.

Для трубопроводного транспорта наиболее актуально рассмотреть чрезвычайную ситуацию, связанную с аварийным разливом нефти при разгерметизации трубопровода. Она может быть вызвана множеством причин, некоторые из них это: коррозионное разрушение, механическое повреждение трубопровода, нарушение технологии эксплуатации.

Основное внимание по предупреждению аварий уделяется на этапе проектирования, строительства и эксплуатации опасных производственных объектов. На объектах трубопроводного транспорта заблаговременно проводятся мероприятия, направленные на предотвращение чрезвычайных

					<i>6. Социальная ответственность</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

ситуаций и на максимальное снижение размеров ущерба в случае их возникновения. На этапе эксплуатации периодически проводят оценку состояния трубопровода и возможности его дальнейшей эксплуатации при помощи неразрушающего контроля.

Согласно [43] на предприятиях трубопроводного транспорта разрабатываются планы по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти. В этом плане прогнозируются возможные разливы нефти, описывается количество сил и средств для ликвидации аварии, взаимодействие и управление. С работниками отрабатываются первоочередные действия при получении сигнала об аварии.

Свои действия при аварии работник может узнать, ознакомившись с нормативными актами, принятыми на предприятии.

6.5. Выводы по разделу «Социальная ответственность»

В разделе «социальная ответственность» рассматриваются законодательные основы трудовых взаимоотношений работника с предприятием. Это именно то, что необходимо знать и учитывать, не только при трудоустройстве, но и при осуществлении своей трудовой деятельности.

Также, именно в этом разделе рассматриваются вредные и опасные производственные факторы. Правильная организация труда, с учетом этих факторов не только повышает производительность работника, но и что более важно, значительно снижает риск получения производственных травм.

Нельзя забывать и об экологической безопасности, основы которой приведены в данном разделе. В современном мире забота об экологии является важной частью деятельности производственных предприятий.

Особо важным является и знание своих действий для работника при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, полные и точные знания работника охраны труда и социальной ответственности, является одним из важнейших принципов осуществления своей деятельности для производственных предприятий.

					<i>6. Социальная ответственность</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были проанализированы основные причины отказов промышленного нефтесборного стального трубопровода одного из месторождений Томской области с высокой обводненностью транспортируемой среды.

Были рассмотрены современные способы повышения эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов. На их основе были разработаны мероприятия, позволяющие повысить эксплуатационные свойства рассматриваемого промышленного трубопровода одного из месторождений Томской области. Данные мероприятия представлены в пункте 1.2.5.

Одни из предложенных мероприятий предполагают реконструкцию действующего стального трубопровода с использованием композитных труб. В работе приводится анализ различных современных композитных труб, которые возможно использовать для сооружения нефтепроводов. Наиболее подходящими для рассматриваемого трубопровода являются стекловолоконные и базальтоволоконные трубы. В рамках работы, по договору закупки Национальным исследовательским Томским политехническим университетом были приобретены восемь композитных труб у компании ООО «ПОТОК-М». Для определения механических свойств закупленных труб было принято решение провести испытания на растяжение, для чего мной были изготовлены более 60 образцов для испытаний. Проведенный спектральный анализ подтвердил стойкость закупленных труб к химическому воздействию транспортируемой в трубопроводе среды. Расчеты подтвердили эффективность применения стекловолоконных труб на рассматриваемом трубопроводе.

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы поставленные цели были достигнуты.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
Разраб.		Стрюк С.О.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков П.В.					90	96
Консульт.						НИ ТПУ зр.2Б6Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Результаты проведенных в работе исследований будут полезны нефтедобывающим компаниям, заинтересованным во внедрении в свое производство перспективных технологий. Реализация предлагаемых мероприятий позволит повысить эксплуатационные свойства промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды.

					<i>Заключение</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Список использованных источников

1. Тимонин В. А. Техничко-экономические аспекты проблемы коррозии // Антикор–Гальваносервис: Труды Международной научно-практической конференции. — Москва: ООО «Недра–Бизнесцентр», 2007. — С. 54-57.
2. Мазур И. И. Безопасность трубопроводных систем / И. И. Мазур, О. М. Иванцов. — М: Недра, 2004. — 700 с.
3. ТУ 1317-006.1-593377520-03 Трубы стальные бесшовные нефтегазопроводные повышенной эксплуатационной надежности для обустройства месторождений ОАО «ТНК».
4. ТУ 1317-233-00147016-02 Трубы бесшовные горячедеформированные нефтегазопроводные повышенной надежности при эксплуатации для месторождений ОАО «Томскнефть» ВНК.
5. РД 52.24.395-2017 Жесткость воды. Методика измерений титриметрическим методом с трилоном Б.
6. РД 52.24.514-2009 Методика расчета суммарной молярной (массовой) концентрации ионов натрия и калия, суммарной массовой концентрации ионов в водах.
7. РД 39-3-973-83 Методика контроля микробиологической зараженности нефтепромысловых вод и оценка защитного и бактерицидного действия реагентов.
8. ПК № П1-01.05 Р-0339 Применение химических реагентов на объектах добычи углеводородного сырья компании.
9. ГОСТ 9.506-87 Единая система защиты от коррозии и старения. Ингибиторы коррозии металлов в водно-нефтяных средах. Методы определения защитной способности.

