

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



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки: Машины и технологии сварочного производства
 Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка технологии ремонта дефектных участков сварных соединений труб диаметром 1020-1220 мм.

УДК 621.791.052:622.691.4.07

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ51	Слабухин Евгений Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Филишов Николай Яковлевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки: машины и технологии сварочного производства 15.04.01

Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

Период выполнения: (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма предоставления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
Выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом работы:	04.06.2017
------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела(модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.03.2017	1. Литературный обзор.	15
18.03.2017	2. Постановка задачи.	10
28.03.2017	3. Подготовка материалов к проведению экспериментов.	11
06.04.2017	4. Проведение экспериментов	17
12.04.2017	5. Анализ результатов экспериментов	20
20.04.2017	6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и Ресурсосбережение.	12
27.04.2017	7. Социальная ответственность	9
03.05.2017	8. Заключение	6

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н.		

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

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки: Машины и технологии сварочного производства
 Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) Киселев А.С.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ51	Слабухин Евгений Александрович

Тема работы:

Разработка технологии ремонта дефектных участков сварных соединений труб диаметром 1020-1220 мм.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	19.11.2015, 8934/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Линейная часть магистрального трубопровода диаметром 1020-1220 мм. Толщина стенки – 12 мм, сталь К56-К65. Внутренние и наружные дефекты. Ремонтные муфты.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор 2. Общие сведения. 3. Ремонт трубопровода. 4. Расчетное обоснование выбора РСМ 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность. 7. Заключение
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Раздел	Консультант

1. Литературный обзор; 2. Общие сведения. 3. Ремонт трубопровода 4. Расчетное обоснование выбора РСМ 5. Заключение.	Филишов Николай Яковлевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Николаенко Валентин Сергеевич
Социальная ответственность	Гусельников Михаил Эдуардович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Литературный обзор	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	19.11.2015
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Киселев А.С	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ51	Слабухин Е.А		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ51	Слабухину Евгению Александровичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Машины и технологии сварочного производства

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	
1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и технологических	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциалов потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2.Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоёмкости работы, расчет бюджета.
3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта
Перечень графического материала:	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ51	Слабухин Евгений Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1ВМ51	ФИО Слабухину Евгению Александровичу
-----------------	---

Институт	ИНК	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Машины и технологии сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочим местом является отдельное помещение (научная лаборатория). Поскольку данное помещение находится внутри здания, на проектировщика возможны действия следующих факторов:</p> <p>Вредные факторы: монотонный режим работы, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность, превышение уровня шума, повышенный уровень электромагнитных излучений.</p> <p>Опасные факторы: повышенный уровень ультрафиолетовой радиации, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, повышенная температура поверхностей оборудования, материалов.</p>
--	--

<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>1. Техника пожарной безопасности на производстве (ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ). 2. Техника безопасности при работе с электро- и радиотехническими устройствами (ГОСТ 12.1.006-84). 3. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.) ССБТ. 4. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ 12.1.019-2009 ССБТ.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ul style="list-style-type: none"> – Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации; – Воздействие ионизирующего излучения при проведении рентгеноскопии; – Превышение уровня шума; – Анализ показателей микроклимата; – Воздействие инфракрасного излучения.
--	--

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>При работе со сварочной установкой, которая соединена с сетью напряжения, возможны электрические замыкания (удары) для персонала и пожары. Согласно нормам, установлены средства пожаротушения. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне (РЗ).</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Воздействие на окружающую среду сводится к минимуму, за счет минимального количества загрязняющих веществ.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные ЧС на объекте: пожары, землетрясения. К мерам по предупреждению будут относиться: 1. Планирование защиты населения и территории от ЧС на уровне предприятия (организации); 2. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности; 3. Выявление угроз пожара и оповещение персонала; 4. Подготовка работающих к действию в условиях ЧС; 5. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Соблюдение законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении, а также контроль за исправностью работы в помещении.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.04.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ ИНК	Гусельников Михаил Эдуардович.	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ51	Слабухин Евгений Александрович		

Реферат

Магистерская диссертация состоит из – 81 с., 5 рисунков, 14 таблиц, 29 использованных источников, 1-го приложения.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, капитальный ремонт, стеклопластиковая муфта.

Объектом исследования магистерской диссертации является магистральный трубопровод Ø1020-1220мм с толщиной стенки 12мм.

Цель работы – изучение видов ремонта, анализ и обоснование выбора метода ремонта магистральных трубопроводов.

В работе исследованы различные методы ремонта магистрального трубопровода.

В результате исследования получен результат, подтверждающий необходимость своевременного проведения капитального ремонта трубопровода.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016

Abstract

The master thesis consists from – 81 pages, 5 figures, 14 tables, 29 used sources, the 1st application.

Keywords: trunk pipeline, major repair, fiberglass sleeve.

Object of a research of the master thesis is the trunk Ø1020-1220mm pipeline with thickness of a wall of 12 mm.

The operation purpose – a study of types of repair, the analysis and reasons for a choice of a method of repair of trunk pipelines.

In operation different methods of repair of the trunk pipeline are probed.

As a result of a research the result confirming need of timely carrying out major repair of the pipeline is received.

Final qualification work is performed in the text editor Microsoft Word 2016

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ВСН 012-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ
2. РД 08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов
3. СНиП III-42-80 Магистральные трубопроводы
4. РД 153-39.4-067-04 Методы ремонта дефектных участков действующих магистральных нефтепроводов
5. РД-25.160.00-КТН-011-10 Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов
6. РД 23.040.00-КТН-090-07 Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов

Оглавление

Введение.....	13
1. Литературный обзор.....	15
2. Общие сведения	18
2.1 Назначение, состав и классификация магистральных трубопроводов.....	18
2.2 Конструктивные решения магистральных трубопроводов.....	19
2.3 Трубы для магистрального трубопровода	20
2.4 Классификация дефектов.....	21
3. Ремонт трубопровода.....	23
3.1 Текущий ремонт магистрального трубопровода.....	23
3.2 Капитальный ремонт магистрального газопровода.....	24
3.3 Ремонт трубопровода с использованием сварных муфт	29
3.4 Достоинства и недостатки стеклопластиковых муфт.....	32
3.5 Применение стеклопластиковой муфты	34
3.6 Требования к материалам РСМ.....	35
4. Расчетное обоснование выбора РСМ.....	37
4.1 Определение коэффициента усиления дефектного участка с применением стеклопластиковых муфт	37
4.2 Результаты исследования.....	41
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	42
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	42
5.2 Анализ конкурентных технических решений	42
5.3 SWOT – анализ.....	44
5.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	48
5.5 Инициация проекта	48
5.5.1 Цели и результат проекта	49
5.5.2 Организационная структура проекта	50
5.5.3 Ограничения и допущения проекта.....	50
5.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	51
5.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	55

