

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»



Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛО-БАЗАЛЬТОВОЛОКОННЫХ ТРУБ В СИСТЕМЕ ПРОМЫСЛОВЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

УДК 621.643.2:678.067.5:622.276

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Волженина Диана Алексеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения нефтегазового дела	Бурков В.П.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения социально-гуманитарных наук	Макашева Ю.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Абраменко Н.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

<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>		
<i>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</i>		
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 нефтегазового промышленного оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, , ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
Р7	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>		
Р8	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-е).</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Р9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
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 образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)
 Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2018г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.03.2018	<i>Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб</i>	35
12.03.2018	<i>Исследование гидравлических характеристик стекловолоконного и стального трубопроводов, гидравлический удар, тепловой расчет</i>	30
02.04.2018	<i>Финансовый менеджмент</i>	10
04.04.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
16.04.2018	<i>Заключение</i>	5
22.05.2018	<i>Презентация</i>	10
ИТОГО		100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бурков В.П.			1.02.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		1.02.2018

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Волжениной Диане Алексеевне

Тема работы:

Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промышленных нефтепроводов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Научная литература, технологические регламенты, нормативные документы, данные с АГЗУ кустовой площадки №131 Приобского месторождения, методические указания.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Опыт применения композитных материалов в нефтегазовой области; существующие технологии применения стекло-базальтоволоконных труб в системах нефтесбора; подробная классификация стекло-базальтоволоконных труб; методы мониторинга и контроля; обзор производителей стекло-базальтоволоконных труб для нефтепроводов; гидравлический расчет стекловолоконного и стального трубопровода для участка промышленного трубопровода на Приобском месторождении с целью определения технологической эффективности технологии; расчет экономической эффективности замены существующего стального трубопровода на

	стекловолоконный; определение вредных и опасных производственных факторов, а так же ущерба окружающей среде при проведении работ.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Ассистент ОСГН, Макашева Юлия Сергеевна
«Социальная ответственность»	Ассистент ОКД, Абраменко Никита Сергеевич

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

На русском:
Введение
Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб
Глава II. Расчеты и аналитика Исследование гидравлических характеристик стекловолоконного и стального трубопроводов, гидравлический удар
Глава III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Глава IV. Социальная ответственность при выполнении работ по строительству и укладке трубопровода
Заключение

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18.02.2018
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения нефтегазового дела	Бурков Владимир Петрович			18.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Волженина Диана Алексеевна		18.02.2018

Оглавление

Введение	10
Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб ...	12
1.1. Опыт применения композитных материалов в нефтегазовой отрасли	12
1.3. Классификация стекло-базальтоволоконных труб.....	21
1.3.1. Типы армирующего материала.....	21
1.3.2. Типы связующих материалов	23
1.3.3. Типы соединений труб	25
1.3.4. Типы конструкции стенок труб	27
1.4. Методы неразрушающего контроля	31
1.5. Обзор производителей	33
1.5.1. «Машспецстрой»	33
1.5.2. Завод стеклопластиковых труб (ЗСТ)	34
1.5.3. «ТрубопроводСпецСтрой».....	35
1.5.4. Группа компаний «АМИАНТИТ», технология Апірох	36
Глава 2. Расчеты и аналитика Исследование гидравлических характеристик стеклопластикового и стального трубопроводов, гидравлический удар.....	37
2.1. Расчет параметров транспортируемой среды	37
2.2. Расчет стального трубопровода	41
2.2.1. Гидравлический расчет.....	41
2.2.2. Расчет гидравлического удара	43
2.2.3. Тепловой расчет стального трубопровода с изоляцией	44
2.2.3. Тепловой расчет стального трубопровода без изоляции	48
2.3. Расчет стекловолоконного трубопровода.....	49
2.3.1. Гидравлический расчет.....	50
2.3.2. Расчет гидравлического удара	51
2.3.3. Тепловой расчет стекловолоконного нефтепровода.....	52
Заключение по расчетам.....	54
Глава III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
3.1. Расчет затрат на мероприятие по замене стального трубопровода стекловолоконным ...	59
3.2 Расчет затрат на мероприятие по замене стального трубопровода новым трубопроводом из стали	65
3.3. Обоснование экономической эффективности проекта	70

					Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промысловых нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Волженина Д.А</i>			Оглавление	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Бурков В.П</i>					7	89
<i>Консульт.</i>								
<i>Руков. ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>				НИ ТПУ гр.2Б4А		

Глава IV. Социальная ответственность при выполнении работ по строительству и укладке трубопровода.....	73
4.1 Профессиональная социальная безопасность.....	74
4.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	74
4.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	78
4.2 Экологическая безопасность	80
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	83
Заключение.....	86
Список использованной литературы	87

					Оглавление	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 89 с., 19 рис., 31 табл., 26 источников, 0 прил.

Ключевые слова: промысловый нефтепровод, гидравлический расчет, тепловой расчет, стекло-базальтоволоконные трубы.

Объектом исследования: стекло-базальтоволоконные трубопроводы.

Цель работы: изучение возможности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промысловых нефтепроводов. Составление плана работ по замене участка стального промыслового нефтепровода Приобского месторождения ООО «Газпромнефть-Хантос» на стекловолоконный или новый стальной.

В процессе исследования проводился гидравлический расчет, расчет гидроудара и тепловой расчет трубопровода. Был проведен обзор, анализ и оценка различных технологий изготовления стеклопластиковых труб, описание различных методов неразрушающего контроля, обзор производителей, а также было проведено экономическое обоснование эффективности проводимого мероприятия.

Область применения: использование высококачественных и долговечных стекло-базальтоволоконных трубопроводов для строительства промысловых нефтесборных трубопроводов различного диаметра.

Экономическая эффективность/значимость работы: Использование стекло-базальтоволоконных трубопроводов позволяет в первую очередь снизить затраты на оборудование и технику при строительно-монтажных работах. Вместе с этим уменьшаются энергозатраты на транспортировку нефтепродуктов, что доказывает и технологическую эффективность технологии.

Для выполнения выпускной квалификационной работы использовался текстовый редактор MicrosoftWord, редактор электронных таблиц MicrosoftExcel, презентация подготовлена с помощью MicrosoftPowerPoint.

					Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промысловых нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Волженина Д.А			Реферат	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Бурков В.П					9	89
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр.2Б4А		
<i>Руков. ООП</i>		Брусник О.В.						

Введение

Трубопроводный транспорт на сегодняшний день является одним из самых доступных и эффективных способов транспортировки жидких и газообразных углеводородных сред. По трубопроводам осуществляется доставка нефти, продуктов её переработки и природного газа как на большие расстояния, так и в пределах территории предприятий, занимающейся добычей, хранением и переработкой. Для обустройства промысла необходим большой объем капитальных вложений, значительная доля которых приходится на сооружение системы сбора и транспорта скважинной продукции. Ежегодно по нефтепромысловым трубопроводам транспортируются миллионы кубометров нефти и технической жидкости, которые содержат в себе большое количество коррозионно-активных компонентов. Вследствие повышенной агрессивности перекачиваемой среды основной проблемой, возникающей при эксплуатации сети промысловых трубопроводов является коррозия оборудования. В 90 % случаев порывы трубопроводов обусловлены снижением их нормативных сроков службы из-за внутренней и внешней коррозии. Каждый год на нефтепромысловых трубопроводах Западной Сибири случается 25-30 тыс. отказов, из-за которых существенно сокращается срок их службы (по статистическим данным 37% их не выдерживают четырехлетнего срока эксплуатации, а 15% двухлетнего). На ежегодную замену только нефтепромысловых трубопроводных сетей расходуется около 2-3 тыс. км стальных труб. Помимо этого, значительный рост обводненности продукции скважин и высокая степень минерализации пластовых вод на месторождениях Западной Сибири повышают коррозионную активность добываемых флюидов.

Порывы выкидных линий, напорных трубопроводов для поддержания пластового давления, нефтесборных и магистральных трубопроводов влекут за

					Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промысловых нефтепроводов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Волженина Д.А.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков В.П.					10	89
Консульт.						НИ ТПУ гр.2Б4А		
Руков. ООП		Брусник О.В.						

собой загрязнение окружающей среды, падение добычи нефти и газа, а также дополнительные материальные расходы на капитальный ремонт трубопроводов и экологические мероприятия. В связи с этим остро встает вопрос применения новых высокопрочных коррозионностойких конструкционных материалов, которые в будущем могли бы стать достойной заменой традиционным стальным трубам. В первую очередь к таким материалам относятся полимерные композиты, в которых присутствуют армирующий материал (волокна или другие составляющие) и связующая матрица. Одними из наиболее перспективных таких композитов являются стекло-базальтоволоконные трубы. Они обладают рядом преимуществ перед стальными трубами, самыми существенными из которых являются: высокая коррозионная и адгезионная стойкость, низкая теплопроводность, а также простота монтажа и эксплуатации.

На сегодняшний день российский рынок в области стекло-базальтоволоконных труб не велик, что в первую очередь обусловлено необходимостью развития нормативной базы для их проектирования и внедрения, разработкой новых методов и технологий для контроля и мониторинга композитных изделий, а в связи с этим и недостаточной осведомленностью нефтегазодобывающих предприятий о возможностях применения стекло-базальтоволоконных материалов в нефтегазовой отрасли.

					Введение	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб

1.1. Опыт применения композитных материалов в нефтегазовой отрасли

В нефтегазодобывающей промышленности стекло-базальтоволоконные трубы нашли применение по причине их высокой коррозионной стойкости в агрессивных средах (пластовые воды, сырая нефть, буровые и технологические растворы) по сравнению со сталью и высокой удельной прочности по сравнению с термопластичными полимерами. Вместе с этим они обладают очень низкой теплопроводностью, это приводит к сокращению потерь тепла из системы трубопроводов и как следствие экономии на изоляции. Из композитных труб на основе стекло и базальтоволокна изготавливают насосно-компрессорные (НКТ) и линейные (систем ППД) трубы диаметром до 130 мм на рабочие давления до 30 МПа, и трубы для нефтесборных трубопроводов диаметром до 300 мм на рабочие давления до 5 Мпа. Так же применяется в агрессивных средах при утилизации отходов переработки, закачки минерализованной воды, добычи углеводородного сырья, в том числе при высоких концентрациях углекислого газа CO₂, сероводорода H₂S и агрессивных жидкостей [1].

Применение стекло-базальтоволоконных труб имеет значительные преимущества по сравнению с традиционно применяемыми стальными трубами. Материалы для композитных труб производят из высокопрочных стеклянных или базальтовых волокон, пропитанных эпоксидным или полиэфирным связующим. Он обладает уникальными физико-механическими характеристиками и высокой стойкостью к агрессивным средам. Стекловолоконные и базальтоволоконные трубы в 4-4,5 раза,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промысловых нефтепроводов			
Разраб.		Волженина Д.А			Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков В.П					12	89
Консульт.						НИ ТПУ гр.2Б4А		
Руков. ООП		Брусник О.В.						

легче стальных труб и обладают низким гидравлическим сопротивлением за счет гладкой внутренней поверхности. Эквивалентные внутренние диаметры стекло-базальтоволоконных труб, вследствие отсутствия коррозии, малой шероховатости и, как следствие «зарастания» внутреннего сечения трубопровода, определяются из соотношения: $D_{сбв} = 0,77D_{ст}$, то есть расчетный внутренний диаметр при применении стекло-базальтоволоконных труб может быть уменьшен на 20-25% по отношению к стальному [2].

Выбор как стальных, так и композитных волоконных труб зависит от различных факторов: свойств транспортируемой среды, природно-климатических условий, рабочей температуры и давления, срока предполагаемой эксплуатации, технологических возможностей монтажа на данном объекте и пр.

Общими преимуществами стекло-базальтоволоконных труб являются:

- отсутствие любых видов коррозии, в том числе электрохимической, от воздействия блуждающих токов;
- высокоэффективная теплоизоляция исключает тепловые потери;
- материал труб и конструкция соединений выдерживает повышение температур до 130⁰С, рабочее давление регламентируется толщиной стенки;
- имеют малую массу, что существенно снижает затраты при транспортировке и монтаже.
- особо гладкая внутренняя поверхность, что позволяет использовать в трубопроводах меньший диаметр;
- высокая термическая стабильность, коэффициент температурного расширения в 10 раз меньше, чем у труб из термопластов;
- соединение труб не требует сварочной техники и проверки сварных швов.

1.2. Технологии производства стекло-базальтоволоконных труб

Физико-механические характеристики готового изделия напрямую зависят от техники производства. Композитные трубы изготавливаются четырьмя разными методами: экструзия, пултрузия, центробежное литье и намотка.

Экструзия – технологический процесс, основанный на непрерывном продавливании пастообразного или высоковязкого материала через формующий инструмент. В зоне загрузки смола перемешивается с дробленным стекловолокном и пластичным отвердителем, а после подается в экструдер в зону сжатия. В зоне сжатия нагревательные элементы обеспечивают плавление порошкообразной загрузки, а вращающийся шнек сдавливает ее. Затем пастообразный расплавленный пластичный материал поступает в зону гомогенизации, где и приобретает постоянную скорость течения, обусловленную винтовой нарезкой шнека. Под действием давления, создаваемого в этой части экструдера, расплав полимера подается на выходное отверстие головки экструдера и выходит из него с желаемым профилем (рисунок 1).

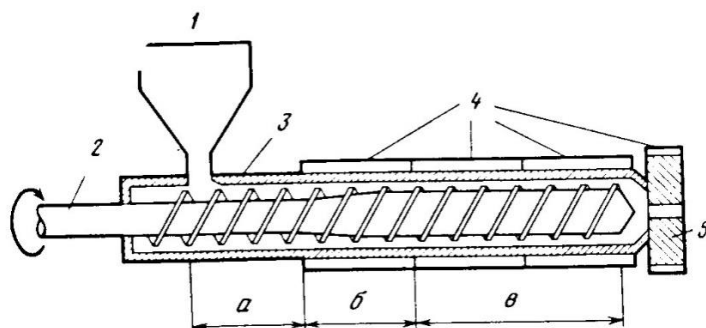


Рисунок 1 - Схематическое изображение экструзионной машины
1 — загрузочная воронка; 2 - шнек; 3 - основной цилиндр; 4 — нагревательные элементы; 5 — выходное отверстие головки экструдера, а — зона загрузки; б — зона сжатия; в — зона гомогенизации

Готовое изделие не имеет сплошного армирующего каркаса, так как связующее наполняется стекловолокном хаотично. Отсутствие «армопояса» сказывается на снижении прочности труб [3]. Высокопроизводительная экструзивная линия позволяет получить продукцию по низкой цене, однако спрос на нее ограничен ввиду невысоких механических свойств. Основа полимерной матрицы – полипропилен и полиэтилен.

					Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Пултрузия – технология изготовления композитных длинномерных элементов с неизменным поперечным сечением. Пултрузионная установка включает в себя систему подачи волокна, полимерную ванну, преформовочное устройство, нагретую фильеру (пресс форму), синхронизированную тянущую машину и отрезную машину (рисунок 2).



Рисунок 2–Технологический процесс пултрузионной установки

Волокнистые нити с катушек подаются в полимерную ванну, в которой пропитываются термопластичными смолами (эпоксидная, полиэфирная). Далее обработанные смолами волокна проходят через преформовочную установку – нити выравниваются и приобретают нужную форму, после чего незатвердевший полимер поступает на фильеру. За счет нескольких нагревателей создается оптимальный режим для полимеризации и выбирается скорость протяжки. В итоге отвержденный продукт вытягивается тянущей машиной и распиливается на сегменты. На выходе получается труба с идеально гладкими внешними и внутренними стенками, и с высокими показателями прочности [3].

Недостатками метода являются:

- высокая стоимость и длительность производственного процесса;
- невозможность изготовления труб большого диаметра, рассчитанных на значительные нагрузки.

Центробежное литье – запатентованная техника Hobas.

Швейцарская компания Hobas разработала и запатентовала технику центробежного формования. Производство осуществляется от наружной стенки трубы к внутренней при задействовании вращающейся формы [3].

Системы труб НОВАС GRP изготавливаются из ненасыщенных полиэфирных смол, армированных рубленым стекловолокном, и активного наполнителя. Сырьевые компоненты подаются во вращающуюся матрицу – формируется структура внешней поверхности трубопровода (рисунок 3). По мере производства к жидкой смоле подмешиваются твердые составляющие, наполнитель и стекловолокно – под действием катализатора полимеризация проходит быстрее.

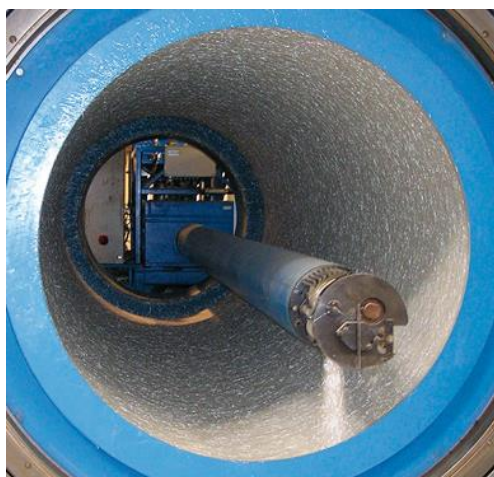


Рисунок 3- Установка для центробежного формирования стекло-базальтоволоконных труб

В результате формируются многослойные гладкие стенки. Благодаря технике центробежного «напыления» структура трубы монолитная, однородная без расслоений и газообразных частиц [3].

Основные достоинства:

- высокая точность габаритов исходной продукции (внутреннее сечение вращающейся формы соответствует внешнему диаметру готового изделия);
- возможность отлить стенку любой толщины; высокая кольцевая жесткость полимерного композита;
- получение гладкой поверхности снаружи и внутри трубной арматуры.

Недостаток центробежного производства стекло-базальтоволоконных труб – энергоемкость и дороговизна конечного товара.

Непрерывная намотка – самый популярный метод производства стекло-базальтоволоконных труб. Труба изготавливается с применением постепенно передвигающаяся оправки и ступенчатого процесса охлаждения. Сектора оправки, двигаясь в продольном направлении, продвигают намотанную трубу через печи, в которых и осуществляется ее предварительная термообработка, после чего труба снимается с оправки и окончательно отверждается в последующих печах (рисунок 4). Таким образом, только способ одновременного армирования непрерывными и рубленными стекловолокнистыми нитями (а не одними только рубленными стекловолокнистыми нитями, как в случае центробежного литья) позволяет добиться получения более высокого качества продукции и одновременно более низкой стоимости.

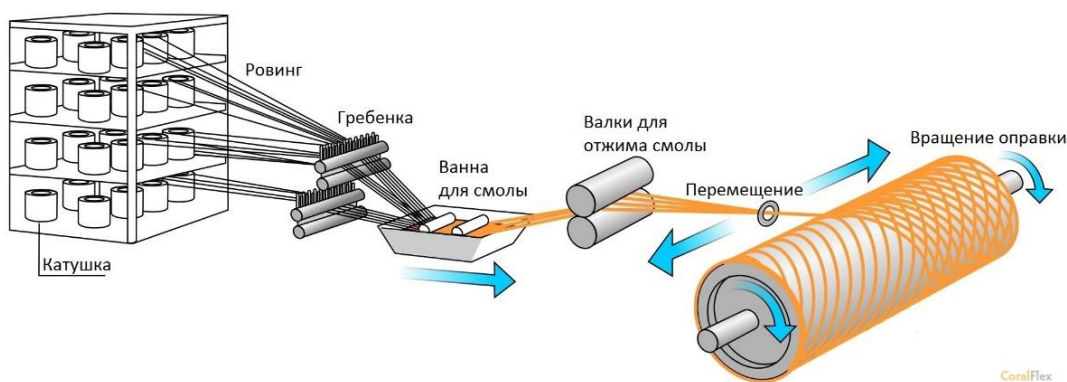


Рисунок 4-Технологический процесс непрерывной намотки

- *Спирально-кольцевая техника.*

Укладчиком волокон является специальное кольцо, по окружности которого расположены фильеры с нитями (рисунок 5). Рабочий элемент непрерывно перемещается вдоль оси движущейся оправы и распределяет волокна по ходу винтовых линий. При изменении скорости вращения оправы и перемещения укладчика, меняется угол расположения стекловолокон. На торцах трубы кольцо работает в режиме «реверс» и укладывает нити с минимальным уклоном [3].



Рисунок 5 - Установка спирально-кольцевой непрерывной намотки

Основные преимущества метода:

- получение высокопрочных труб, рассчитанных на эксплуатацию под большим давлением;
- равномерная прочность по всей поверхности магистрали;
- устойчивость к растягивающим нагрузкам (стойкость к трещинам);
- возможность создания изделий переменного диаметра и сечений сложной конфигурацией.

Стекло-базальтоволоконные трубы большого диаметра этим способом практически не производятся из-за высокой сложности и дороговизны процесса.

- *Спирально-ленточная намотка*

Данная техника отличается от предыдущей тем, что укладчик подает узкую ленту из волокон. Волокна пропускаются через ванну со смолой, затем через натяжные валики, служащие для натяжения волокна и удаления излишков смолы, после чего наматываются на сердечник с необходимым сечением, угол намотки контролируется отношением скорости движения тележки к скорости вращения. Плотный армирующий слой достигается увеличением количества проходов (рисунок 6).

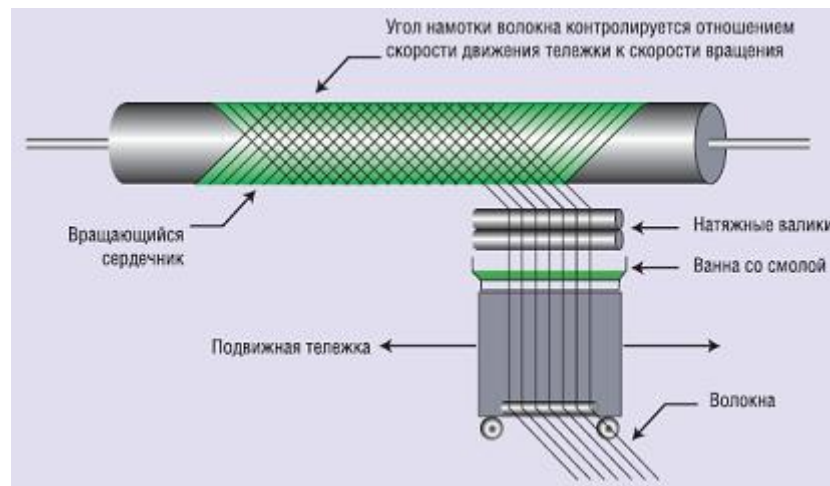


Рисунок 6- Технология спирально-ленточной намотки

При такой технике используется более дешевое оборудование, чем при спирально-кольцевом методе, однако «ленточной» намотке присущи следующие недостатки:

- ограниченная производительность;
- рыхлая укладка волокон снижает прочность трубопровода.

Спирально-ленточный способ актуален при изготовлении трубной арматуры под низкое, умеренное давление.

- *Продольно-поперечный метод*

Данный метод по технологии аналогичен предыдущим и отличается лишь тем, что укладчик размещает продольные и поперечные волокна одновременно (рисунок 7). Реверсное движение отсутствует.

Характеристики метода:

- используется преимущественно при создании труб с маленьким сечением;
- есть возможность натяжения осевых нитей, за счет чего достигается прочность, как при спиральном способе.

Продольно-поперечная технология высокопроизводительна. Станки позволяют менять соотношение осевой и кольцевой арматуры в широком диапазоне.



Рисунок 7 - Продольно-поперечный метод непрерывной намотки

- *Косослойная поперечно-продольная технология*

Данная технология является разработкой харьковских инженеров и пользуется спросом среди отечественных производителей [3]. При косослойной намотке оператор установки выводит «сетку», состоящую из пучка связующих нитей. Лента подается на оправу под небольшим углом внахлест с предыдущим витком – образуется кольцевая арматура (рисунок 8).

Особенности косослойной намотки:

- плотность прилегания стекловолокон;
- неограниченный диаметр производимых труб;
- высокие диэлектрические свойства за счет отсутствия сплошной арматуры по оси.



Рисунок 8- Косослойная непрерывная намотка

Модуль упругости «косослойного» стеклопласта уступает аналогичному параметру других техник. Из-за риска появления межслойных трещин метод не реализуем при создании трубопроводов под высокое давление.

1.3. Классификация стекло-базальтоволоконных труб

Типы стекло-базальтоволоконных труб различных производителей разделяются на три группы по следующим признакам:

- по типу армирующего материала: стеловолокно или базальтоволокно;
- по типу связующего (матрицы): полиэфирные или эпоксидные;
- по типу соединения труб: механическое или клеевое;
- по конструкции стенки трубы: однослойные трубы (без футеровки), двуслойные трубы (футерованные трубы), многослойные конструкции.

1.3.1. Типы армирующего материала

Стекловолокно

Стекловолокно представляет собой волокна или нити, изготовленные из стекла или его производных. Стекловолокно сочетает в себе следующие эксплуатационные характеристики: высокая прочность на сжатие и растяжение, стойкость к химическому и биологическому воздействию, термостойкость, негорючесть. Из стекловолокна производят материалы с высокими тепло-, электроизоляционными и звукоизоляционными свойствами, и повышенной механической прочностью.

Стекловолоконный наполнитель и связующая матрица подбираются с учетом особенностей условий эксплуатации:

- Стекловолокно из алюмоборосиликатного бесщелочного стекла применяется для труб конструкционного назначения;
- для конструкций, работающих в условиях высоких механических нагрузок, применяют армирование из высокопрочных стеклонитей на основе магнезиально-алюмосиликатного стекла.
- из химостойкого боросиликатного стекла производят устойчивые в кислых средах стеклопластики (для этой цели используют также базальтовые волокна);

					Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- термостойкие изделия, работающие при температуре 300°С и выше, изготавливают из кремнеземных и кварцевых нитей;

- для композитов электротехнического назначения используют стекловолокно из боросиликатного стекла (диэлектрическая проницаемость на 30-40% ниже, чем у других видов стекол).

Базальтовое волокно

Получаемые из магматических горных пород (базальтов, диабазов, амфиболитов) тончайшие базальтовые нити можно успешно использовать в качестве основы для производства полимерных композиционных материалов. Большие запасы базальтового сырья в нашей стране и относительно невысокая стоимость делают его использование целесообразным. Существенным преимуществом этого материала является его натуральность и безопасность для окружающей среды. Базальтоволоконные композиты сегодня рассматриваются как одни из наиболее перспективных материалов в современных строительных технологиях. Свойства базальтового волокна близки, а в некоторых случаях превышают свойства высокопрочного стекла и углеродных волокон, однако, оно имеет значительно более низкую цену. За последние 10 лет многие компании по всему миру, специализирующиеся на производстве композитов и до этого использовавшие в качестве армирующего компонента стекловолокно или дорогостоящие специальные волокна, смогли повысить конкурентоспособность своих продуктов и расширить свой продуктовый ассортимент перейдя на базальтовое волокно из-за его несомненных преимуществ в свойствах и цене [4].

Преимущества непрерывного базальтового волокна над стекловолокном

- на 20-25% выше прочность при растяжении;
- на 10-15% выше модуль упругости при растяжении;
- диапазон рабочих температур значительно выше;
- более высокая кислотостойкость и щелочестойкость;
- экологичность.

					Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	№ №	Подпись		Дата

1.3.2. Типы связующих материалов

Стекло-базальтоволоконные трубы на полиэфирном связующем (GRP)

Стенки таких труб формируются из термореактивных полиэфирных смол, укрепленных стекловолокном и песчаными добавками. Используемые полимеры обладают важными качествами:

- низкая токсичность;
- отверждение в условиях комнатного температурного режима;
- надежная сцепка с волокнами стекла;
- химическая инертность.

Трубы на основе полиэфирных смол устойчивы к коррозии и к не очень агрессивным средам [5]. Они более дешевы, а потому имеют широкую область применения, особенно в водоснабжении (таблица 1).

Таблица 1-Сферы применения стекло-базальтоволоконных труб на основе полиэфирных смол

ЖКХ	Трубопроводы систем холодного водоснабжения
	Напорные и безнапорные канализационные системы
	Системы ливневой канализации
Сельское хозяйство	Трубопроводные системы для ирригации и мелиорации
	Дренажные трубопроводы и колодцы
Другие сферы	Технологические трубопроводы промышленных установок
	Водозаборы
	Коммуникации очистных сооружений
	Инженерные системы гидроэлектростанций

Трубы из полиэфирных смол не могут применяться при высоких температурах транспортируемой среды (свыше 90°C) и в условиях высокого давления – свыше 32 атм. Для применения в условиях высоких температур и давления, а также при контакте с агрессивными средами используют стекло-базальтоволоконные трубы на эпоксидном связующем [5].

Стекло-базальтоволоконные трубы на эпоксидном связующем (GRE)

Стекло-базальтоволоконные трубы на эпоксидном связующем рассчитаны на давление до 240 атм. Максимальная температура эксплуатации достигает 130°C. Низкая теплопроводность GRE-труб уменьшает потери тепла из системы трубопроводов, вследствие чего во многих случаях исчезает необходимость в изоляции. Такие трубы можно использовать не только для систем холодного водоснабжения, но и для нефтедобычи (таблица 2).