					<i>Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Стрюк С.О.</i>			Список использованных источников	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков П.В.</i>					92	96
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ зр.2Б6Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

10. ГОСТ 9.502-82 Единая система защиты от коррозии и старения. Ингибиторы коррозии металлов для водных систем. Методы коррозионных испытаний.
11. Федин Д. В. Сравнительный анализ экономической эффективности методов повышения эксплуатационной надежности промышленных трубопроводов / Д. В. Федин, А. Ф. Бархатов, А. А. Вазим. // Известия Томского политехнического университета. — 2012. — № 6. — С. 32-35.
12. Внутренние защитные покрытия трубопроводов [Электронный ресурс] // Corrosio.ru — URL: <https://www.corrosio.ru/posts/vnutrennie-zaschitnyie-rokryitiya-truboprovodov> (дата обращения: 02.06.2020).
13. Смородова О. В. Эффективность композитных трубопроводов для нефтетранспортных систем / О. В. Смородова, С. В. Китаев, М. А. Фассахов, А. А. Гарифуллин. // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. — 2020. — № 1. — С. 140-149.
14. Смородова О. В. Эффективность композитных трубопроводов для газотранспортных систем / О. В. Смородова, С. Н. Костарева, И. Р. Байков, Л. Р. Башарова. // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». — 2019. — № 1. — С. 201-217.
15. Сивоконь И. С. Эффективность промышленно применяемых ингибиторов коррозии в Западно-Сибирском регионе и результаты лабораторного тестирования / И. С. Сивоконь, Н. Н. Андреев. // Коррозия территории НЕФТЕГАЗ. — 2013. — № 9. — С. 14-17.
16. Полипропиленовые трубы: характеристики, виды и преимущества [Электронный ресурс] // ООО «ПластТермо» — URL: <https://www.plasttermo.ru/harakteristiki-vidy-i-preimuschestva/> (дата обращения: 02.06.2020).
17. Мохана М. А. Полиэтиленовые трубы в нефтегазовой отрасли на Ближнем Востоке / М. А. Мохана, Девеси Сулейман. // Полимерные трубы. — 2014. — № 1. — С. 62-66.

					Список использованных источников	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

18. Пепеляев В. С. Промысловые трубопроводы из полиэтиленовых армированных синтетическими нитями труб / В. С. Пепеляев, А. И. Тараканов. // «Полимергаз». — 2008. — № 1. — С. 11-19.
19. Производство полиэтиленовых труб ANACONDA [Электронный ресурс] // ООО «Технология композитов» — URL: <https://www.tk.perm.ru/anakonda/> (дата обращения: 02.06.2020).
20. Трубопроводы СПТ [Электронный ресурс] // ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб» — URL: <https://zst.ru/products/truboprovody/> (дата обращения: 02.06.2020).
21. Проблемы внедрения стеклопластиковых труб в нефтяной и газовой промышленности // Отчет компании «Композиты СНГ». - 2015. – 4 с.
22. Композитные трубы [Электронный ресурс] // Интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения — URL: <http://sovet-ingenera.com> (дата обращения: 02.06.2020).
23. Базальтоволокно [Электронный ресурс] // Компания «Каменный Век» — URL: <http://basfiber.com> (дата обращения: 02.06.2020).
24. ГОСТ 12423-2013 (ISO 291:2008) Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб).
25. ГОСТ 11262-2017 (ISO 527-2:2012) Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
26. Таблица химической стойкости эпоксидных смол [Электронный ресурс] // РУ-СМОЛА — URL: <https://ru-smola.com/contact> (дата обращения: 02.06.2020).
27. Ширко А. В. Определение механических свойств композитной арматуры с учетом температурного воздействия / А. В. Ширко, А. Н. Камлюк, А. В. Спиглазов, А. С. Дробыш. // Механика машин, механизмов и материалов. — 2015. — № 2. — С. 59-65.
28. СП 33.13330.2012 Расчет на прочность стальных трубопроводов.
29. СТО 67229373-001-2016 Трубы стеклопластиковые водопропускные "FLOWTECH" и фитинги. Технические условия.