6. Социальная ответственность	56
6.1 Анализ вредных производственных факторов	56
6.1.1 Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения.....	57
6.1.2 Электрическая безопасность.....	58
6.1.3 Пожарная безопасность и мероприятия по ее обеспечению	60
6.1.4 Шум и вибрация	62
6.1.5 Исследование освещенности рабочей зоны	63
6.1.6 Воздушная среда и микроклимат производственного помещения.....	65
6.2 Чрезвычайные ситуации	67
6.3 Охрана окружающей среды.....	68
6.4 Техника безопасности на рабочих местах	70
7. Заключение	72
Список используемых источников.....	73
Приложение А	76

Введение

В ходе эксплуатации трубопровода происходит различный износ его элементов. Вид износа определяется свойствами материала трубопровода, условиями при которых он эксплуатируется, его конструктивными особенностями, качеством изоляционного покрытия и т. д. При нарушении эксплуатационных условий происходит разрушение неизношенной части трубопровода, это может быть: ослабление резьбовых соединений, разрыв трубы, отрыв фланца, выбивание прокладки и др. Но основной износ трубопровода это коррозионный и эрозионный, поэтому в всем мире для эксплуатации систем трубопровода разнообразного назначения важнейшей задачей является восстановление прочности и герметичного состояния, а также устранение участков труб, содержащих дефекты, для поддержания работы трубопроводов в течение долгого времени. Наибольшую значимость для данного вопроса имеет трубопроводов, который транспортирует такие продукты как: газ, нефть, конденсат. Это связано с тем, что данные продукты имеют высокую стоимость и энергоемкость, а при утечке данного сырья в окружающую среду наносится значительный экологический ущерб.

Широкое применение средств различной приборной диагностики с помощью которых можно довольно точно установить характер дефектов и определить их положение на стенке трубы относительно протяженности всего трубопровода. Также существует оценка степени опасности дефектов, которую распределяют в зависимости от этой опасности. Большое влияние на скорость развития дефектов влияют различные факторы, исходя из этого назначают различные методы ремонта дефектов. Проведенный анализ по общему состоянию газопроводов показывает, что в Россия имеет следующие показатели: средний возраст магистральных газопроводов составляет более 20 лет, около 80 % газопроводов России имеют возраст от 15 до 40 лет; около 36×10^3 км нуждаются в ремонте. Больше половины всей протяженности газопроводов выработали срок, по истечении которого изоляция почти

полностью теряет свои защитные свойства, это и приводит к коррозии металла. Каждый год происходит прирост газопроводов, потерявших при эксплуатации устойчивое положение, а также проходящих в водных и болотистых местностях, который составляет несколько сотен километров, именно поэтому нужно уделять особое внимание к вопросу ремонта всех видов трубопроводов.

Целью данной работы является изучение видов ремонта, анализ и обоснование выбора метода ремонта магистральных трубопроводов.

1. Литературный обзор

Важнейшей частью топливно-энергетического комплекса России является газовая и нефтяная промышленность. Развитию газовой и нефтяной промышленности способствовали их экономические преимущества сочетания с их запасами. Проблема транспортировки продуктов на большие расстояния зависит от успешного развития этих отраслей.

Исходя из накопленных повреждений и под действием процессов старения в металле труб с каждым годом происходит ухудшение состояния систем магистральных трубопроводов по мере увеличения продолжительности эксплуатации. Постоянно действующие циклические нагрузки внутреннего давления приводят к тому, что в зонах где присутствует дефект, допущенный при изготовлении трубы или при проведении строительно-монтажных работ, происходит накопление усталостных повреждений.

При стабильной работе трубопроводов определяется и успешная деятельность других не мало важных отраслей промышленности страны. Трубопроводный транспорт выступает в роли связующего звена, которое устанавливает связь между производителем и потребителем.

Главная задача этого транспорта — это быстрая, надёжная и безопасная транспортировка газа. Для этого разрабатываются и реализуются различные комплексные программы, которые направлены на техническое перевооружение и капитальный ремонт магистральных трубопроводов и системы транспортировки. В целях поддержания надёжной работы трубопроводов в современных условиях каждый год выполняется ремонт на нескольких тысячах километрах линейной части трубопроводов.

Следовательно, необходимость проведения исследований по вопросам капитального ремонта для повышения безопасности при работе магистральных трубопроводов является очень важным и актуальным.

Любые действия и мероприятия в нефтегазовой отрасли ремонта магистральных трубопроводов прописаны, в таких документах как СТО Газпром 2-2.3-335-2009 «Инструкция по ремонту дефектных участков трубопроводов стеклопластиковыми муфтами с резьбовой затяжкой» [30], СТО Газпром 2-2.3-231-2008 «Правила производства работ при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром» [10], ВСН 39-1.10-001-99 «Инструкция по ремонту дефектных труб магистральных газопроводов полимерными композиционными материалами» [12], ВСН 39-1.10-006-2000 «Правила производства работ по выборочному капитальному ремонту магистральных газопроводов в различных природно-климатических условиях» [11] и другими.

В своей работе «Разработка методов усовершенствования поточного производства капитального ремонта магистральных газопроводов» Крылов П.В. [15] делает акцент на то, что ежегодный объем ремонта трубопровода увеличивается и, исходя из экономических показателей, для получения большей прибыли, нежно увеличивать темпы проведения ремонта. Также автором было проведено исследование и разработана методика проведения ремонта магистральных трубопроводов.

В работе «Методы ремонта газопроводов с применением труб, бывших в эксплуатации» Малков А.Г. обращает внимание на повторное использование отремонтированных труб может существенно снизить стоимость ремонта магистрального газопровода [13].

Целью автора работы «Разработка и внедрение технологии ремонта магистральных газопроводов больших диаметров с подъемом в траншее» Усанова Р.Р. является повышение эффективности и производительности капитального ремонта [14]. В данной работе автор показывает и доказывает возможность использования рассмотренного метода в условиях пониженных и отрицательных температур.

После исследования вышеупомянутой литературы можно сделать вывод, что на данный момент тема ремонта трубопровода является

действительно актуальной, так как большое количество ученых занимается изучением данной проблемы.

2. Общие сведения

Протяженность современного магистрального трубопровода имеет более 50 тыс. км нефтепроводов и 150 тыс. км газопроводов, и обусловлена большими диаметрами, высоким рабочим давлением и значительным сроком службы. Так как пути трубопровода пересекают шоссейные и железные дороги, проходят через густонаселенные районы, а также через реки, каналы и другие водоемы, к ним необходимо предъявлять самые высокие требования для обеспечения эксплуатационной надежности и промышленной безопасности. [2].