Таблица 2 - Сферы применения стекло-базальтоволоконных труб на эпоксидном связующем

ЖКХ	Трубопроводы для линий ГВС и теплоснабжения
Нефтедобыча	Внутрипромысловые трубопроводы
	Обсадные и насосно-компрессорные трубы
	Трубопроводы ППД
	Технологические трубопроводы
Химическая промышленность	Трубопроводы для транспортировки кислот, их солей и химически агрессивных растворов
	Трубопроводы химводоподготовки
	Шламопроводы
Другие сферы	Транспортировка химически агрессивных сред
	Системы пожаротушения

Отличительной особенностью GRP труб от GRE труб являются габаритные размеры. Как правило, стекло-базальтоволоконные трубы на основе полиэфирных смол имеют больший диаметр по сравнению со трубами на эпоксидном связующем. Диаметр GRP труб составляет от 30 до 4500 мм. Диаметр GRE труб – от 5 до 600 мм [5].

1.3.3. Типы соединений труб

Трубы и соединительные детали из стекло-базальтоволокна изготавливаются под стыковые соединения следующих типов: фланцевый (Ф), бугельный (Б), муфтовый (М), муфтовый клеевой (МК), раструбный (Р), специальный (например, резьбовой) (С) [5]. Наиболее распространенным видам соединений относятся:

1. *Раструбно-шиповое соединение с двойным кольцевым уплотнением.*

Обеспечивает быструю и надежную сборку труб и фасонных элементов (рисунок 9). Два эластичных кольцевых уплотнения круглого сечения устанавливаются в параллельные окружные канавки на шиповой законцовке и обеспечивают герметичность стыка в напорных и безнапорных трубопроводах.

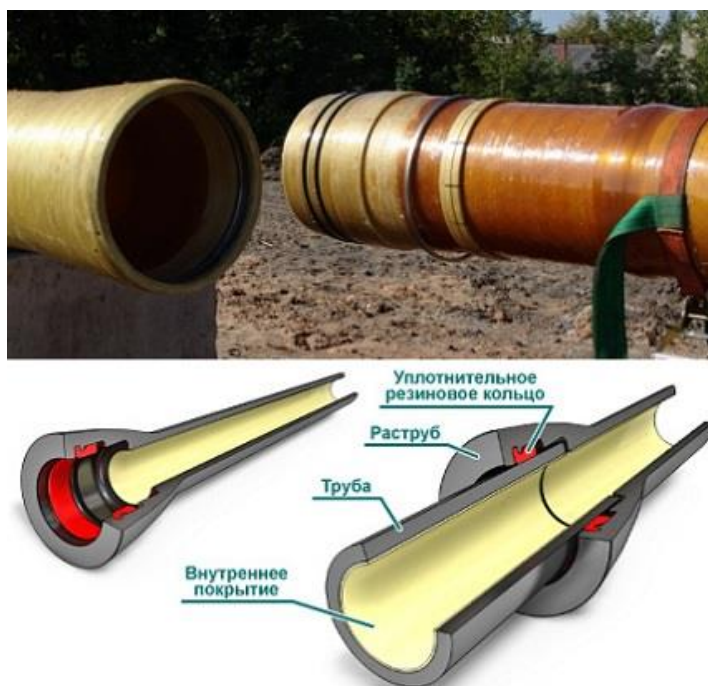


Рисунок 9 - Сборка стекло-базальтопластиковых труб с помощью раструбно-шипового соединения с двойным кольцевым уплотнением

2. *Раструбно-шиповое соединение с двойным кольцевым уплотнением и стопорным элементом.*

Для компенсации осевых напряжений в раструбно-шиповом соединении применяется стопорный элемент, устанавливаемый через отверстие в раструбе в

кольцевые пазы на шиповой и раструбной законцовках и препятствует осевому перемещению элементов трубопровода относительно друг друга (рисунок 10). Стопорный элемент может выполняться из различных материалов (полиамид, ПВХ, металлический трос) в зависимости от уровня осевых сил.

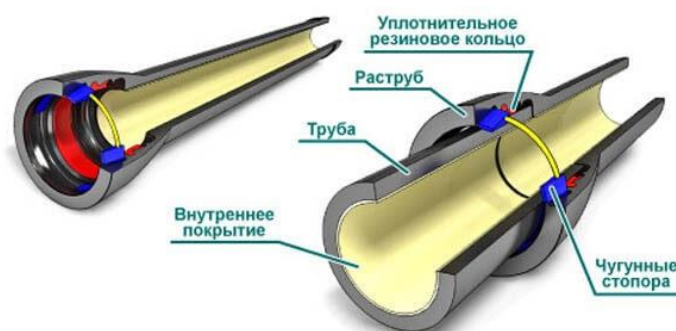


Рисунок 10- Схема соединения стекло-базальтопластиковых труб с помощью раструбно-шипового соединения с двойным кольцевым уплотнением и стопорным элементом

3. Фланцевое соединение.

Используется для соединения элементов стекло-базальтоволоконного трубопровода с металлическими трубопроводами и арматурой (рисунок 11). Присоединительные размеры стекловолоконных фланцев выполняются по ГОСТ 12815-80.

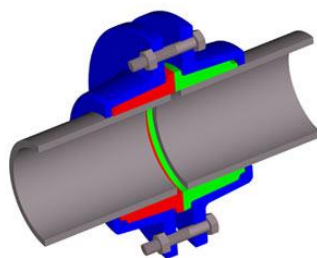


Рисунок 11 - Модель фланцевого соединения трубопроводов

4. Клеевое стыковое соединение выполняется путем послойного нанесения на гладкие законцовки труб армирующих стекло материалов, пропитанных полиэфирным связующим «холодного» отверждения. Соединение обеспечивает герметичность и прочность конструкции в окружном и осевом направлении. Данный вид соединений является неразборным.

5. Резьбовое муфтовое соединение

Трубное муфтовое резьбовое соединение, включающее муфту и два трубных конца, в котором герметизация осуществляется посредством контакта торцов труб через уплотнительное кольцо, отличающееся тем, что торцы труб выполнены в виде взаимопротивоположных, расходящихся по отношению к внутренней поверхности трубы конусов. На муфту и ниппель резьбы наносится резьбовая смазка, рекомендованная заводом изготовителем. При таком типе соединения необходимо устранить вероятность разделения труб жидкостью в межрезьбовом пространстве, чего можно достичь с помощью кольцевой уплотнительной прокладкой в начале сопряжения резьб.

1.3.4. Типы конструкции стенок труб

Существенным различием между стекло-базальтоволоконными трубами различных производителей является конструкция стенки. Каждый сырьевой материал, применяемый для производства трубы, имеет свои характерные свойства, которые напрямую влияют на эксплуатационные свойства готового изделия:

- непрерывная стекловолокнистая нить и рубленое стекловолокно вводятся для обеспечения стягивающего усилия и осевой прочности;
- наполнитель (кварцевый песок) используется в центральной части стенки трубы для создания необходимой жесткости;
- стеклоткани используются для придания необходимых свойств наружному слою трубы [5].

- Однослойные трубы (без футеровки) не имеют как такового защитного внутреннего слоя, но химическая стойкость и снижение коэффициента гидравлического сопротивления на внутренней поверхности труб достигается с помощью лайнера. Лайнер - это двухкомпонентный композит, состоящий из стеклянного материала с пропиткой из эпоксидной смолы, содержание которой достигает 60-70% по массе. Толщина лайнера может

составлять от 0,2 до 0,8 мм. Основной слой трубы (конструкционный слой) состоит из стеклянных или базальтовых нитей, пропитанных эпоксидным или полиэфирным связующим. Однослойные трубы применяются в трубопроводах водоснабжения и канализации, включая трубопроводы питьевого водоснабжения; для транспортирования продукции нефтяных скважин и нефтепродуктов; в трубопроводах для перекачки или утилизации пластовых вод и соленой воды; в трубопроводах резервуарного парка и противопожарной защиты [6].

- Двухслойные трубы включают в себя защитный и конструкционный слои. Защитным слоем может служить полиэтилен высокого давления (ПВД), считающийся наиболее химически стойким в средах нефтепромысловых трубопроводов, или эластичный пленочный материал. Также футеровка может выполняться из резины для абразиво-опасных сред (рисунок 12). При производстве двухслойных труб адгезия полиэтилена или пленки к стекловолокну и отверждение эпоксидного связующего происходят одновременно в процессе термообработки.



Рисунок 12 - типы футеровки для стекло-базальтоволоконных труб

Трубы двухслойной конструкции менее подвержены потере герметичности в условиях пролегания трубопроводов в нестабильных грунтах. Однако, опыт эксплуатации двухслойных труб в нефтепромысловых

трубопроводах показал, что данная конструкция обладает следующими недостатками:

- недостаточная адгезия между футеровочным и стекловолоконным слоем, что не позволяет обеспечить монолитность стенки трубы;

- нарушение эластичности материала футеровки при низких температурах окружающей среды;

- отслоение футеровки от стекло-базальтоволоконной оболочки трубы при транспортировке по трубам газосодержащих сред (кессонный эффект) [5].

Во время транспортировки среды внутренний слой насыщается молекулами присутствующего газа и в случае снижения давления пузырьки газа расширяются, смещая слой в сторону наименьшего давления (рисунок 13). В результате происходит, отрыв герметизирующего слоя от основной трубы. Таким образом, трубы с лайнером из полиэтиленовой трубы и эластичным пленочным материалом эффективны для транспортировки агрессивных химических сред с малым содержанием газа[7].



Рисунок 13 – Отслоение футеровки от стекловолокна

- Трехслойные трубы состоят из внутренней стекло-базальтоволоконной оболочки, защитного и конструкционного слоев. Конструктивно внутренняя оболочка независима от защитного и конструкционного слоев, она не несет нагрузок вдоль оси трубы и предназначена для сглаживания циклически изменяющегося внутреннего давления в трубе, возникающего при растворении содержащегося в транспортируемом продукте газа. Транспортируемая среда проникает в область между внутренней оболочкой

и пленочным слоем, создавая тем самым область постоянного давления вблизи футеровки, которое равно рабочему давлению в трубопроводе (рисунок 14). За счет того, что давление вблизи пленочного слоя не изменяется, условия проникновения газа через него отсутствуют и кессонный эффект не происходит. Вместе с этим внутренняя оболочка дополнительно повышает жесткость труб и уменьшает температурное воздействие среды на несущий стекло-базальтоволоконный слой, что также повышает долговечность их использования [5].

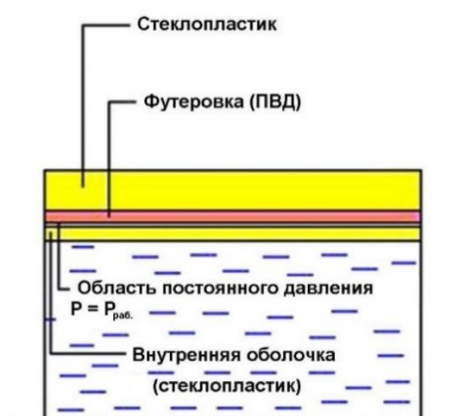


Рисунок 14 - Строение трехслойных стекло-базальтоволоконных труб

1.4. Методы неразрушающего контроля

Проблема диагностирования композитных труб, в том числе и стекло-базальтоволоконных очень актуальна, так как регламентов и инструкций по диагностированию продукции из композиционного материала на сегодняшний день не разработано. Рассмотрим основные методы неразрушающего контроля стекло-базальтоволоконных труб.

Для предотвращения потенциального прорыва труб используется тепловизионное исследование, которое позволяет выявить наиболее уязвимые места трубопровода. Для комплексной диагностики можно использовать как рентгеновский метод, так и метод активной термографии, которые позволяют обнаружить практически все дефекты труб (расслоения, трещины и т.п.) [8].

Среди акустических методов неразрушающего контроля многослойных клееных конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ) особое место занимают специальные низкочастотные методы, среди которых большое распространение получил велосимметрический метод. Этот метод основан на изменении под влиянием дефекта скорости распространения упругих волн в изделии и длину пути волн между излучателем и приемником упругих колебаний (рисунок 15).

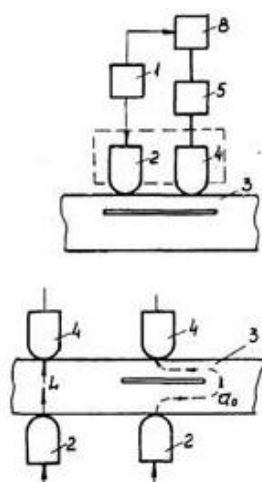


Рисунок 15 – Схема велосимметрического метода неразрушающего контроля
1 – генератор; 2 - излучатель; 3 – объект контроля, 4 – приемник; 5 – усилитель,
6 – измеритель амплитуды; 7 – измеритель времени пробега; 8 – измеритель фазы

Для выявления нарушений однородности, для контроля изменений в материале объекта контроля, структурных дефектов по всему объему контролируемого участка используется метод шерографии согласно ГОСТ Р 56795-2015, основанный на регистрации интерференционных изображений локальных перемещений поверхности объекта контроля до и после приложения внешнего возмущающего воздействия. Неразрушающий контроль методом шерографии включает в себя применение интерференционного прибора со сдвигающей оптикой для регистрации интерференционных изображений локальных перемещений поверхности объекта контроля [9]. Локальное перемещение поверхности является ответной реакцией деформации внутренней структуры на внешнее возмущающее воздействие (рисунок 16). Внутренние неоднородности или дефекты могут быть определены в процессе измерения и анализа локальных перемещений поверхности объекта контроля. Внешнее возмущающее воздействие может быть вызвано повышенным давлением, пониженным давлением (вакуумом), тепловым воздействием, акустическим воздействием, механическим вибрационным воздействием и пр.

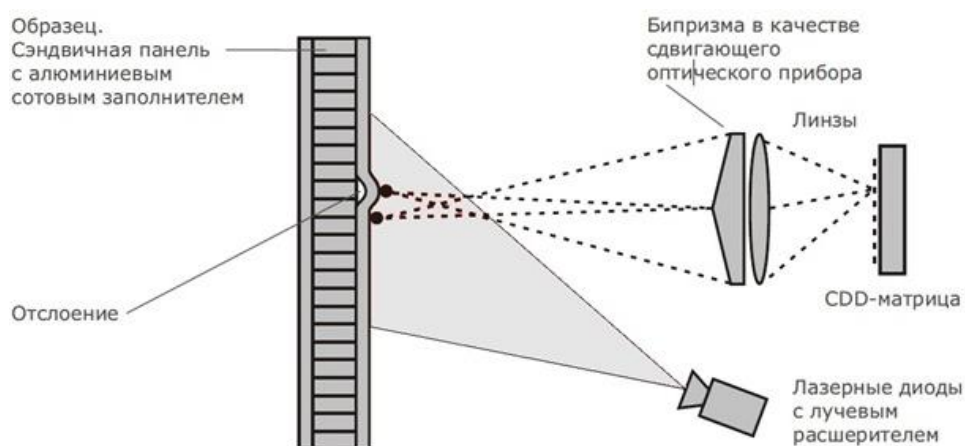


Рисунок 16- Неразрушающий контроль методом шерографии

Совмещая полученные изображения объекта в ненагруженном состоянии с изображением, взятым в нагруженном состоянии, можно определить изменение любой заданной точки изображения.