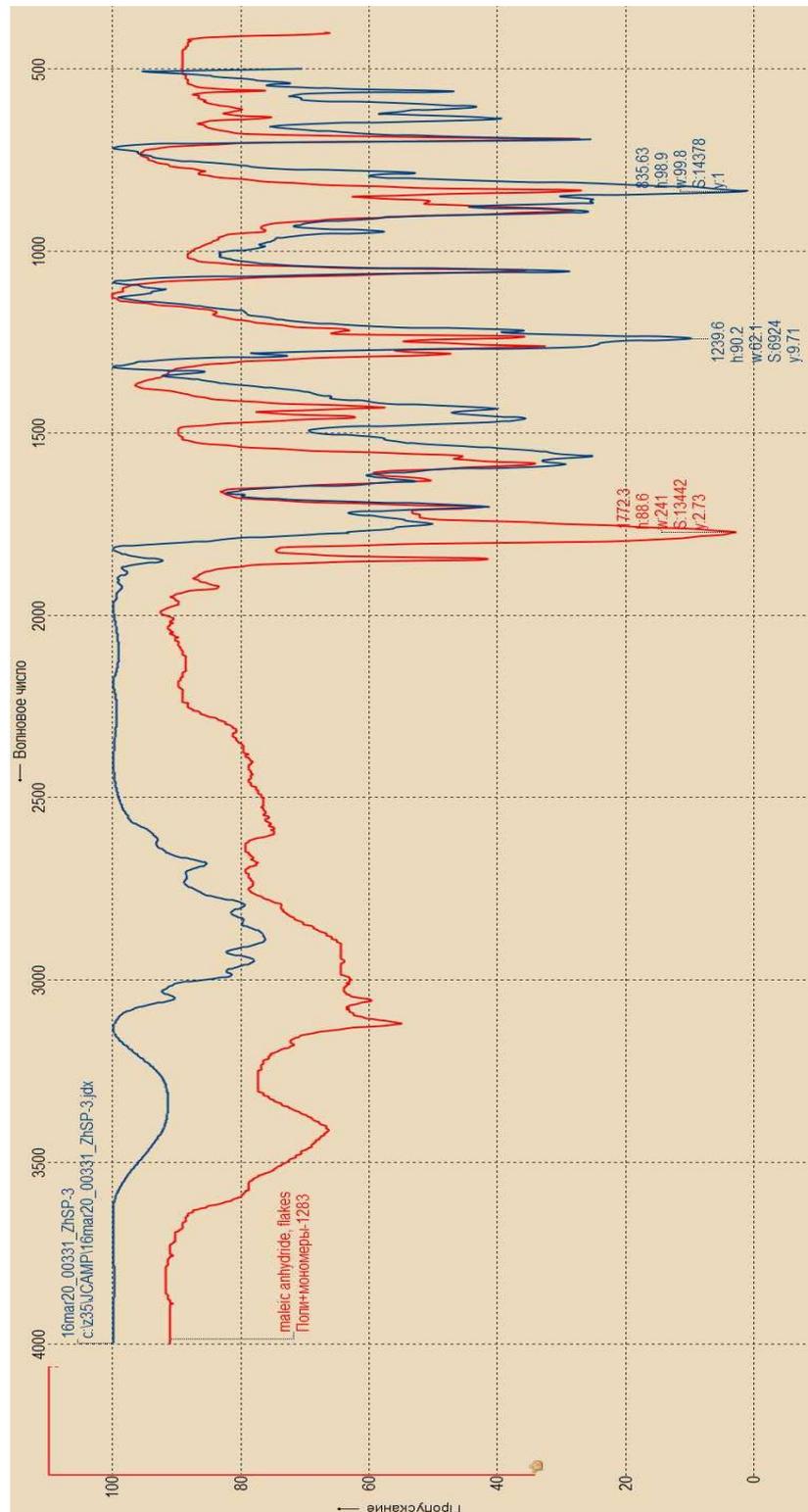
					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

30. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018).
31. Закон РФ "О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях" от 19.02.1993 N 4520-1.
32. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
33. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
34. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
35. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
36. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
37. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
38. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
39. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
40. ГН 2.2.5.2308 – 07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
41. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
42. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений
43. Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. N 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов".

					<i>Список использованных источников</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Приложение А

Результат спектрального анализа образца эпоксидной смолы под номером 3



					Разработка мероприятий, направленных на повышение эксплуатационных свойств промышленных трубопроводов в условиях высокой обводненности транспортируемой среды			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Стрюк С.О.				Приложение А	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков П.В.						96	96
Консульт.						НИ ТПУ гр.2Б6Б		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.							