Важнейшей причиной, оказывающей влияние на эксплуатационную надежность трубопровода - это процесс старения. На этот процесс влияют следующие факторы: коррозионные, проектные работы, возрастной фактор, эксплуатационные нарушения правил безопасности и прочее. Следовательно, влияние этих факторов приводит к возникновению аварий, которые в свою очередь ведут к огромным финансовым потерям. Поэтому необходимо уделять огромное внимание ремонту трубопроводов.

2.1 Назначение, состав и классификация магистральных трубопроводов

Магистральный трубопровод – представляет из себя все виды труб, предназначенных для транспортировки различного рода продукции. Диаметр может достигать 1420мм включительно, а перекачивать продукт с избыточным давлением до 10 Мпа. А именно транспортируется:

- природный газ или нефтяной углеводородный газ из районов добычи до места потребления;
- искусственный углеводородный газ;
- углеводородный сжиженный газ (пропан, бутан и их смесей);
- нефть из районов добычи до мест потребления;
- готовые нефтяные продукты от мест их производства до мест потребления;

- товарная продукция в пределах головных и промежуточных нефтеперекачивающих насосных станций, газокompрессорных, станций хранения, распределительных станций и замерных пунктов.

Нефть по индивидуальным нефтепроводам поступает из скважины на пункты сбора, а далее оттуда опять же по нефтепроводам на головные сооружения – установку комплексной подготовки нефти, где происходит отстаивание, удаление воды, очищение, отделение от нефтяного газа и т.д. Далее нефть движется на насосную станцию, а затем в магистральный нефтепровод. Через промежуточные насосные станции нефть перекачивается до конечной насосной станции, а затем потребителю.

Состав магистрального газопровода схож по составу с нефтепроводом, различие заключается в том, что нефтепровод имеет отводы к нефтебазам.

2.2 Конструктивные решения магистральных трубопроводов

Магистральные трубопроводы, в основном идут под землей. Только в некоторых случаях трубы проложены на поверхности земли или на опорах. Такие способы можно применять для прокладки трубопровода в таких местностях как: пустыни, горы, болота, районы вечной мерзлоты и неустойчивые грунты, или на переходах через различные препятствия.

Трубопровод прокладывается одиночно или входит в составе параллельных трубопроводов в общем техническом коридоре. Количество ниток в техническом коридоре зависит от объема транспортируемого продукта.

Расстояние между осью наземных (в насыпи) и подземных трубопроводов до сельскохозяйственных или промышленных предприятий, населенных пунктов, сооружений и зданий должно приниматься в зависимости от класса и диаметра трубопровода, степени ответственности объектов и необходимости обеспечения их безопасности.

Расстояние между параллельными нитками рекомендовано принимать из технологии поточного строительства, гидрогеологических особенностей района, обеспечения безопасности при выполнении работ и надежности трубопроводов в процессе эксплуатации.

2.3 Трубы для магистрального трубопровода

Для изготовления труб магистральных трубопроводов чаще всего применяют сталь, т.к это очень прочный, экономичный, надёжный и хорошо сваривающийся материал. По способу изготовления трубы бывают бесшовные, сварные со спиральным швом и сварные с продольным швом. Применение бесшовных труб необходимо для трубопроводов диаметром до 529 мм, а сварные – при диаметрах 529 мм и выше.

Толщина стенки и наружный диаметр труб прописаны в стандартах. В связи с тем, что строительство трубопроводов осуществляется в разных климатических условиях, трубы принято делить на две большие группы: в обычном исполнении и в северном. Трубы, изготовленные в обычном исполнении, применяют для прокладывания трубопровода в средних и в южных районах страны, где температура эксплуатации не опускается ниже 0С, а температура строительства не ниже –40С. Северное исполнение труб применяется для строительства в северных районах страны, где температура эксплуатации находится в пределах –20С...-40С, а температура строительства не ниже –60С. В связи с этими особенностями выбирается и марка стали подходящая для данных климатических условий. Трубы для магистральных нефтепроводов изготавливают из низколегированных и углеродистых сталей.

2.4 Классификация дефектов

Существуют следующие классы дефектов магистрального трубопровода:

1. Отклонение оси трубы от проектного положения.
2. Нарушение формы поперечных сечений труб.
3. Дефекты сварных соединений и стенки трубы.

К первому классу относятся:

- всплывшие участки трубопровода;
- выпучины и арочные выбросы;
- провисы и просадки [7].

Всплывшие участки - это участки магистрального трубопровода, потерявшие устойчивое положение оси в грунте наполненным водой с выходом на поверхность. Оценить несущую способность таких участков можно, используя рекомендации.

Арочный выброс – это участки трубопровода, потерявшие в процессе работы проектное положение оси с выходом на дневную поверхность. Эти выбросы делятся по форме на симметричные и несимметричные, на косогоре и типа «змейки» в горизонтальной плоскости.

Выпучины – это такие участки трубы, выпучившиеся в результате замерзания грунта, обычно это происходит в результате промерзания талых грунтов, вмещающих трубопровод [4].

Оценивая работоспособность таких участков нужно использовать инструкции.

Провисы – это не закрытые участки трубы, которые не имеют опоры на грунт, такие дефекты возникают к примеру, в результате вымывания горных пород водой или оттаивания промерзлых грунтов.

Просадка - это понижение оси трубы ниже проектного за счет повышения влажности на глинистых или лесных грунтах, или участки труб, находящиеся в климатических условиях где, существуют вечномёрзлые грунты, а при оттаивании этих грунтов труба проседает.

Второй класс дефектов:

- овальность трубы;
- вмятины;
- гофры.

Третий класс дефектов - это дефекты металлургического происхождения, образовавшиеся при монтаже, транспортировке или эксплуатации трубопровода.

Дефекты стенок труб металлургического происхождения:

- расколы;
- расслоения;
- закаты;
- плены;
- рванины;
- ликвация;
- риски [6].

Эти дефекты имеют происхождение механического рода.

Степень концентрации напряжений определяет прочность трубопровода с подобными дефектами в сечении.

Дефекты, имеющие протяженность, дополнительно характеризуются углом между образующей трубопровода и направлением дефекта. Опаснее дефект тогда, когда угол наименьший.

Данная классификация является качественной, а количественные оценки указаны в специально разработанных методиках по классам дефектов, там же приведены расчеты опасности дефектов [3].

Дефекты сварных соединений – это дефекты, возникающие при выполнении сварочных работ при нарушении технологии сварки, к таким дефектам относятся: трещины, поры, непровары, несплавления, различные шлаковые включения, подрезы, превышения проплава и др.