1.5. Обзор производителей

Производство стекло-базальтоволоконных труб является новым приоритетным направлением, поэтому рынок этой продукции с течением времени значительно расширяется. Для нефтепромысловых трубопроводов применяются трубы на эпоксидном связующем за счет возможности эксплуатации при высоких температурах транспортируемой среды и в условиях высокого давления, в отличие от стекло-базальтоволоконных труб, изготовленных на основе полиэфирной смолы. В общем объеме производимых стекло-базальтоволоконных труб на долю «эпоксидных» приходятся 35-40% [1].

Рынок «эпоксидных» стекловолоконных труб в России по большей части представлен нижеперечисленными компаниями.

1.5.1. «Машспецстрой»

Группа компаний «Машспецстрой» (г.Пермь) – российский производитель оборудования для производства композитных изделий, а также производитель изделий из композитов (стекловолокно, базальтоволокно, GRP, GRE) для применения в горнодобывающей, нефтяной, буровой, химической промышленности и ЖКХ. Предприятие выполняет весь комплекс работ: от разработки конструкторской документации, изготовления оборудования и оснастки до монтажа, пуско-наладки производств под ключ, с запуском технологии[10]. Работая на рынке с 2000 года, группа компаний «Машспецстрой» зарекомендовала себя надежным и ответственным партнером. Продукция, выпускаемая предприятиями, имеет высокое качество, соответствующее российским и международным стандартам.

Компания «Машспецстрой» подставляет широкий спектр коррозионностойких технологических трубопроводов для транспортировки сырья, полуфабрикатов, промежуточных и конечных продуктов технологического процесса переработки нефти, отходов производств, постоянно находящихся под воздействием температурных факторов (периодического охлаждения и нагрева до высоких температур), значительных давлений,

					Глава I. Обзор технологий производства и применения стекло-базальтоволоконных труб	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

воздействия агрессивных сред [11]. Трубы подходят под различные виды как разъемных, так и клеевых соединений. Основные физические параметры этой компании представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физические параметры труб	Значения
Диаметр условный (внутренний)	103 - 600 мм
Номинальное давление	До 4 МПа
Температура перекачиваемой среды	От +20 до +90 ⁰ С
Коэффициент теплопроводности	0,3 – 0,4 Вт/м ² ·К
Шероховатость внутренней поверхности	0,016мм
Типы соединений	Разъемные (фланцевое, муфтовое, раструбное, бандажное, резьбовое), неразъемные (клеевые соединения, сварка)

1.5.2. Завод стеклопластиковых труб (ЗСТ)

Завод стеклопластиковых труб (республика Татарстан)–российский производитель стекловолоконных труб, предназначенных для обустройства систем нефтесбора, поддержания пластового давления, транспортировки технической воды, нефти и газа с конденсатом, а также для транспортировки растворов солей, кислот и других химреагентов, к воздействию которых материал трубопроводов химически стоек. Физические параметры труб, изготовленных этим заводом, представлены в таблице 4. ЗСТ является первым производителем стекловолоконных труб в СНГ, чья система менеджмента качества сертифицирована Американским нефтяным институтом по стандартам ISO 9001. Компания с 2001 года выпускает продукцию, которая соответствует ГОСТ Р 53201-2008 "Трубы стеклопластиковые и фитинги"[12].

Таблица 4

Физические параметры труб	Значения
Диаметр условный (внутренний)	50 - 200 мм
Номинальное давление	До 27,6 МПа
Температура перекачиваемой среды	до +150 ⁰ С
Коэффициент теплопроводности	0,26 Вт/м ² · К
Шероховатость внутренней поверхности	0,015мм
Типы соединений	резьбовое, фланцевое, металлическое съёмно-разъёмное (ПМТП).

1.5.3. «ТрубопроводСпецСтрой»

Завод «ТрубопроводСпецСтрой» (г.Пермь) основан в 2006 году путем слияния предприятий ООО «Пласт» и ЗАО НПП «Композит-Нефть»[13]. Компания производит стекловолоконные трубы, футерованные в зависимости от транспортируемой среды резиной, пленкой, ПВХ пленкой или стекломатериалом. Трубы и изделия изготавливают методом намотки стеклоровинга, пропитанного эпоксидным связующим, на полиэтиленовую оболочку с нанесенным слоем композита.

Компания предлагает большой выбор стекловолоконных труб, фасонных изделий и деталей соединений, предназначенных для транспортировки водогазонефтяных эмульсий и сточных вод нефтепромыслов, попутного нефтяного газа, а также для строительства пульпопроводов ишламопроводов для транспортирования других агрессивных сред, к которым материал труб химически устойчив [14]. Основные параметры занесены в таблицу 5.

Таблица 5

Физические параметры труб	Значения
Диаметр условный (внутренний)	50 - 290 мм
Номинальное давление	До 20 МПа (рабочее)
Температура перекачиваемой среды	до +120 ⁰ С
Коэффициент теплопроводности	0,3 – 0,4Вт/м ² · К
Шероховатость внутренней поверхности	0,016 мм
Типы соединений	Разъёмное (фланцевое, муфтовое, раструбное), неразъёмное (клеевая муфта, раструбно-нипельное, резьбовое)

1.5.4. Группа компаний «AMIANтит», технология Атирох

Завод в Даммаме (Саудовская Аравия) выпускает стекловолоконные трубы по технологии АМІРОХ для нефтяной, нефтехимической, а также горнодобывающей промышленности. Трубы и фитинги АМІРОХ изготавливаются из прочного стекловолокна (Е-стекло) и эпоксидной смолы. Данные материалы придают трубопроводам оптимальную прочность. Станки с числовым программным управлением изготавливают продукцию на вращающемся сердечнике при помощи процесса поперечной намотки стекловолокна. Трубы и фитинги АМІРОХ полностью отвечают стандартам ISO 14692 (Части 1, 2, 3, 4) и требованиям API.

Компания АМІАНТИТ осуществляет поставки своей продукции по всему миру [15].

Таблица 6

Физические параметры	Значения
Диаметр условный (внутренний)	80 - 600 мм
Номинальное давление	До 24 МПа
Температура перекачиваемой среды	до +120 ⁰ С
Коэффициент теплопроводности	0,33 Вт/м ² · К
Шероховатость внутренней поверхности	0,0053 мм
Типы соединений	Адгезивные (клеевые) соединения, механические и фланцевые соединения.

Глава 2. Расчеты и аналитика Исследование гидравлических характеристик стеклопластикового и стального трубопроводов, гидравлический удар

Рассмотрим и сравним гидравлические характеристики работы нефтегазосборного трубопровода, на примере участка промышленного трубопровода, принадлежащего южной лицензионной территории Приобского месторождения (ООО «Газпромнефть-Хантос»), выполненного из стеклопластиковых или стальных труб. Нефтегазоводяная смесь с кустовой площадки № 131 поступает в промышленный трубопровод и транспортируется под избыточным давлением скважинного насосного оборудования до точки врезки в существующую нефтесборную сеть.

2.1. Расчет параметров транспортируемой среды

Физико-химические свойства транспортируемой среды и технологические параметры работы нефтегазосборного трубопровода, принятые в расчетных моделях, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Исходные данные для гидравлического расчета

Наименование	Единица измерения	Значение
1. Плотность нефти (норм. усл.)	кг/м ³	867
2. Плотность воды (норм. усл.)	кг/м ³	1006
3. Динамическая вязкость	м ² /с	0,123*10 ⁻⁴
4. Расход жидкости	м ³ /сут	796
5. Температура нефти с куста	°С	32
6. Обводненность	%	92
7. Газовый фактор	м ³ /т	78
8. Начальное давление	МПа	2,2

					Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промышленных нефтепроводов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Волженина Д.А			Глава II. Расчеты и аналитика	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков В.П					37	89
Консульт.						НИ ТПУ зр.2Б4А		
Руков.ООП.		Брусник О.В.						

- Прежде чем перейти к расчетам переведем плотности нефти, воды и газа на рабочие условия ($T=32^{\circ}\text{C}$; $P=2,2\text{МПа}$).

Плотность воды и нефти считаем по формуле:

$$\rho(P, T) = \rho_0 \left[1 + \beta(20 - T) + \frac{(P - P_0)}{K} \right], \quad (1)$$

где ρ_0 – плотность при нормальных условиях ($T = 0^{\circ}\text{C}$; $P = 0,101325\text{МПа}$), кг/м^3 ;

β – коэффициент объемного расширения (для нефти $\beta = 0,000782$, для воды $\beta = 0,000435$);

P_0 – атмосферное давление, Па;

K – модуль упругости, МПа (для нефти $K = 1500\text{МПа}$, для воды $K = 2060\text{МПа}$).

$$\rho_{\text{н}}(P, T) = 867 \left[1 + 0,000782(20 - 32) + \frac{(2,2 - 0,101325)}{1500} \right] = 860,1 \text{кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{в}}(P, T) = 1006 \left[1 + 0,000435(20 - 32) + \frac{(2,2 - 0,101325)}{2060} \right] = 1002 \text{кг/м}^3.$$

Плотность газа можно рассчитать согласно закону Менделеева-Клапейрона:

$$P = \rho RT; \quad (2)$$

$$\rho(P, T) = P/RT, \quad (3)$$

где R – универсальная газовая постоянная ($R = 8,31 \text{ Дж/(моль.К)}$).

$$\rho_{\text{газа}}(P, T) = \frac{2,2 \cdot 10^6}{8,31 \cdot (32 + 273)} = 0,868 \text{ кг/м}^3.$$

- Далее определим расход нефти и воды в нефтегазосборном трубопроводе:

$$Q_{\text{ж}} = Q_{\text{в}} + Q_{\text{н}}, \quad (4)$$

где $Q_{\text{ж}}$ – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{в}}$ – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{н}}$ – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{сут}$.

Обводненность продукции составляет 92%, следовательно, расход воды равен:

$$Q_B = 0,92 * Q_{ж} = 0,92 * 796 = 732,32 \text{ м}^3 / \text{сут.} \quad (5)$$

Тогда находим расход нефти:

$$Q_H = Q_{ж} - Q_B = 796 - 732,32 = 63,68 \text{ м}^3 / \text{сут.} \quad (6)$$

- Найдем массовые расходы нефти и воды:

$$G = \rho * Q, \quad (7)$$

где G – массовый расход жидкости, кг/сут;

ρ – плотность жидкости, кг/м³.

Массовый расход воды равен:

$$G_B = \rho_B * Q_B = 1002 * 732,32 = 733638,2 \text{ кг/сут;} \quad (8)$$

Массовый расход нефти равен:

$$G_H = \rho_H * Q_H = 860,1 * 63,68 = 54771,2 \text{ кг/сут.} \quad (9)$$

- Вычислим объемный и массовый расход газа:

$$Q_G = \Gamma * G_H; \quad (10)$$

$$G_G = \rho_G * Q_G, \quad (11)$$

где $\Gamma = 78 \text{ м}^3 / \text{т}$ – газовый фактор;

ρ_G – плотность газа, кг/м³

$$Q_G = \Gamma * G_H = 78 / 1000 * 54771,2 = 4272 \text{ м}^3 / \text{сут.};$$

$$G_G = \rho_G * Q_G = 0,868 * 4272 = 3708,2 \text{ кг/сут.}$$

- Найдем суммарный объёмный и массовый расход в час:

$$\Sigma Q = Q_{ж} + Q_G = (796 + 4272) / 24 = 211,2 \text{ м}^3 / \text{час;} \quad (12)$$

$$\Sigma G = G_H + G_B + G_G = (54771,2 + 733638,2 + 3708,2) / 24 = 33004,9 \text{ кг/час.} \quad (13)$$

- Вычислим среднюю плотность перекачиваемой среды, разделив суммарный массовый расход на объемный:

$$\rho_{см} = \frac{\Sigma G}{\Sigma Q} = \frac{33004,9}{211,2} = 156,3 \text{ кг/м}^3. \quad (14)$$

- Вычислим кинематическую вязкость газожидкостной смеси

$$\nu_{см} = \frac{1}{\left(\frac{\beta}{\nu_G}\right) + \left(\frac{1-\beta}{\nu_{ж}}\right)}, \quad (15)$$

где β – объемное газосодержание;

					Глава II. Расчеты и аналитика	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$\nu_{\Gamma}, \nu_{\text{ж}}$ – кинематические вязкости газа и жидкости соответственно, $\text{м}^2/\text{с}$.

$$\beta = \frac{Q_{\Gamma}}{\Sigma Q} = \frac{4272}{5068} = 0,85; \quad (16)$$
$$\nu_{\text{см}} = \frac{1}{\left(\frac{0,85}{1,18 \cdot 10^{-6}}\right) + \left(\frac{1-0,85}{22,4 \cdot 10^{-6}}\right)} = 1,38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

• Для определения конечной температуры рассчитаем массовые доли нефти, воды и газа в смеси:

$$X_{\text{н}} = \frac{G_{\text{н}}}{\Sigma G} = \frac{54771,2}{792117,6} = 0,0691 \text{ – массовая доля нефти}; \quad (17)$$

$$X_{\text{в}} = \frac{G_{\text{в}}}{\Sigma G} = \frac{733638,2}{792117,6} = 0,9262 \text{ – массовая доля воды}; \quad (18)$$

$$X_{\Gamma} = \frac{G_{\Gamma}}{\Sigma G} = \frac{349,92}{792117,6} = 0,0047 \text{ – массовая доля газа}. \quad (19)$$

• Найдем удельное значение теплоемкости смеси:

$$c_{\text{см}} = c_{\text{н}} \cdot X_{\text{н}} + c_{\text{в}} \cdot X_{\text{в}} + c_{\Gamma} \cdot X_{\Gamma}, \quad (20)$$

где $c_{\text{н}} = 880 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{К})$ – удельная теплоемкость нефти;

$c_{\text{в}} = 3793,68 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{К})$ – удельная теплоемкость воды (учитывая соленость);

$c_{\Gamma} = 2,252 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{К})$ – удельная теплоемкость газа.

$$c_{\text{см}} = 880 \cdot 0,0691 + 3793,68 \cdot 0,9262 + 2,252 \cdot 0,0047 = 3574,5 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{К}).$$

2.2. Расчет стального трубопровода

Для сравнения гидравлических характеристик работы промышленного трубопровода выполним гидравлический расчет для участка трубопровода из стальных труб диаметром 159х4,5 мм с характеристиками, представленными в таблице 2.2.