3. Ремонт трубопровода

3.1 Текущий ремонт магистрального трубопровода

Текущий ремонт магистрального трубопровода – это восстановление и (или) замену отдельных его частей его; Это ремонт выполняется, обычно, совместно с техническим обслуживанием трубопровода.

Во время текущего ремонта происходит устранение всех дефектов, выявленных в результате проведения технических работ по обслуживанию трубопроводов.

В процессе выполнения текущего ремонта надземных трубопроводов выполняют следующие работы:

- окраска трубопроводов;
- ремонт или замена креплений трубопровода, удаление поврежденных опор;
- устранение прогиба трубопроводов;
- ремонт и замена компенсаторов;
- очистка арматуры и компенсаторов от загрязнения и ржавчины;
- ремонт или замена настенных знаков;
- проверка герметичности всех сварных, фланцевых и резьбовых соединений мыльной эмульсией или прибором;
- устранение закупорок трубопровода и арматуры;
- ликвидация газовых утечек из арматуры, вварка катушек;
- ликвидация механических повреждений труб газопровода;
- ликвидация газовых утечек из трубопроводов.

В процессе выполнения текущего ремонта подземных (наземных) трубопроводов выполняют следующие работы:

- засыпка подземного трубопровода до проектных отметок в случае размыва, оползней грунта, эрозии; восстановление обвалования наземных трубопроводов,
- ликвидация перекосов;
- ремонт мест повреждения изоляционного покрытия трубопроводов;

- замена ковров и контрольных трубок;
- футеровки труб;
- закрепление лестниц и скоб, заделка выбоин горловин; [1].

3.2 Капитальный ремонт магистрального газопровода

Капитальный ремонт - комплекс мероприятий, включающий в себя работы, в результате которых не происходит изменение основных проектных показателей трубопровода (рабочее давление, вид продукта транспортируемого по трубе, производительность), а связанный с ликвидацией повреждений отдельных частей, конструкций, узлов, деталей, инженерно-технического оборудования или их заменой в результате их физического износа или разрушения на более прочные, долговечные и экономичные, которые приводят к улучшению их эксплуатационных показателей, а также восстановление технических, проектных и эксплуатационных характеристик объектов, а также проектным, экспертным, сопроводительным и надзорным обеспечением этих работ, содержанием площадей отвода земли объектов.

При капитальном ремонте трубопроводов производятся следующие виды работ:

- замена отдельных участков трубопроводов;
- замена изоляции на отдельных участках трубопроводов;
- восстановление стенки трубы трубопровода, врезка катушек;
- установка усилительных муфт;
- замена вводов трубопроводов;
- разборка и замена перекрытий, восстановление их гидроизоляции, оштукатуривание, наращивание колодцев по высоте, смена лестниц и скоб;
- вынос участков трубопроводов, находящихся под землей на опоры и фасады зданий;

- замена изоляции и футляров вводов и выходов подземных трубопроводов из земли;
- замена надземных опор трубопроводов [16].

Существует несколько методов капитального ремонта линейной части трубопровода:

I метод – ремонт трубопровода методом сплошной переизоляции. Осуществляется в траншее (рисунок 3.1) или с подъемом на берму траншеи (рисунок 3.2);

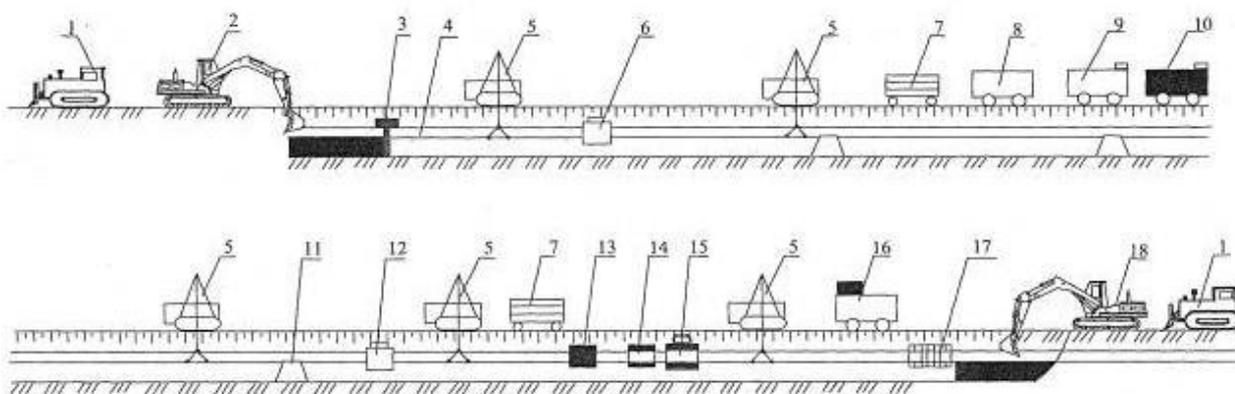


Рисунок 3.1 - Схема капитального ремонта трубопровода в траншее

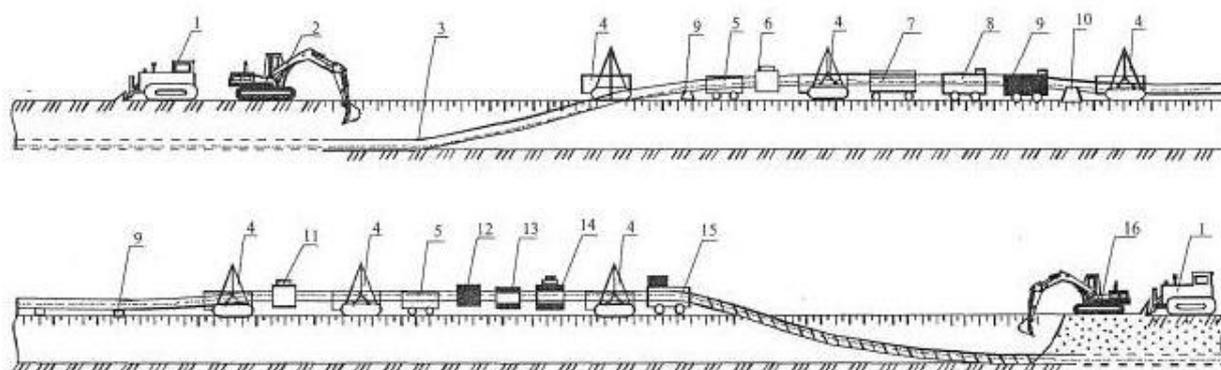


Рисунок 3.2 - Схема капитального ремонта трубопровода на берме траншеи

- 1 - бульдозер; 2 - вскрышной экскаватор; 3 - трубопровод; 4 - трубоукладчик; 5 - электростанция; 6 - машина предварительной очистки; 7 - пост отбраковки труб; 8 - сварочный пост; 9 - лаборатория контроля качества сварных соединений; 10 - инвентарные опоры; 11 - машина окончательной очистки; 12 - оборудование подогрева трубопровода; 13 - грунтоточная машина; 14 -

изоляционная машина; 15 - лаборатория контроля качества изоляционного покрытия; 16 - экскаватор засыпки

II метод – это когда происходит замена участка трубопровода на участок из новых труб;

III метод – выборочный ремонт участков трубопровода по данным произведенной диагностики [19].