2.2.1. Гидравлический расчет

Таблица 2.2 - Характеристика нефтегазосборного трубопровода из стали

Наименование	Единица измерения	Значение
1. Протяженность, L	м	860
2. Внешний диаметр, D	мм	159
3. Толщина стенки, δ	мм	4,5
4. Коэффициент теплопередачи, k	Вт/м*°К	47
5. Абсолютная шероховатость, Δ	мм	0,3
6. Суммарный объемный расход	м ³ /час	211,2
7. Суммарный массовый расход	кг/час	33004,9
8. Плотность смеси	кг/м ³	156,3
9. Кинематическая вязкость смеси	м ² /с	1,38 * 10 ⁻⁶
10. Удельная теплоемкость смеси	Дж/(кг*°К)	3574,5

• Для определения потерь напора и давления по длине трубопровода необходимо рассчитать число Рейнольдса и коэффициент гидравлического сопротивления. Для этого найдем скорость потока по формуле:

$$\omega = \frac{4 \cdot \sum Q}{\pi \cdot d^2}, \quad (21)$$

где $\sum Q$ – суммарный объемный расход, м³/сек;

d = 0,15 м - внутренний диаметр трубопровода.

$$\omega = \frac{4 \cdot 211,2 \cdot 10^{-6}}{3600 \cdot 3,14 \cdot 150^2} = 3,32 \text{ м/с.}$$

• Найдем число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu_{см}} = \frac{3,32 \cdot 150 \cdot 10^{-3}}{1,38 \cdot 10^{-6}} = 360955. \quad (22)$$

$Re > 4000$, значит режим течения турбулентный, для расчёта коэффициента гидравлического сопротивления необходимо определить зону сопротивления:

$$Re > 560 * \frac{d}{\Delta},$$

где $\Delta = 0,3$ мм - абсолютная шероховатость внутренней поверхности трубы.

$Re > 280000$ – зона квадратичного сопротивления

• Тогда коэффициент гидравлического сопротивления находим по формуле Шифрисона:

$$\lambda = 0,11 * \left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0,25} = 0,11 * \left(\frac{0,3}{150}\right)^{0,25} = 0,023. \quad (23)$$

• Определим потери напора на трение:

$$\Delta h = \frac{\lambda * L * \omega^2}{2g * d}, \quad (24)$$

где $L = 860$ м – длина трубопровода;

$g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения;

$\omega = 3,32$ м/с – скорость потока.

$$\Delta h = \frac{0,023 * 860 * 3,32^2}{2 * 9,81 * 0,15} = 74,08 \text{ м.}$$

• Определим потери давления по длине трубопровода:

$$\Delta P = \frac{\lambda * L * \rho * \omega^2}{2 * d}, \quad (25)$$

где $\lambda = 0,023$ - коэффициент гидравлического сопротивления;

$\rho = 156,3$ – плотность перекачиваемой среды, кг/м³.

$$\Delta P = \frac{0,023 * 860 * 156,3 * 3,32^2}{2 * 0,15} = 0,115 \text{ Мпа.}$$

					Глава II. Расчёты и аналитика	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

2.2.2. Расчет гидравлического удара

Гидравлическим ударом называют резкое изменение давления в напорном трубопроводе при резком изменении скорости движения жидкости. Это явление может быть вызвано быстрым открытием или закрытием задвижки, крана, клапана, резкой остановкой или пуском гидродвигателя или насоса. Все эти ситуации ведут за собой уменьшение или увеличение скорости движения жидкости, в следствие чего давление перед запорным устройством резко возрастает (положительный гидравлический удар) или падает (отрицательный гидравлический удар), повышение давления может быть настолько большим, что способно привести к разрыву трубопровода.

Гидравлический удар особенно проявляется в жёстких трубопроводах при большой скорости потока. Стальные трубы обладают меньшей упругостью, чем трубы из композитных материалов. Для силы гидроудара рассчитаем сачок давления для участка промыслового трубопровода, выполненного из стальных труб. Характеристики для расчета приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Исходные данные для расчета гидроудара стальном трубопроводе

Наименование	Единица измерения	Значение
1. Объемная упругость жидкости, k	Мпа ⁻¹	1084
2. Плотность, ρ	кг/м ³	156,3
3. Модуль упругости материала трубопровода, сталь, E_h	МПа	20900
4. Внешний диаметр трубопровода, D	мм	159
5. Внутренний диаметр трубопровода, d	мм	150
6. Скорость жидкости, ω	м/с	3,32

• Расчет гидравлического удара осуществляется по формуле Жуковского Н.Е. Для определения максимального давления гидравлического удара P_s в трубопроводе сначала рассчитаем скорость распространения волн давления a по формуле:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{k} + \frac{\rho d}{E_h + \delta}}}, \quad (26)$$

где c – скорость распространения волн давления, м/с;

ρ – плотность жидкости, кг/м³;

K – объемная упругость жидкости, Па;

E_h – модуль упругости материала трубопровода, стеклопластик, Па;

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

δ – толщина стенки трубы, м.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\frac{860,1}{784 \cdot 10^6} + \frac{860,1 \cdot 150 \cdot 10^{-3}}{20900 \cdot 10^6 + 4,5 \cdot 10^{-3}}}} = 2421 \text{ м/с.}$$

Тогда повышение давления при гидравлическом ударе в стальном трубопроводе вследствие мгновенного полного прекращения движения жидкости (закрытие арматуры) находим по формуле:

$$P_s = \rho c \Delta \omega, \quad (27)$$

где ω – средняя скорость жидкости, м/с.

$$P_s = 860,1 \cdot 897,13 \cdot 3,32 = 1,26 \text{ МПа.}$$

2.2.3. Тепловой расчет стального трубопровода с изоляцией

Для расчета выбран трубопровод с теплоизоляцией из пенополиуретана внутренним диаметром 150мм. Параметры, необходимые для расчета представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Данные для теплового расчета стального трубопровода с теплоизоляцией из пенополиуретановой скорлупы

Наименование	Единица измерения	Значение
1. Внутренний диаметр трубопровода, d	мм	0,15
2. Внешний диаметр стальной трубы, D	мм	0,159
3. Внешний диаметр изоляции, D'	мм	0,20
4. Скорость потока, ω	м/с	3,32
5. Коэффициент гидравлического сопротивления, λ		0,027
6. Число Рейнольдса, Re		40497,4
7. Потери напора на трение, Δh	м	74,08
8. Динамическая вязкость, μ	Па*с	0,01927
9. Коэффициент теплопроводности нефти, λ_n	Вт/м К	0,13
10. Теплоёмкость смеси, C_p	Дж/кг К	3574,48
11. Коэффициент теплопроводности стали, $\lambda_{ст}$	Вт/м К	47

12. Коэффициент теплопроводности изоляции (пенополиуретан), лиз	Вт/м К	0,035
13. Коэффициент теплоотдачи от поверхности земли в воздух, аβ	Вт/м ² К	37,5
14. Коэффициент теплопроводности нефти, λгр	Вт/м ² К	1,6
15. Ускорение свободного падения, g	м/с ²	9,81
16. Начальная температура нефти, tн	С	32
17. Температура грунта, t0	С	-11,5
18. Длина трубопровода, L	м	860
19. Массовый расход, G	кг/сек	9,168

- Температуру нефти в конце участка для термоизолированной стальной трубы определяем по формуле:

$$T_L = (T_n - T_0 - u) * e^{-\text{Шу}} - T_0 + u, \quad (28)$$

где $T_0 = -11,5^\circ\text{C}$ – температура грунта на глубине залегания трубопровода;

$T_n = 32^\circ\text{C}$ – начальная температура нефти;

U - поправка, учитывающая выделение тепла при трении транспортируемой среды о стенки трубы, рассчитываемая по формуле:

$$u = \frac{g * G * \Delta h}{K * L}, \quad (29)$$

где $g = 9.81$ м/с² – ускорение свободного падения;

$G = 9,168$ кг/с – массовый расход;

Δh – потери напора на трение, м;

K – коэффициент теплопередачи от флюида в среду, Вт/ м²*К;

$L = 860$ м – длина участка трубопровода.

- Коэффициент теплопередачи от флюида в среду находим по формуле:

$$K = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 * d} + \frac{R}{2} + \frac{1}{\alpha_2 * D'}}, \quad (30)$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи от нефти ко внутренней стенке трубы, Вт/м² К;

α_2 – коэффициент теплоотдачи от изоляции в грунт, Вт/м² К;

R – термическое сопротивление стенки трубы, м К/Вт;

$D' = 0,25$ м – внешний диаметр изоляции.

- Рассчитаем необходимые коэффициенты α_1 и α_2 :

					Глава II. Расчеты и аналитика	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_n * Nu}{d}, \quad (31)$$

где $\lambda_n = 0,13$ Вт/м*К – коэффициент теплопроводности нефти;

Nu – число Нуссельта. Для турбулентного режима течения рассчитывается по формуле:

$$Nu = 0.021 * Re^{0,8} * Pr^{0,43}, \quad (32)$$

где $Re = 360955$ – число Рейнольдса;

Pr – число Прандтля.

$$Pr = \frac{C_p * \mu}{\lambda_n}, \quad (33)$$

где $C_p = 3574,48$ Дж/кг*К – удельная теплоемкость транспортируемой среды;

$\mu = 0,01927$ Па*с – динамическая вязкость.

$$Pr = \frac{3574,48 * 0,01927}{0,13} = 529,85;$$

$$Nu = 0.021 * 360955^{0,8} * 529,85^{0,43} = 8701.$$

Тогда коэффициент теплоотдачи от нефти ко внутренней стенке трубы равен:

$$\alpha_1 = \frac{0,13 * 8701}{0,15} = 7540,8 \text{ Вт/м}^2 \text{ К.}$$

- коэффициент теплоотдачи от изоляции в грунт находим по формуле:

$$\alpha_2 = \frac{2\lambda_{гр}}{D \ln\left(\frac{2h_{пр}}{D} + \sqrt{\left(\frac{2h_{пр}}{D}\right)^2 - 1}\right)}, \quad (34)$$

где $\lambda_{гр} = 0,2$ Вт/м² К – коэффициент теплопроводности грунта;

$D = 0,159$ м – внешний диаметр стальной трубы;

$h_{пр}$ – приведенная глубина заложения, м.

$$h_{пр} = h + \frac{\lambda_{гр}}{a_\beta}, \quad (35)$$

где $h = 0,85$ м – глубина заложения оси трубопровода;

$a_\beta = 37,5$ Вт/м² К – теплоотдача от поверхности земли в воздух.

$$h_{пр} = 0,85 + \frac{0,2}{37,5} = 0,89 \text{ м;}$$

$$\alpha_2 = \frac{2 * 0,2}{0,159 * \ln\left(\frac{2 * 0,89}{0,159} + \sqrt{\left(\frac{2 * 0,89}{0,159}\right)^2 - 1}\right)} = 6,47 \text{ Вт/м}^2 \text{ К.}$$

					Глава II. Расчеты и аналитика	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Рассчитаем термическое сопротивление стенки трубы:

$$R = \frac{1}{\lambda_{ст}} * \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\lambda_{из}} * \ln \frac{D'}{D}, \quad (36)$$

где $\lambda_{ст} = 47 \text{ Вт/ м}^{\circ}\text{К}$ – коэффициент теплопроводности стали;

$\lambda_{из} = 0,035 \text{ Вт/ м}^{\circ}\text{К}$ – коэффициент теплопроводности изоляции (пенополиуретан);

$$R = \frac{1}{47} * \ln \frac{159}{150} + \frac{1}{0,035} * \ln \frac{200}{159} = 6,55 \text{ м К/Вт}.$$

- Теперь вычислим коэффициент теплопередачи от флюида в среду по формуле:

$$K = \frac{3,14}{\frac{1}{7540,8 * 0,15} + \frac{6,55}{2} + \frac{1}{6,47 * 0,25}} = 0,77 \text{ Вт/ м}^{\circ}\text{К}.$$

- По формуле найдем поправку на выделение тепла при трении транспортируемой среды о стенку трубы:

$$u = \frac{9,81 * 9,168 * 74,08}{0,77 * 860} = 10.$$

- Для расчёта потерь температуры определим число Шухова по формуле:

$$\text{Шу} = \frac{K * L}{G * c_p} = \frac{0,44 * 860}{9,168 * 3574,48} = 0,085. \quad (37)$$

- Тогда температура нефти в конце участка равно:

$$T_L = (32 + 11,5 - 10) * e^{-0,085} + 11,5 + 10 = 31,32^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta T = T_H - T_L = 0,67^{\circ}\text{C}. \quad (38)$$

$d = 0,15$ м – внутренний диаметр трубы;

$D = 0,159$ м – внешний диаметр трубы.

- Рассчитаем термическое сопротивление стенки трубы:

$$R = \frac{1}{\lambda_{ст}} * \ln \frac{D}{d}, \quad (40)$$

где $\lambda_{ст} = 47$ Вт/ м*К – коэффициент теплопроводности стали.

$$R = \frac{1}{47} * \ln \frac{159}{150} = 0,0124 \text{ м К/Вт.}$$

- Подставим полученные коэффициенты в формулу (38) вычислим коэффициент теплопередачи от флюида в среду:

$$K = \frac{3,14}{\frac{1}{7540,8 * 0,15} + \frac{0,0124}{2} + \frac{1}{6,47 * 0,159}} = 3,23 \text{ Вт/ м * К.}$$

- По формуле (29) найдем поправку на выделение тепла при трении транспортируемой среды о стенку трубы:

$$u = \frac{9,81 * 9,168 * 74,08}{3,23 * 860} = 2,4.$$

- Определим число Шухова по формуле (37):

$$\text{Шу} = \frac{K * L}{G * C_p} = \frac{3,23 * 860}{9,168 * 3574,48} = 0,085.$$

- Тогда температура нефти в конце участка равно:

$$T_L = (32 + 11,5 - 2,4) * e^{-0,085} + 11,5 + 2,4 = 28,66^\circ\text{C.}$$

$$\Delta T = T_H - T_L = 3,34^\circ\text{C.}$$

2.3. Расчет стекловолоконного трубопровода

Для расчета выбран трубопровод, собранный из стекловолоконных труб, изготовленных «Заводом стеклопластиковых труб» в Татарстане. Условные диаметры продукции удовлетворяют характеристикам трубопровода, шероховатость внутренней поверхности и коэффициент теплопроводности труб имеют наименьшие значения в сравнении с другими выше представленными производителями. Характеристики, используемые в расчётах представлены в таблице 2.6.