Если использовать I метод ремонта, то ремонт трубопровода производится в следующей последовательности:

- уточнение оси трубопровода;
- удаление плодородного слоя почвы и перемещение его во временный отвал, далее происходит планировка трассы в зоне ремонтно-строительных работ;
- вскрытие трубопровода;
- удаление изоляции с поверхности ремонтируемого участка трубопровода;
- отбраковка труб – происходит определение мест расположения, типа и параметров дефектов труб и сварных соединений и если существует необходимость, то производится их ремонт или замена;
- сначала происходит подготовка трубопровода для нанесения нового изоляционного покрытия;
- затем поверхность грунтуется;
- далее происходит переизоляция;
- затем трубопровод укладывается на дно траншеи и балластируется при необходимости
- далее происходит засыпка отремонтированного трубопровода и восстановление средств ЭХЗ, знаков закрепления трассы;
- а в окончании производится рекультивация плодородного слоя почвы.

Однако многолетний опыт капитального ремонта трубопроводов показывает, что при выборе способа ремонта особое место должно занимать сведение к минимуму дополнительных напряжений, возникающих в процессе ремонтных работ. Для капитального ремонта магистральных трубопроводов чаще применялся ремонт с заменой трубы, а около 30% - по технологической

схеме ремонта трубопроводов с подъемом трубы на берме траншеи и с заменой изоляции. Это происходит в связи с тем, что существует недостаток специальных технических устройств для ремонта трубопроводов с разъемными рабочими органами на трассе приходится применять общие строительные, изоляционные и очистные машины и ремонтные работы производятся с подъемом и укладкой трубопровода на берме траншеи. В следствии этого происходит ослабление сварных стыков, образование гофр, поломка труб, и после сдачи отремонтированного участка трубопровода в эксплуатацию, примерно 50% стыков требуют дополнительных работ по просвечиванию и ремонту [17].

Если принять во внимание все требования по проведению ремонта трубопроводов, наиболее подходящей технологией, является ремонт трубопроводов в траншее с сохранением его пространственного положения.

А с помощью метода переизоляции можно ликвидировать все выявленные дефекты по результатам внутритрубной диагностики, однако для его осуществления необходимо выводить участок трубопровода прохода между линейными кранами в ремонт на длительный период.

Технология производства ремонтных работ по II методу очень схожа с технологией строительства нового трубопровода.

Работы при параллельной прокладке участка осуществляются в два этапа:

- на первом этапе происходит прокладка нового участка трубопровода, который идет параллельно действующему;
- во время второго этапа происходит подключение этого нового участка к действующему трубопроводу.

Подключить трубопровод можно двумя способами:

- а) если нет возможности остановить работу действующего трубопровода, то подключение происходит с использованием технологии врезки под давлением в действующий трубопровод в соответствии с СТО Газпром 2-2.3-116;

б) далее происходит отключение действующего участка трубопровода, и после его освобождения новый участок подключается к действующей системе.

Результат такого ремонта заключается в том, что замененный участок трубопровода подлежит демонтажу, очистке, отбраковке, разрезке и складированию. Происходит замена данного участка бездефектной трубой.

Также применяют вырезку дефекта для случаев:

- трубопровод имеет недопустимое сужение проходного сечения;
- нет возможности произвести ремонт трубопровода другими методами, в таких случаях как: глубокая вмятина с трещиной, вмятина с коррозией, протяжённая трещина, большая длина дефектного участка.

По III методу ремонт трубопровода выполняют в соответствии с ВСН 39-1.10-006-2000 [11].

При выполнении ремонта, когда временное отключение трубопровода невозможно, применяется технология врезки под давлением в соответствии с СТО Газпром 2-2.3-116. Если использовать врезку под давлением, то возможно применение варианта, когда параллельно будет проложен участок трубопровода меньшего диаметра, а после проведения необходимых ремонтных работ, этот участок удаляется.

Но существуют и недостатки выборочного ремонта магистрального трубопровода такие как: устраняя наиболее опасные дефекты, менее опасные дефекты остаются, и в конечном итоге возникает необходимость в их ликвидации в связи с тем, что их рост увеличивается. При этом возникают повторные затраты на восстановление вдольтрассовых проездов и монтажных площадок.

Из вышесказанного можно сделать вывод: рассмотренные методы капитального ремонта имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Но несмотря на недостатки, на мой взгляд, рационально использовать для ремонта локальных дефектов трубопровода выборочный капитальный ремонт. Однако, конечное решение о принятии того или иного метода ремонта должно быть обосновано предприятием на основании

соответствующих расчетов и технико-экономических показателей для каждого конкретного участка трубопровода, на котором планируется производить ремонтные работы.

3.3 Ремонт трубопровода с использованием сварных муфт

Для некоторого ремонта механических дефектов труб или несквозных поверхностных коррозионных действующих трубопроводов используют сварные муфты, которые состоят из двух половин, а после того как их установят на трубопроводе свариваются между собой. (рис. 3.3).

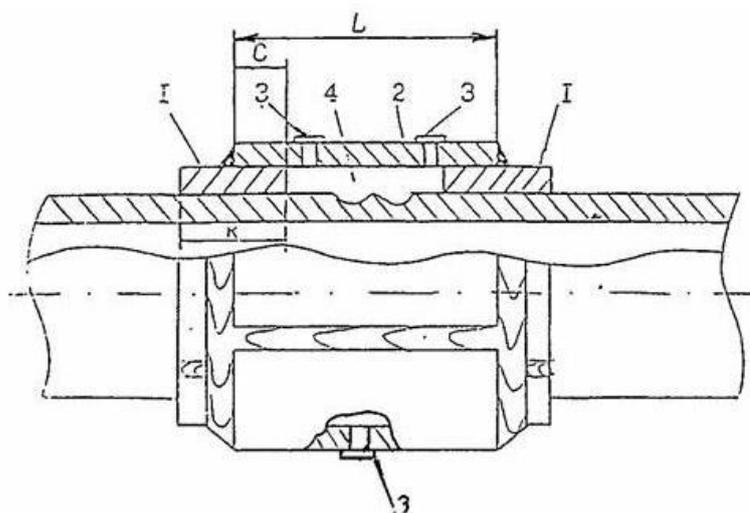


Рисунок 3.3 - Сварная муфта 1 - кольцо муфты; 2 - наружная муфта; 3 - резьбовое отверстие для заливки и контроля заполнения муфты эпоксидной смолой; 4 - эпоксидная смола

Процесс установки муфты на трубопровод происходит в следующей последовательности:

- сначала идет сборка и сварка двух частей муфты на трубе;
- далее зашлифовка сварных швов;
- сварка двух половин муфты после их сборки на кольцах с последующей приваркой к ним кольцевыми угловыми швами;

Заполнение зазор между муфтой и трубой происходит упрочняющим наполнителем типа эпоксидной смолы, для этого имеются отверстия на поверхности муфты диаметром 12-14 мм. После того как кольцевое

пространство между муфтой и трубой заполняется отверстия закрываются винтовыми пробками.