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Глава II. Расчеты и аналитика				

2.3.1. Гидравлический расчет

Таблица 2.6 - Характеристика нефтегазосборного стекловолоконного трубопровода

Наименование	Единица измерения	Значение
1. Протяженность, L	м	860
2. Внешний диаметр, D	мм	163
3. Толщина стенки, δ	мм	6,5
4. Коэффициент теплопередачи, k	Вт/м · К	0,26
5. Абсолютная шероховатость, Δ	мм	0,015

- Скорость потока находим по формуле (21):

$$\omega = \frac{4 \cdot 211,2 \cdot 10^6}{3600 \cdot 3,14 \cdot 150^2} = 3,32 \text{ м/с.}$$

- По формуле (22) рассчитаем число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu_{см}} = \frac{3,32 \cdot 150 \cdot 10^{-3}}{1,38 \cdot 10^{-6}} = 360955.$$

$Re > 4000$, значит режим течения турбулентный, для расчёта коэффициента гидравлического сопротивления необходимо определить зону сопротивления:

$$10 \cdot \frac{d}{\Delta} < Re < 50 \cdot \frac{d}{\Delta},$$

где $\Delta = 0,015$ мм - абсолютная шероховатость внутренней поверхности трубы.

$$100000 < Re < 5600000 \text{ – зона Альтшуля.}$$

- Тогда коэффициент гидравлического сопротивления вычисляем по формуле для зоны шероховатых труб:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,015}{150} + \frac{68}{360955} \right)^{0,25} = 0,014.$$

- Определим потери напора на трение по формуле (24):

$$\Delta h = \frac{0,014 \cdot 860 \cdot 3,32^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,15} = 71,83 \text{ м.}$$

- По формуле (25) определим потери давления по длине трубопровода:

$$\Delta P = \frac{0,014 \cdot 860 \cdot 156,3 \cdot 3,32^2}{2 \cdot 0,15} = 0,071 \text{ МПа.}$$

2.3.2. Расчет гидравлического удара

Повышение давления при гидравлическом ударе в стеклобазальтоволоконном трубопроводе будет ниже за счет свойств самого материала трубы. Исходные данные, принятые для расчета гидроудара в стекловолоконном трубопроводе представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Исходные данные для расчета гидроудара в стекловолоконном трубопроводе

Наименование	Единица измерения	Значение
1. Объемная упругость жидкости, k	МПа ⁻¹	1084
2. Плотность, ρ	кг/м ³	156,3
3. Модуль упругости материала трубопровода, стеклопластик, E _h	МПа	28900
4. Внешний диаметр трубопровода, D	мм	163
5. Внутренний диаметр трубопровода, d	мм	150
6. Скорость жидкости, ω	м/с	3,32

- Для определения максимального давления гидравлического удара P_s в трубопроводе сначала рассчитаем скорость распространения волн давления а по формуле (26):

$$c = \frac{1}{\sqrt{\frac{860,1}{784 \cdot 10^6} + \frac{860,1 \cdot 150 \cdot 10^{-3}}{28900 \cdot 10^6 + 6,5 \cdot 10^{-3}}}} = 1928 \text{ м/с}$$

Повышение давления при гидравлическом ударе в стекловолоконном трубопроводе вследствие мгновенного полного прекращения движения жидкости (закрытие арматуры) находим по формуле (27):

$$P_s = 860,1 \cdot 748,7 \cdot 3,32 = 1 \text{ МПа.}$$

- «Завод стеклопластиковых труб» на основе гидравлических исследований своей продукции предлагает следующую формулу для расчета гидравлического удара:

$$P_s' = 10^{-3} \cdot \rho \cdot \omega \cdot \sqrt{\frac{\frac{2050}{\rho}}{1 + \frac{d \cdot 2050}{\delta \cdot E_h}}}, \quad (41)$$

где ρ – плотность, кг/м³;

E_h – модуль упругости материала трубопровода, стеклопластик, Па;

ω – средняя скорость жидкости, м/с;

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

δ – толщина стенки трубы, м.

$$Ps' = 10^{-3} * 156,3 * 3,32 * \sqrt{\frac{\frac{2050}{860,1}}{1 + \frac{0,015 * 2050}{0,00065 * 28900 * 10^6}}} = 0,58 \text{ МПа.}$$

Таким образом, повышение давления при гидравлическом ударе в стекловолоконном трубопроводе по формуле Жуковского гораздо выше. Это объясняется тем, что формула Жуковского не учитывает в полной мере свойства стекловолоконного материала, в частности степень поглощения упругих волн давления стенкой трубопровода.

2.3.3. Тепловой расчет стекловолоконного нефтепровода

Таблица 2.8 – Данные для теплового расчета стекловолоконного нефтепровода

Наименование	Единица измерения	Значение
1. Внутренний диаметр трубопровода, d	мм	0,15
2. Внешний диаметр трубы, D	мм	0,163
3. Скорость потока, ω	м/с	3,32
4. Коэффициент гидравлического сопротивления, λ		0,014
5. Число Рейнольдса, Re		3609554
6. Потери напора на трение, Δh	м	45,09
7. Динамическая вязкость, μ	Па*с	0,01927
8. Коэффициент теплопроводности нефти, λ_n	Вт/м К	0,13
9. Теплоёмкость смеси, Cp	Дж/кг К	3574,48
10. Коэффициент теплопроводности стекловолокна, $\lambda_{стекл}$	Вт/м К	0,26
11. Коэффициент теплоотдачи от поверхности земли в воздух, α_β	Вт/м ² К	37,5
12. Коэффициент теплопроводности нефти, $\lambda_{гр}$	Вт/м ² К	1,6
13. Ускорение свободного падения, g	м/с ²	9,81
14. Начальная температура нефти, tн	С	32
15. Температура грунта, t0	С	-11,5
16. Длина трубопровода, L	м	860
17. Массовый расход, G	кг/сек	9,168

- Рассчитаем термическое сопротивление стенки трубы по формуле (40):

$$R = \frac{1}{\lambda_{\text{стекл}}} * \ln \frac{D}{d'}$$

где $\lambda_{\text{стекл}} = 0,26 \text{ Вт/ м*К}$ – коэффициент теплопроводности стали.

$$R = \frac{1}{0,26} * \ln \frac{163}{150} = 0,32 \text{ м К/Вт.}$$

- Теперь вычислим коэффициент теплопередачи от флюида в среду по формуле (39):

$$K = \frac{3,14}{\frac{1}{7540,8*0,15} + \frac{0,32}{2} + \frac{1}{6,47*0,163}} = 2,677 \text{ Вт/ м * К.}$$

- По формуле (29) найдем поправку на выделение тепла при трении транспортируемой среды о стенку трубы:

$$u = \frac{9,81 * 9,168 * 45,09}{2,677 * 860} = 1,76.$$

- Для расчёта потерь температуры определим число Шухова по формуле (37):

$$\text{Шу} = \frac{K*L}{G*C_p} = \frac{2,677*860}{9,168*3574,48} = 0,07.$$

- Тогда температура нефти в конце участка равно:

$$T_L = (32 + 11,5 - 1,76) * e^{-0,07} + 11,5 + 1,76 = 30,17 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$\Delta T = T_H - T_L = 1,83 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Заключение по расчетам

Таблица 2.9- Сравнительная таблица результатов гидравлического расчета

Характеристика	Стекловолоконный трубопровод	Стальной трубопровод	
		с изоляцией	без изоляции
1. Снижение температуры среды, ΔT , °C	1,83	0,67	3,34
2. Падение давления по длине трубопровода, ΔP , МПа	0,071	0,115	
3. Повышение давления при гидроударе, P_s , МПа	0,58	1,26	

В соответствии с проведенными расчетами можно сделать вывод о том, что трубопроводы из стекловолокна более эффективны для использования в низкотемпературных условиях за счет малой теплопроводности, чем традиционные стальные трубы. Вместе с тем температурный расчет показал, что использование теплоизоляции для стальных труб является более эффективным решением для снижения теплопотерь. Однако это более ресурсозатратно нежели использование стеклобазальтоволоконных труб в более тонкой теплоизоляции, которая позволит получать на выходе тот же результат. Также низкая шероховатость внутренней поверхности трубы и, как следствие, меньшее накопление отложений парафинов и механических примесей в стекловолоконных трубах обеспечивает снижение потерь напора на трение и местное сопротивление. По результатам расчёта гидроудара можно сделать вывод о том, что стекловолоконный трубопровод имеет большую устойчивость к динамическим нагрузкам, по сравнению со стальным трубопроводом, за счет эластичности стенок.

Таким образом, помимо полного отсутствия коррозии, низкая шероховатость стекло-базальтоволоконных труб (0,0015 мм) и низкая теплопроводность улучшают эксплуатационные характеристики промышленного трубопровода, а именно:

– для перекачки одинакового объема нефтегазоводяной смеси, диаметр стекло-базальтоволоконных труб может быть выбран меньший, чем диаметр стальных труб;

– потребление насосным оборудованием электроэнергии на перекачку одинакового объема среды будут меньше за счет незначительного падения давления по всей длине трубопровода;

– возможность экономии на теплоизоляции в низкотемпературных условиях эксплуатации.

Данные расчеты также будут актуальны и для трубопровода из базальтоволокна, за счет его большей устойчивости к температурам и нагрузкам.

					Глава II. Расчеты и аналитика	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Волжениной Диане Алексеевне

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Страховые взносы 30% (с учетом ФСС и ФОМС) Взносы фонд социального страхования (ФСС) 2,9%; Взносы в фонд обязательного медицинского страхования (ФОМС) 5,1%; Взносы в фонд обязательного социального страхования от несчастных случаев и производстве 0,9%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Обоснование перспективности строительства стеклопластикового трубопровода взамен стального трубопровода с целью повышения надежности транспорта нефти
--	---

2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование видов работ, расчет норм времени, формирование кадрового состава и расчет основных статей расходов на замену старого стального трубопровода новым стекловолоконным или стальным
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Линейный календарный проведения работ на объекте 2. Сравнительная диаграмма затрат на проведение мероприятия 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.02.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения социально-гуманитарных наук	Макашева Ю.С.			18.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Волженина Диана Алексеевна		18.02.2018

Глава III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В выпускной квалификационной работе рассматривается эффективность применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промышленных нефтепроводов. Целью экономического анализа является расчет нормативной продолжительности выполнения работ и сметной стоимости, а также сравнение стоимости замены существующего стального трубопровода на стекловолоконный и новый стальной трубопровод с целью определения срока окупаемости и целесообразности осуществления данных работ.

Состав затрат в соответствии с их экономическим содержанием формируется по следующим элементам:

1. Материальные затраты;
2. Затраты на оплату труда;
3. Отчисления на социальные нужды;
4. Амортизационные отчисления;
5. Прочие расходы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промышленных нефтепроводов			
Разраб.		Волженина Д.А.			Глава III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков В.П.					58	89
Консульт.						НИ ТПУ гр.2Б4А		
Руков.ООП		Брусник О.В.						

3.1. Расчет затрат на мероприятие по замене стального трубопровода стекловолоконным

3.1.1. Расчет времени на проведение мероприятия.

Нормативная продолжительность выполнения работ складывается из следующих производственных процессов:

- подготовительные работы;
- монтажные работы;
- испытания;
- заключительные работы.

Согласно справочнику «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е2. Земляные работы» время на выполнение мероприятия представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1- Время выполнения технологических операций

Наименование работ	Время, ч.
Снятие плодородного слоя почвы	70
Разработка котлована	180
Вырезка и демонтаж заменяемого участка трубопровода	90
Монтаж стекловолоконного трубопровода	24
Укладка смонтированного трубопровода в траншею	50
Контроль качества соединений	48
Засыпка котлована	70
Рекультивация земель	90
ИТОГО:	622

Следовательно, общее время на выполнение мероприятия по строительству стального трубопровода будет равно:

$$T = 622 \text{ (ч).}$$

Наименование операции	Часы	Недели								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подготовительные	250	■	■	■	■	■				
Монтажные	164				■	■	■			
Испытательные	48						■			
Заключительные	160							■	■	■

Рисунок 3.17- Линейный календарный проведения работ на объекте

3.1.2. Расчет количества необходимой специальной техники и оборудования.

Для проведения земляных работ, монтажа трубопровода, спуска его в траншею и рекультивации земель необходима специальная техника, представленная в таблице 3.2.

Таблица 3.2- Необходимая специальная техника и оборудование для замены стального трубопровода на стекловолоконный

Наименование специальной техники и оборудования	Вид работ	Количество единиц
Бульдозер ДЗ-28	Снятие плодородного слоя почвы, засыпка и планировка грунта	2
Одноковшовый экскаватор ЭО-2621	Разработка и засыпка котлована	3
Труборезная машинка REMS Центо	Вырезка стального трубопровода	1
Трубоукладчик ТР-12.19-02	Укладка стекловолоконного трубопровода в траншею	3
Кран автомобильный КС-6471	Подъем и перемещение различных грузов	2
Автосамосвал Камаз-5511	Перевозка навалочных и сыпучих грузов	2
Плетьевоз ПВ-204	Транспортировка труб к месту производства работ	1
Газоанализатор Drager X-am 5000	Контроль уровня предельно-допустимой концентрации газа в месте производства работ	2
ИТОГО:		14

3.1.3. Затраты на амортизационные отчисления.

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части.

Нормы амортизации для техники и оборудования, представленных в таблице 2 выбираем согласно единым нормам амортизационных отчислений на

полное восстановление основных средств, включаемых в амортизационные группы (утв. постановлением Правительства РФ от 01.01.2002 N1 (ред. от 07.07.2016). Расчет амортизационных отчислений при проведении строительстве стеклопластикового трубопровода представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3- Расчет амортизационных отчислений на оборудование при строительстве стекловолоконного трубопровода

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, тыс руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./час	Итоговая сумма амортизации, руб.
		одного объекта	всего			
Бульдозер ДЗ-28	2	1980	3960	16,7	75,49	48920
Одноковшовый экскаватор ЭО-2621	3	1060	3180	11,1	40,29	26111
Труборезная машинка REMS Центо	1	117	117	15,7	2,10	1359
Трубоукладчик ТР-12.19-02	3	6300	18900	10	215,7	46603
Кран автомобильный КС-6471	2	3800	7600	10	86,76	56219
Автосамосвал Камаз-5511	2	1500	3000	12,5	42,81	27740
Плетьевоз ПВ-204	1	950	950	12,5	13,56	8784
Газоанализатор Drager X-am 5000	2	50,5	101	14,3	1,65	1068
ИТОГО	14		26308		350,27	216804

3.1.4. Расходы на оплату труда.

Красходам на оплату труда относятся суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда. Также учитываются надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др. Расчет заработной платы можно свести в таблицу 3.4.