Существуют различные марки заполняющих смол и для некоторых из них чтобы ускорить процесс полимеризации необходимо с помощью электрических индукционных подогревателей произвести нагрев муфты до $t^{\circ} = 50-100^{\circ}\text{C}$. Но подогрев необходим если он определяется техническим условием на наполнитель.

Для ремонта труб применяются различные муфты, они могут быть как заводские, так и изготовлены из труб, предназначенных для строительства различных трубопроводов.

Толщина стенки муфты выбирается из соотношения прочности металла этой муфты и трубы, нуждающейся в ремонте. Если это соотношение примерно одинаково, то толщина стенки муфты должна быть примерно такой же, как и толщина стенки ремонтируемой трубы. Если же прочность муфты меньше прочности основной трубы, то тогда исходя из СНиП 2.05.06-85 необходимо увеличить толщину стенки муфты, но при этом толщина стенки не должна превышать более 20% толщины стенки трубы.

Если муфты изготавливают из прямошовных труб, которые применяются для строительства трубопроводов, диаметр муфты должен быть равен диаметру ремонтируемой трубы. Изготавливают муфты из стали того же класса прочности, что и ремонтируемая труба. Процесс изготовления муфт производится с использованием механической обработки или газовой резки [16].

Готовые муфты имеют сертификаты качества завода изготовителя и соответствуют техническим условиям на трубы, для ремонта которых они будут использованы.

Трубы, которые применяют для изготовления муфт не должны иметь внешних дефектов (вмятин, выбоин, трещин, коррозии и др.).

Для экономии металла разрешено изготовление муфт из нескольких частей труб той же марки, что и ремонтируемая труба, с толщиной не менее, чем у ремонтируемой трубы.

При изготовлении ремонтных муфт из отдельных частей труб расстояние между сварными швами, а также от продольного сварного шва до продольной кромки полумуфты должно быть не менее 300 мм. (рисунок 3.4).

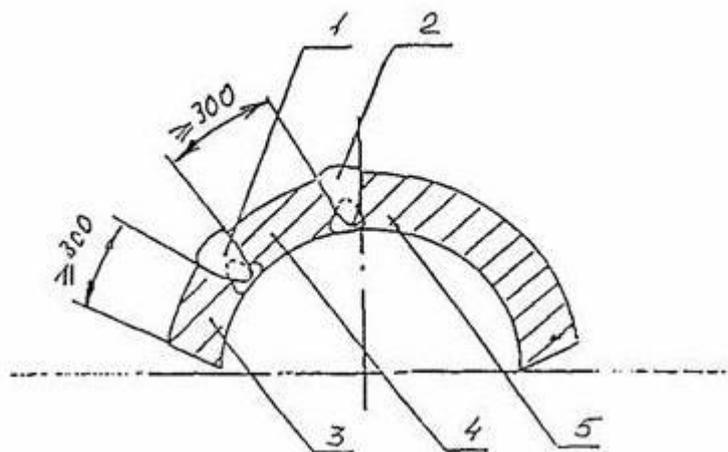


Рисунок 3.4 - Схема расположения продольных швов

1, 2 - продольные швы; 3, 4, 5 - сегменты трубы

Но, как и любые методы, метод ремонта использованием стальных муфт имеет недостатки:

- сварку необходимо применять на теле трубопровода, заполненного продуктом (для приварных муфт);
- не существует универсальная конструкция для любых типов дефектов;
- ремонта трещин в основном металле и швах невозможен;
- возникают большие проблемы с ремонтом овальных труб (даже с величиной овальности до 1% от диаметра трубы);
- происходят возникновения процессов коррозии в пространстве между трубой и муфтой, чтобы это исключить необходимо заполнять это пространство антикоррозионными жидкостями.

3.4 Достоинства и недостатки стеклопластиковых муфт

Результаты различных испытаний показывают, что при ремонте трубопровода с применением стеклопластиковых муфт, происходит эффективное снижение кольцевые напряжения, что положительно влияет на работу трубопровода тем самым предотвращает развитие опасных дефектов. На сегодняшний день стеклопластиковые муфты имеют некоторое количество недостатков, основными являются следующие: дефектные участки имеют недостаточное усиление, так же расходуется очень много клеевых материалов, очень мало уделено внимания проблемам взаимного влияния РСМ с защищаемым участком дефектной трубы, невозможно рассчитать эффективность применения муфт, нет достаточной и подробной информации по полигонным испытаниям муфт, которые применяются для установки на трубопроводы диаметром 530-1220 мм.

Так же возникают сложности с резьбовыми соединениями в узлах затяжки муфты, так как резьба имеет разные направления, но эта проблема легко решается путем набора квалифицированного персонала, обслуживающий трубопровод. Однако данный факт не дает быстро развиваться и увеличивать объемы применения муфт, в результате было принято решение разработать новые решения ремонта, для увеличения скорости ремонта и уменьшения затрат. Таким решением является усовершенствованная муфта, которая имеет только правосторонние болты, данная конструкция существенно облегчила процесс сборки и ускорила ремонт трубопровода.

В настоящее время для выборочного ремонта трубопроводов промышленностью разработаны и изготовлены полимерно-композитные муфты. Однако широкое применение данных муфт ограничивается температурой окружающей среды, которая быть не ниже +5°C при проведении ремонтных работ. Решением этой проблемы является, ремонтная стеклопластиковая муфта, которая может использоваться при температуре

ниже 5 °С и без подогрева стенки до указанной температуры или выше. В данном случае вместо ремонтной пасты допускается применять битумно-полимерную грунтовку.

Самым эффективным средством является применение стальных муфт для ремонта. Однако и этот способ ремонта имеет недостаток, он очень металлоемок, требует большое количество сварочных работ высокого качества, а следовательно и очень тщательного диагностирования сварных швов, а использование эпоксидных и прочих наполнителей приводит к довольно высоким затратам [19].