Таблица 3.4- Расчет заработной платы

Должность	Кол-во	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, час	Заработная плата с учетом надбавок*, руб.
Машинист бульдозера	2	110	410	230010
Машинист экскаватора	3	100	410	313650
Машинист трубоукладчика	2	110	50	28050
Машинист крана	2	90	190	87210
Плотник	2	75	622	237915
Монтажник	4	80	122	99552
Стропальщик	2	80	122	49776
ИТОГО	19			1046163

*районный коэффициент – 1,7, северная надбавка – 1,5 в ХМАО.

3.1.5. Затраты на страховые взносы.

Затраты на страховые взносы Фонд социального страхования (ФСС), Фонд обязательного медицинского страхования (ФОМС) и обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве при строительстве стального трубопровода, а также отчисления в Пенсионный фонд (ПФР) представлены в таблице 3.5. Проценты отчислений актуальны на 2018 год.

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс VIII с тарифом 0,9 для производства общестроительных работ по прокладке магистральных трубопроводов, линий связи и линий электропередач, не включенных в другие группировки (код по ОКВЭД – 45.21.3).

Таблица 3.5- Расчет страховых взносов при строительстве стекловолоконного трубопровода

Должность	Кол-во	ЗП, руб.	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	Страхование от нечаст. случаев (0,9%)	ПФР (30%)	ИТОГО, руб.
Машинист бульдозера	2	230010	6670,3	11730,5	2070,1	69003,0	71073,1
Машинист экскаватора	3	313650	9095,9	15996,2	2822,9	94095,0	96917,9
Машинист трубоукладчика	2	28050	813,5	1430,6	252,5	8415,0	8667,5
Машинист крана	2	87210	2529,1	4447,7	784,9	26163,0	26947,9
Плотник	2	237915	6899,5	12133,7	2141,2	71374,5	73515,7
Монтажник	4	99552	2887,0	5077,2	896,0	29865,6	30761,6
Стропальщик	2	49776	1443,5	2538,6	448,0	14932,8	15380,8
ИТОГО, руб.	19	1046163	30338,7	53354,3	9415,5	313848,9	323264,5

3.1.6. Затраты на материалы и оборудование

Для расчета используются стекловолоконные трубы «Завода стеклопластиковых труб» длиной 9140мм и внешним диаметром 163мм. Между собой трубы соединены резьбовыми «муфтово-ниппельными» соединениями. Со смежными стальными трубопроводами с помощью стеклопластиковых фланцев. Расчет затрат на материалы приведен в таблице 3.6.

Таблица 3.7 - Затраты на материалы

Наименование материалов	Ед. измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Труба	м	860	2323	1997780
Фланцевое стеклопластиковое соединение	шт	2	3743	7486
Резьбовая смазка	кг	12	1000	12000
ИТОГО				2017266

Расчет стоимости дизельного топлива на проведение мероприятия приведен в таблице 3.7.

Таблица 3.7- Расчет стоимости дизельного топлива

Наименование	Количество	Норма расхода, л/маш.-час.	Цена литра топлива, руб.	Сумма, руб.
Бульдозер ДЗ-28	2	90	43	7740
Одноковшовый экскаватор ЭО-2621	3	100	43	12900
Трубоукладчик ТР-12.19-02	3	40	43	5160
Кран автомобильный КС-6471	2	40	43	3440
Автосамосвал Камаз-5511	2	90	43	7740
Плетьвоз ПВ-204	1	50	43	2150
ИТОГО:				39130

3.1.7. Затраты на проведения мероприятия

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия (Таблица 3.8).

Таблица 3.8- Общая сумма затрат на проведение мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	2017266
2. Затраты на оплату труда	1046163
3. Страховые взносы	323265
4. Амортизационные отчисления	216804
Итого основные расходы	3603498

3.2 Расчет затрат на мероприятие по замене стального трубопровода новым трубопроводом из стали

3.2.1. Расчет времени на проведение мероприятия.

Подготовительные и земляные работы для стального трубопровода будут такими же, как и для стеклопластикового, однако процесс монтажа будет отличаться наличием сварочных работ.

В соответствии со справочником «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е2. Земляные работы» время на выполнение мероприятия представлено в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Время выполнения технологических операций по замене стального трубопровода новым

Наименование работ	Время, ч
Снятие плодородного слоя почвы	70
Разработка котлована	180
Вырезка и демонтаж заменяемого участка трубопровода	90
Разгрузочные работы	12
Сварочные работы	80
Укладка трубопровода в траншею	90
Контроль качества сварных соединений	48
Засыпка котлована	70
Рекультивация земель	90
ИТОГО	730

Следовательно, общее время на выполнение мероприятия по строительству стального трубопровода будет равно:

$$T = 730 \text{ (ч).}$$

Наименование операции	Часы	Недели														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Подготовительные	250	■	■	■	■	■										
Монтажные	272					■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Испытательные	48											■				
Заключительные	160													■	■	■

Рисунок 3.18-Линейный календарный проведения работ на объекте

3.2.2. Расчет количества необходимой специальной техники и оборудования.

Для производства работ по замене существующего стального трубопровода на новый стальной трубопровод необходима специальная техника, представленная в таблице 3.10. Для данного расчета будет применяться комплект сварочного оборудования ССПТ-800 Э.

Таблица 3.10 - Необходимая специальная техника и оборудование для замены стального трубопровода на новый трубопровод из стали

Наименование специальной техники и оборудования	Вид работ	Количество единиц
Бульдозер ДЗ-28	Снятие плодородного слоя почвы, засыпка и планировка грунта	2
Одноковшовый экскаватор ЭО-2621	Разработка и засыпка котлована	3
Труборезная машинка REMS Центо	Вырезка стального трубопровода	1
Трубоукладчик ТР-12.19-02	Укладка стекловолоконного трубопровода в траншею	5
Кран автомобильный КС-6471	Подъем и перемещение различных грузов	4
Автосамосвал Камаз-5511	Перевозка навалочных и сыпучих грузов	2
Плетьевоз ПВ-204	Транспортировка труб к месту производства работ	2
Газоанализатор Drager X-am 5000	Контроль уровня предельно-допустимой концентрации газа в месте производства работ	2
Сварочный агрегат ССПТ-800	Сварочные работы	1
Дизельный генератор	Подача электроэнергии	2
ИТОГО:		24

3.2.3. Затраты на амортизационные отчисления.

Расчет амортизационных отчислений при проведении строительстве стеклопластикового трубопровода представлен в таблице 3.11.

Таблица 3.8- Расчет амортизационных отчислений на оборудование при строительстве нового стального трубопровода

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, тыс руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./час	Итоговая сумма амортизации, руб.
		одного объекта	всего			
Бульдозер ДЗ-28	2	1980	3960	16,7	75,49	55110
Одноковшовый экскаватор ЭО-2621	3	1060	3180	11,1	40,29	29415
Труборезная машинкаREMS Центо	1	117	117	15,7	2,10	1531
Трубоукладчик ТР-12.19-02	5	6300	31500	10	359,59	262500
Кран автомобильный КС-6471	4	3800	15200	10	173,52	126667
Автосамосвал Камаз-5511	2	1500	3000	12,5	42,81	31250
Плетьевоз ПВ-204	2	950	1900	12,5	27,11	19792
Газоанализатор Drager X-am 5000	2	50,5	101	14,3	1,65	1204
Сварочный агрегат ССПТ-800	1	1560	1560	10	17,8	13000
Дизельный генератор	2	326	652	10	7,55	5433
ИТОГО	24					545902

3.2.4. Расходы на оплату труда.

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

учитываются надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др. Расчет заработной платы можно свести в таблицу 3.12.

Таблица 3.9- Расчет заработной платы

Должность	Кол-во	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, час	Заработная плата с учетом надбавок*, руб.
Машинист бульдозера	2	110	410	230010
Машинистэкскаватора	3	100	410	313650
Машинист трубоукладчика	5	110	90	126225
Машинист крана	4	90	272	249696
Плотник	2	75	730	279225
Монтажник	6	80	180	220320
Стропальщик	3	80	180	110160
Сварщик	4	180	218	400248
ИТОГО	29	825	2490	1929534

*районный коэффициент – 1,7, северная надбавка – 1,5 в ХМАО.

3.2.5. Затраты на страховые взносы.

Затраты на страховые взносы представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13- Расчет страховых взносов при строительстве стекловолоконного трубопровода

Должность	Кол-во	ЗП, руб.	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	Страхование от нечаст. случаев (0,9%)	ПФР (30%)	ИТОГО, руб.
Машинист бульдозера	2	230010	6670,3	11730,5	2070,1	69003,0	71073,1
Машинист экскаватора	3	313650	9095,9	15996,2	2822,9	94095,0	96917,9
Машинист трубоукладчика	5	126225	3660,5	6437,5	1136,0	37867,5	39003,5
Машинист крана	4	249696	7241,2	12734,5	2247,3	74908,8	77156,1
Плотник	2	279225	8097,5	14240,5	2513,0	83767,5	86280,5
Монтажник	6	220320	6389,3	11236,3	1982,9	66096,0	68078,9
Стропальщик	3	110160	3194,6	5618,2	991,4	33048,0	34039,4
Сварщик	4	400248	11607,2	20412,6	3602,2	120074,4	123676,6
ИТОГО, руб.	29	1929534	55956,5	98406,2	17365,8	578860,2	596226

3.2.6. Затраты на материалы и оборудование.

Для расчета используем стальные электросварные трубы с теплоизоляцией из пенополиуретановой скорлупы с наружным диаметром 159 мм, длиной трубы 11,5 м (17,15 кг за метр). Для прокладки трубопровода на расстояние 860м потребуется 75 таких труб. Общая сумма представлена в таблице 3.14.

Таблица 3.10 – Затраты на материалы

Наименование материалов	Ед. измерения	Количество	Цена за метр, руб.	Сумма, руб.
Труба новая	м	860	689	592540
Пенополиуретановая скорлупа	м	860	395,3	339958

Расчет стоимости дизельного топлива на проведение мероприятия приведен в таблице 3.15.

Таблица 3.15- Расчет стоимости дизельного топлива

Наименование	Количество	Норма расхода, л/маш.-час.	Цена литра топлива, руб.	Сумма, руб.
Бульдозер ДЗ-28	2	90	43	7740
Одноковшовый экскаватор ЭО-2621	3	100	43	12900
Трубоукладчик ТР-12.19-02	5	50	43	10750
Кран автомобильный КС-6471	4	50	43	8600
Автосамосвал Камаз-5511	2	90	43	7740
Плетьвоз ПВ-204	2	50	43	4300
ИТОГО:				52030

3.2.7. Затраты на проведения мероприятия.

Общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия сведена в таблицу 3.16.

Таблица 3.16 - Общая сумма затрат на проведение мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	984528
2. Затраты на оплату труда	1929534
3. Страховые взносы	596226
4. Амортизационные отчисления	545902
Итого основные расходы	4056190

3.3. Обоснование экономической эффективности проекта

В результате проведённого экономического анализа замены стального трубопровода на стекловолоконный и новый стальной, стекловолоконный трубопровод доказал свою экономическую эффективность, так как стоимость строительства меньше на 112734 руб. в первую очередь за счет экономии на монтажных работах, что служит рекомендацией для строительства стекловолоконного трубопровода взамен стального. Диаграмма представлена на рисунке 3.3.

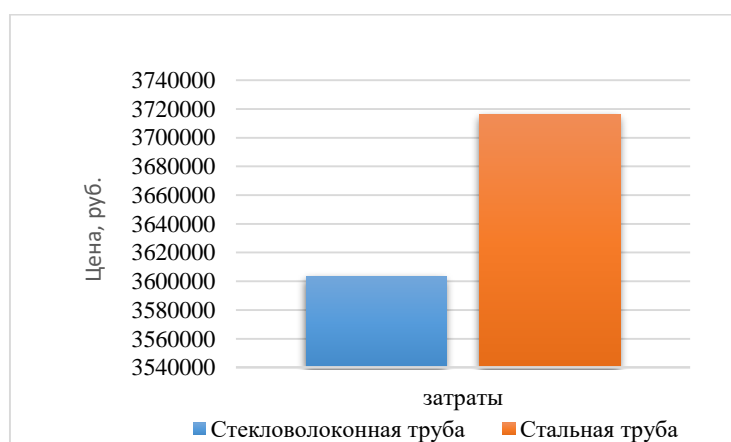


Рисунок 3.3 -Экономическая эффективность проекта

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Волженина Диана Алексеевна

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения

Проектирование и строительномонтажные работы по строительству участка промышленного нефтепровода из стекло-базальтоволоконных труб от кустовой площадки №131 до врезки в нефтесборный коллектор (Приобское месторождение, ХМАО)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

Основными вредными факторами являются: неблагоприятные метеусловия, превышение уровня вибрации, высокий уровень шума, повышенная концентрация вредных веществ в рабочей зоне, недостаточная освещенность.

Опасными факторами являются: наличие оборудования, работающего под высоким напряжением, движущиеся части механизмов, грузоподъемные работы.

2. Экологическая безопасность

При проведении строительномонтажных работ возможно негативное воздействие на атмосферу, литосферу, гидросферу. Необходим комплекс мер по охране окружающей среды.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Оценка возможных чрезвычайных ситуаций. Описание наиболее вероятной ЧС – аварийного разлива нефти при разгерметизации прилегающего участка трубопровода.
---	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.02.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Абраменко Н.С.			18.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Волженина Диана Алексеевна		18.02.2018

Глава IV. Социальная ответственность при выполнении работ по строительству и укладке трубопровода

Социальная ответственность – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров.

Согласно Международному стандарту ICCSR 26000:2011 термин социальная ответственность означает такую ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения;
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях.

В выпускной квалификационной работе рассматривается эффективность применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промышленных нефтепроводов. Строительство трубопровода проводится на открытом воздухе в летний и зимний период с периодичностью, принятой эксплуатирующей организацией, с выездом рабочих к месту расположения строящегося трубопровода, который может находиться как в близости к жилым районам и водоемам, так и в отдалении от них.

					Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промышленных нефтепроводов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Волженина Д.А			Глава IV. Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков В.П.					73	89
Консульт.						НИ ТПУ гр.2Б4А		
Руков. ООП		Брусник О.В.						

4.1 Профессиональная социальная безопасность

Неблагоприятные производственные факторы по результирующему воздействию на организм работающего человека подразделяют:

- на вредные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания;
- опасные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной [16].

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по прокладке нефтепромысловых трубопроводов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по прокладке нефтепромысловых трубопроводов

Наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
1. Разработка траншеи 2. Грузоподъемно-монтажные работы	1. Превышение уровня вибрации. 2. Превышение уровня шума. 3. Метеоусловия 4. Повышенная концентрация вредных веществ в рабочей зоне	1. Наличие оборудования, работающего под высоким напряжением 2. Движущиеся части механизмов 3. Грузоподъемные работы	ГОСТ 12.0.003-2015 2.СанПиН 2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 12.1.003–83* ГОСТ 12.1.005-88 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 ГОСТ Р 53201-2008 ПБ 10-382-00 ГН 2.2.5.1313-03 ГН 2.1.7.2041-06

4.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Превышение уровня вибрации

Вибрации – это механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем, передаваемые телу человека или отдельным его участкам.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [17].

Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни, которая включена в список профессиональных заболеваний.

В зависимости от источника возникновения выделяют три категории вибрации:

- транспортную - воздействует на операторов подвижных самоходных и прицепных машин (тракторы, автомобили) при их движении по местности и дорогам;
- транспортно-технологическую - воздействует на операторов машин с ограниченной скоростью перемещения (экскаваторы, трубоукладчики) по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок;
- технологическую - воздействует на операторов стационарных машин и оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации (станки, насосные агрегаты, вентиляторы).

Нормируемыми параметрами вибрации являются среднеквадратичные значения виброскорости (м/с) для каждого установленного направления, а также их логарифмические уровни в дБ в октавных полосах частот. Регламентируется также продолжительность воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения ее параметров над нормативными значениями.

Методы защиты от вибраций:

- Снижение вибрации в источнике ее возникновения (тщательный выбор режима работы оборудования; тщательная балансировка вращающихся механизмов);

Глава IV. Социальная ответственность

- Уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника (вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, средства индивидуальной защиты).

2. Превышение уровня шума

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в упругой среде (твердой, жидкой или газообразной). Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях рабочего, снижается производительность труда.

Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний (тугоухость) и может явиться причиной несчастного случая. Если действия шума больше 85дБ, то может привести к повышению порога слуха, а также к повышению кровяного давления, что очень пагубно скажется на здоровье [18].

Для снижения шума применяют следующие основные мероприятия:

- Уменьшение уровня шума в источнике его возникновения (повышение точности изготовления машин; замена ударных процессов на безударные; повышение качества балансировки вращающихся деталей, улучшение смазки трущихся поверхностей);

- Звукоизоляция – установка звукоизолирующих ограждений, кабин, кожухов, акустических экранов;

- Установка глушителей шума;

- Применение средств индивидуальной защиты (противошумные наушники, шлемы, вкладыши типа «беруши»).

3. Метеоусловия

К метеоусловиям относятся: температура, влажность, скорость движения воздуха, атмосферное давление, интенсивность радиационного излучения солнца. Так как работы по строительству промышленных нефтепроводов выполняются на открытой местности, то на рабочих оказывает действие атмосферных осадков, сильный ветер, повышенная и пониженная температура воздуха от минус 30 °С до плюс 40 °С, в зависимости от времени года и географического расположения нефтепровода. От воздействия низких температур может быть переохлаждения организма, из-за увеличения теплоотдачи. При воздействии высоких температур существует возможность получить тепловой удар или термический ожог. Во время гололеда, тумана и ветра силой выше 6 м/с выполнять работы по подъему (укладке) трубопровода запрещается.

Работникам на строительстве трубопровода должна быть выдана спецодежда, спецобувь, другие средства защиты. Все средства индивидуальной защиты обязаны иметь сертификаты соответствия.

4. Повышенная концентрация вредных веществ в рабочей зоне

При проведении строительных работ воздух в рабочей зоне насыщается парами нефти, пылью, вредными газами. Перед началом работ на месте проверяется уровень загазованности воздушной среды.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества делятся на четыре класса опасности:

- 1 класс – вещества чрезвычайно опасные (ртуть, свинец, тетраэтилсвинец и др.);
- 2 класс – вещества высокоопасные (бензол, марганец, медь, сероводород и др.);
- 3 класс – вещества умеренно опасные (толуол, метанол, уксусная кислота и др.);
- 4 класс – вещества малоопасные (нефть, бензин, ацетон, этиловый спирт и др.) [19].

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

Все углеводороды оказывают влияние на сердечно-сосудистую систему и показатели крови (снижение содержания эритроцитов и гемоглобина), также возможно нарушение деятельности эндокринных желез и поражение печени. При проведении строительных работ промышленного нефтепровода контроль газовоздушной среды в котловане осуществляется каждые 30 минут. Содержание газов и паров нефти не должно превышать ПДК по санитарным нормам. Выполнение работ разрешается только после устранения опасных условий.

В целях защиты органов дыхания необходимо использовать средства индивидуальной защиты (противогазы, респираторы). Противогазы нужны для защиты от вредных паров и газов, а респираторы – для защиты легких человека от воздействия пыли, взвешенной в воздухе.

4.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Наличие оборудования, работающего под высоким напряжением

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

При строительстве трубопровода, работники имеют дело с электрическим оборудованием, что требует соблюдение правил по электробезопасности. Источники электрического тока, которые создают опасность поражения током: электрический привод насосного оборудования электрооборудование очистных установок, генераторы, сварочные аппараты. Нормы на допустимые токи и напряжения прикосновения в электроустановках должны устанавливаться в соответствии с предельно допустимыми уровнями воздействия на человека токов и напряжений прикосновения и утверждаться в установленном порядке [20].

При выборе и расчете технических устройств и других средств защиты учитываются три основных параметра: сила тока, протекающего через тело человека, напряжении прикосновения и длительность протекания тока.

К основным техническим средствам защиты от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: электрическая изоляция токоведущих частей; ограждение; сигнализация и блокировка; использование малых напряжений; электрическое разделение сети; защитное заземление; зануление; выравнивание потенциалов; защитное отключение; средства индивидуальной защиты; плакаты и знаки безопасности.

2. Движущиеся части механизмов

При проведении полевых работ используются экскаваторы, трактора и другие движущиеся установки различного назначения, в связи с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм.

Для защиты от движущихся механизмов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов [21].

Для обеспечения безопасности при работе со специальными машинами и установками поводят следующие мероприятия:

- проверка наличия защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов;
- плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;
- проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

3. Опасности при грузоподъемных работах

Процессами повышенной опасности при строительстве промышленных нефтепроводов являются: погрузка; разгрузка строительных конструкций и необходимого для проведения строительства оборудования подъемными средствами; транспортировка их к месту проведения строительства грузовыми автомобилями.

					Глава IV. Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Грузоподъемные работы выполняют под руководством мастеров, имеющих аттестат, и ответственных за безопасное перемещение грузов грузоподъемными машинами. Для обеспечения безопасных условий при выполнении различных видов строительно-монтажных работ и исключения травматизма персонала, рабочие и инженерно-технический персонал должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты: касками, перчатками, ботинками с металлическим носком, а также они обязаны хорошо знать и строго соблюдать правила техники безопасности при проведении работ [22].

4.2 Экологическая безопасность

Воздействие трубопроводного транспорта на экологические системы происходит при строительстве его объектов, в процессе эксплуатации и при возникновении аварийных ситуаций. Проведение работ по выбору участка строительства нефтепровода, должно выполняться в соответствии с требованиями руководящих документов и законов в части охраны окружающей среды с сохранением её устойчивого экологического равновесия.

1. Воздействие на атмосферу и мероприятия по ее защите

При строительстве трубопровода негативное влияние на атмосферу в первую очередь оказывают транспорт и строительно-монтажная техника.

Выбросами загрязняющих веществ в атмосферу при строительно-монтажных работах нефтепроводов являются:

- выбросы от работы карбюраторных двигателей автомобилей, которые завозят трубы к месту монтажа;
- выбросы от работы двигателей строительно-монтажной техники (экскаваторы, трубоукладчики, бульдозеры) при производстве земляных и монтажных работ;
- выбросы при сварочных работах.

Также при проведении строительства трубопровода в атмосферу могут попадать пары нефти и нефтепродуктов. В таблице 4.2 представлены ПДК и

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

активизация криогенных процессов, заболачивание территории, уничтожение культурных посевов, развитие безлесных ландшафтов.

Меры по защите литосферы:

- На период проведения работ проезд к строящимся участкам предусматривается по временным подъездным дорогам;
- Подъездные пути и временные автомобильные дороги необходимо устраивать с учетом требований для предотвращения повреждений древесно-кустарниковой растительности и сельскохозяйственных угодий;
- Все строительные работы должны проводиться исключительно в пределах отведенной полосы для уменьшения ущерба, наносимого окружающей природной среде;
- По окончании всех работ необходимо полностью вывезти производственные отходы (металлолом, изоляционные материалы и т. д.) и восстановить нарушенный рельеф местности.

3. Воздействие на гидросферу и мероприятия по ее защите

При устройстве береговых и подводных траншей может происходить загрязнение и механическое разрушение берегов и русла. Влияние нефти, керосина, бензина, мазута, смазочных масел на водоем проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха); растворении в воде токсических веществ; образовании поверхностной пленки нефти и осадка на дне водоема, понижающей содержание в воде кислорода и как следствие ухудшение качества воды и условий обитания водных организмов и растений.

При оборудовании временного городка и оснащении участков работ следует предусматривать специальные зоны для заправки, технического обслуживания, ремонта машин и механизмов, а также оснащать их емкостями для сбора отработанных горюче-смазочных материалов и инвентарными контейнерами для строительных и бытовых отходов. Необходимо исключить попадание неочищенных стоков в водоемы.

- обеспечение проектного уровня характеристик и несущей способности ремонтируемого объекта, сооружения или оборудования;
- минимальное воздействие на окружающую среду, соседние коммуникации и объекты [26].

Производство аварийно-восстановительных работ зависит от характера и места аварии, напряженности перекачки нефти по нефтепроводу и других обстоятельств. Способ ликвидации аварии, технологические операции по выполнению работ должны быть выбраны в зависимости от вида аварии и выполняться в соответствии с инструкцией по ликвидации аварий и повреждений на промышленном нефтепроводе и другими действующими правилами и инструкциями.

Заключение

На сегодняшний день применение стекло-базальтоволоконных труб в нефтегазовой отрасли России весьма ограничено и основные проблемы их внедрения связаны в первую очередь с отсутствием необходимой нормативной базы, наработанных в этой области технологий и квалифицированных специалистов. Российский рынок стекловолоконных и базальтоволоконных труб находится на начальном этапе развития. Спрос на данную продукцию только начинает формироваться, что обуславливает необходимость дополнительных исследований и разработок. Однако такие трубы уже нашли широкое применение за счет своей коррозионной стойкости, низкой теплопроводности, а также простоты монтажа и эксплуатации.

В нефтегазовой отрасли все больше и больше находят свое применение стекло-базальтоволоконные трубы высокого давления на основе эпоксидного связующего. По данным производителей минимальный срок их службы в условиях высокого давления и температур оценивается в 25 лет, что во много превышает срок службы традиционных стальных труб.

В данной работе была приведена подробная классификация композитных труб на основе стекло и базальтоволокна, а также обзор основных производителей, являющихся лидерами в данном сегменте. Также проведены гидравлические расчеты, на основе которых можно сделать вывод об эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в трубопроводном транспорте нефти. Таким образом, со временем композитные стекло-базальтоволоконные трубы могут стать достойной заменой стали для производства внутрипромысловых трубопроводов на нефтегазодобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях.

Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промысловых нефтепроводов					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разраб.		Волженина Д.А			
Руковод.		Бурков В.П.			
Консульт.					
Руков. ООП		Брусник О.В.			
<i>Заключение</i>					
			Лит.	Лист	Листов
				86	89
<i>НИ ТПУ гр.2Б4А</i>					

Список использованной литературы

1. Проблемы внедрения стеклопластиковых труб в нефтяной и газовой промышленности [Текст] // Отчет компании «Композиты СНГ». - 2015. – 4с.
2. Грейлих, В.И. Стекло-базальтопластиковые теплоизолированные трубы [Электронный ресурс] / В.И. Грейлих.// Сантехника. 2005.№ 6. – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3119
3. Интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sovet-ingenera.com>
4. Базальтоволокно [Электронный ресурс] // Компания «Каменный Век». – Режим доступа: <http://basfiber.com>
5. Обзор рынка стекло-базальтопластиковых труб России [Электронный ресурс] / Исследовательская группа «ИНФОМАЙН» – Режим доступа: <http://www.infomine.ru>
6. Виды стеклопластиковых труб [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=5382
7. Волков, А.С. основные проблемы применения стеклопластиковых труб и пути их решения [Электронный ресурс] / А.С. Волков.// Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». 2016.№ 10. – Режим доступа: <http://glavteh.ru/стеклопластиковые-трубы-экономика/>
8. Волков, А.С. методы испытаний и диагностики композитных изделий и стеклопластиковых труб [Электронный ресурс] / А.С. Волков.// Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». 2017.№ 10. – Режим доступа: <http://glavteh.ru/диагностика-композитных-трубопровод/>

					Анализ эффективности применения стекло-базальтоволоконных труб в системе промышленных нефтепроводов					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Список используемой литературы					
Разраб.		Волженина Д.А						Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков В.П.							87	89
Консульт.								НИ ТПУ гр.2Б4А		
Руков. ООП		Брусник О.В..								

9. ГОСТ Р 56795-2015 Композиты полимерные. Шерография полимерных композитов, материалов внутреннего слоя "сэндвич"-конструкций и изготовленных намоткой сосудов, работающих под давлением.

10. Группа компаний «Машспецстрой» [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://www.mssgroup.ru>

11. ТУ 2296-002-05919802-03 Трубы бипластмассовые и соединительные детали. Технические условия.

12. ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб» [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://zst.ru/company/about/>

13. ТрубопроводСпецСтрой [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://lp-tpss.ru>

14. Каталог продукции [Текст] //«ТрубопроводСпецСтрой». - 2016. – 26с.

15. Стеклопластиковые эпоксидные трубы (GRE-трубы) [Текст] //ЗАО «Амитек-руссии». – 12с.

16. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Взамен ГОСТ 12.03.003-74; Введ. 2017.03.01. – М.: Стандартиформ, 2016. – 10 с.

17. ГОСТ 12.1.012–2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

18. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности .

19. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

20. ГОСТ 12.1.009-76. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов одежды.

21. ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих под воздействием механических факторов. Классификация.

22. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – М.: Госгортехнадзор России, 2001.

					Список используемой литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

23. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – Взамен ГН 2.2.5.686-98; Введ. 2003.06.15. – М.: Минздрав России, 2006.

24. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Взамен ГН 2.1.5.689-98; Введ. 2003.06.15. – М.: Минздрав России, 2003.

25. СП 11-107-98 Порядок разработки и состав раздела "Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций" проектов строительства.

26. ГОСТ Р 55435-2013 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация и техническое обслуживание. Основные положения.

					Список используемой литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89