На сегодняшний день перспективным методом для ремонта трубопровода подземной прокладки является стеклопластиковая муфта, так как стеклопластик имеет высокой прочности, высокую стойкость в эксплуатационных условиях и надежную антикоррозионную защиту дефектного места. Но и у стеклопластиковых муфт имеются недостатки, некоторые из них не имеют достаточной прочности, что приводит к снижению их силовой эффективности при ремонте опасных поверхностных дефектов трубопроводов.

Все выше перечисленные недостатки исключает новая ремонтная стеклопластиковая муфта (PCM) (рисунок 3.5). Для этой муфты выбираются дефекты одиночного расположения с небольшой протяженности и глубиной более 30 % от толщины стенки.



Рисунок 3.5 – Муфта PCM

Эффективность данного вида муфт заключается в том, что ремонтные работы можно производить без остановки продукта в трубопроводе, так как:

- 1) в данном ремонте отсутствуют огневые работы;
- 2) полотно муфт стягивают болтами суммарным усилием до 500 кН, при этом создается разгружающий эффект даже без предварительного снижения рабочего давления газа;
- 3) так как муфта обладает небольшой массой, ремонтные работы можно производить вручную, что является более безопасным.

3.5 Применение стеклопластиковой муфты

Чтобы применить ремонтную стеклопластиковую муфту нужно произвести расчеты на прочность дефектного участка трубопровода в соответствии с критериями работоспособности, приведенными в СТО Газпром 2-2.3-112 и Инструкции.

Ремонтная стеклопластиковая муфта применяется для ремонтных работ со следующими поверхностными дефектами:

- а) дефекты, связанные с коррозией (точечная коррозия, сплошная коррозия, местная коррозия, коррозионная язва, коррозия пятнами);
 - б) трещины;
 - в) механические повреждения (задиры, царапины, риски, забоины, вмятины)
- [16].

Гофры с помощью РСМ не ремонтируются.

Если же дефектная область не соответствует критерию работоспособности в поперечном направлении трубопровода применение РСМ допускается только тогда, когда применены дополнительные методы ремонта опасных дефектов, например заварка в соответствии с СТО Газпром 2-2.3-137, в результате которой критерий работоспособности в поперечном направлении будет обеспечен до установки РСМ.

При установке муфты температура стенки трубы должна быть не менее 5 °С, перекрытие дефектного места полотном должно быть не менее чем на 50 мм от каждого края муфты. Коррозионные повреждения большой площади

допускается ремонтировать с частичным перекрытием муфтой (муфтами), но глубина дефектных зон, оставляемых не перекрытыми, не должна превышать $0,12 \delta$ (δ — толщина стенки трубы).

Муфту можно установить, как на одиночные дефекты, так и на их совокупность, при этом зона дефектов глубиной более $0,12 \delta$ не должны выходить на участки трубопровода в разъемах РСМ, не перекрытых полотном муфты.

При ремонте линейного участка трубы с помощью РСМ с острыми механическими или металлургическими дефектами, а также трещинами применяется обязательная вышлифовка дефектной области в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.3-137.

Максимальная допустимая глубина линейной части трубопровода, ремонтируемых с применением РСМ, не должна превышать $0,8 \delta$.

3.6 Требования к материалам РСМ

При изготовлении муфты должен выдерживаться технологический регламент, который включает в себя требования по изготовлению на всех стадиях производства, при этом материалы, из которых изготавливают муфты, должны пройти входной контроль по ГОСТ 24297 предприятия-изготовителя.

Требования к качеству полотна РСМ должны соответствовать положениям технических условий и настоящего стандарта.

В соответствии с ГОСТ 25.603 и ГОСТ 11262 физико-механические показатели стеклопластика по результатам испытаний, должны иметь следующие значения:

- плотность 1600-1800 кг/м³;
- предел прочности не должен быть менее 800 МПа;
- модуль упругости не менее 30000 Мпа [18].

Степень полимеризации связующего компонента должна быть не менее 86 %.

Исходя из технических условий производителя в качестве связующего компонента следует применять полиэфирные или эпоксидные смолы.

В качестве армирующего наполнителя применяют стеклянные ткани и стеклоровинги.

4. Расчетное обоснование выбора РСМ

4.1 Определение коэффициента усиления дефектного участка с применением стеклопластиковых муфт

Исходные данные: материал – сталь X80; предел прочности материала $\sigma_b=620$ МПа; коэффициент Пуассона $\mu=0,3$; модуль упругости $E=206000$ МПа; модуль упругости полотна муфты $E_m=58700$ МПа; модуль упругости материала болтов $E_b=206000$ МПа; номинальный наружный диаметр трубопровода мм; толщина стенки $\delta=12$ мм; рабочее давление $p=7,5$ Мпа; момент затяжки муфты $M_{зат}=650$ Нм; коэффициент надежности по внутреннему давлению; коэффициент трения полотна по трубе $f=0,2$; коэффициент условий работы $m=0,9$; наружный диаметр трубы $R_n=0,71$ м; толщина полотна $\delta_m=0,012$ м; коэффициент надежности по материалу труб $k_1=1,33$; коэффициент надежности по назначению трубопровода $k_n=1,1$; коэффициент надежности работы муфты $k_m=1,55$. коэффициент трения в резьбе $\xi=0,17$; диаметр болтов $d_b=0,027$ м; количество болтов в разьеме $n_b=4$; радиус закладной оси $r=0,0375$ м; зазор между закладными осями $l_{пр}=0,070$ м; количество разъемов – 2; тип дефекта – продольная трещина, имеющая профиль дна после вышлифовки в соответствии с таблицей 4.1.

Геометрические параметры дефекта

Таблица 4.1

Параметр дефекта										
Протяженность х, мм	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225
Глубина t, мм	0	5,5	8,4	10,9	11,0	11,2	10,5	9,3	4,2	0

Найдем расчетное сопротивление R_1

$$R_1 = \frac{m\sigma_B}{k_1 k_H} = \frac{0.9 \cdot 620}{1.1 \cdot 1.33} = 360 \text{ МПа} \quad (4.1)$$

Найдем коэффициент γ , учитывающий рабочее давление:

$$\gamma = 1 - \frac{n_p p}{R_1} = 1 - \frac{1.1 \cdot 7.5}{360} = 0.975 \quad (4.2)$$

Найдем коэффициент запаса k :

$$k = \frac{0.9\gamma n_p k_1 k_n}{m} = \frac{0.9 \cdot 0.975 \cdot 1.1 \cdot 1.33 \cdot 1.1}{0.9} = 1.587 \quad (4.3)$$

Функция Φ принимает минимальное значение при эффективной длине дефекта $l_{\text{эф}}=175$ мм, на которой площадь A проекции дефекта на продольную плоскость определяют, принимая за крайние точки $t_1=5,3$ мм, $t_n=4,0$ мм при $\Delta l=25$ мм:

$$\begin{aligned} A &= \Delta l \left[0.5(t_1 + t_n) + \sum_{i=2}^{n-1} t_i \right] \quad (4.4) \\ &= 20[0.5(5.3 + 4.0) + (8.4 + 10.9 + 11.0 + 11.2 + 10.5 + 9.3)] \\ &= 1520 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

Найдем среднюю глубину дефекта:

$$t = \frac{A}{l_{\text{эф}}} = \frac{1649}{175} = 9.46 \text{ мм} \quad (4.5)$$

Найдем коэффициент Фолиаса:

$$M = \sqrt{1 + \frac{0.31 l_{\text{эф}}^2}{R_n \delta}} = \sqrt{1 + \frac{0.31 \cdot 175^2}{720 \cdot 12}} = 1.25 \quad (4.6)$$

Найдем значение геометрической функции Φ :

$$\Phi = \frac{1 - \frac{t}{\delta}}{1 - \frac{t}{\delta M}} = \frac{1 - \frac{9.46}{12}}{1 - \frac{9.46}{12 \cdot 1.25}} = 0.8 \quad (4.7)$$

Найдем разрушающее давление для дефектного участка:

$$p_p = \frac{2\delta\sigma_b}{(D_H - 2\delta)} \Phi = \frac{2 \cdot 12 \cdot 625}{(1420 - 2 \cdot 12)} 0.8 = 11.2 \text{ МПа} \quad (4.8)$$

Найдем значение допустимого давления:

$$p_{\text{доп}} = \frac{p_p}{k} = \frac{11.2}{1.587} = 7.1 \text{ МПа} \quad (4.9)$$

Так как $p_{\text{доп}} < p$, следовательно, оцениваемый участок трубопровода не удовлетворяет критерию работоспособности, поэтому должен быть отремонтирован. В качестве ремонтной конструкции используем муфту РСМ с резьбовой затяжкой.

Найдем усилие Q в болтах на одном разъеме при затяжке:

$$Q = n_b \frac{M_{\text{зат}}}{\varepsilon d_b} = 4 \frac{650}{0.17 \cdot 0.027} = 0.565 \text{ МН} \quad (4.10)$$

Найдем угол φ_0 между осью симметрии узла затяжки и радиусом-вектором центра закладной оси:

$$\varphi_0 = \arcsin \left[\frac{r + 0.5\Delta l_{\text{пр}}}{R + r + 0.5\delta_m} \right] = 0.095 \text{ рад} \quad (4.11)$$

Найдем угол φ_1 между осью симметрии узла затяжки и радиусом-вектором центра закладной оси:

$$\varphi_1 = \arccos \left[\frac{(R_H + 0.5\delta_m - r)}{(R_H + 0.5\delta_m + r)} \right] + \varphi_0 = 0.55 \text{ рад} \quad (4.12)$$

Найдем наибольшее усилие N_{max} в поперечном сечении полотна муфты:

$$N_{max} = Q \cos \varphi_0 \frac{[2 - f(\varphi_1 - \varphi_0)]}{[1 + \cos(\varphi_1 - \varphi_0)]} = 0.565 \text{ MN} \quad (4.13)$$

Найдем коэффициент условий закрепления трубопровода при подземной прокладке:

$$\gamma_1 = 1 - \mu^2 = 1 - 0.3^2 = 0.9 \quad (4.14)$$

Найдем податливость полотна муфты:

$$X_{\Pi} = \frac{FR}{E_M \delta_M l_M} = \frac{1.31 \cdot 0.71}{58700 \cdot 0.012 \cdot 0.32} = 0.0044 \text{ М/МН} \quad (4.15)$$

Найдем податливость болтовых соединений:

$$X_6 = \frac{4l_6}{n_6 \pi E_6 d_6^2} = \frac{4 \cdot 0.144}{4 \cdot 3.14 \cdot 206000 \cdot 0.027^2} = 0.00031 \text{ М/МН} \quad (4.16)$$

Найдем коэффициенты A_T, A_K :

$$A_T = \frac{E\delta}{2\pi R_H^2} = \frac{206000 \cdot 0.0165}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.71^2} = 1075 \text{ МПа/м} \quad (4.17)$$

$$A_K = \frac{E\delta}{E_M \delta_M} = \frac{206000 \cdot 0.0165}{58700 \cdot 0.012} = 4.83 \quad (4.18)$$

Найдем среднее значение контактного давления полотна муфты на трубу:

$$p_k = \frac{(p - p_0)\gamma_1 k_{\beta} + 2n_y Q A_T (X_{\Pi} + 0.5X_6)}{\gamma_1 k_{\beta} + A_k} = 2.1 \text{ МПа} \quad (4.19)$$

Найдем допустимое давление для дефектного участка с установленной муфтой:

$$p_{\text{доп м}} = p_{\text{доп}} + \frac{p_k}{k_{\text{мф}}} = 7.1 + \frac{2.1}{1.56} = 8.4 \text{ МПа} \quad (4.20)$$

Найдем коэффициент усиления, обеспечиваемый муфтой при эксплуатации:

$$k_{\text{ус}} = \frac{p_{\text{доп м}}}{p_{\text{доп}}} = 1.18 \quad (4.21)$$

В конечном итоге получено, что при установке РСМ обеспечивается критерий работоспособности дефектного участка трубопровода при максимальном давлении $p=7,5$ МПа.

4.2 Результаты исследования

В ходе исследования данной работы были получены следующие результаты:

- 1) Проведен литературный обзор по теме капитальный ремонт магистральных трубопроводов.
- 2) Рассмотрены различные методы ремонта магистральных трубопроводов.
- 3) Рассчитана эффективность стеклопластиковых муфт при использовании для ремонта магистральных трубопроводов.
- 4) Определена последовательность проведения ремонтных работ с учетом требования промышленной и экологической безопасности и обоснована технико-экономическая эффективность использования РСМ для ремонта магистральных трубопроводов.
- 5) Рассчитана работоспособность участка после проведения ремонта по установке РСМ, рассчитан коэффициент усиления стеклопластиковой муфты.
- 6) Проведено сравнение традиционного метода ремонта и ремонта с использованием РСМ.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования.

В целевой рынок входят организации отраслей нефтяной и газовой промышленности, энергетики, а также коммунального хозяйства, т.е. отрасли в которых наблюдается широкое применение трубопроводов.

Для данных коммерческих организаций критерием сегментирования является строительство и ремонт. Сегментируем оборудование и технологию ручной дуговой сварки покрытыми электродами модулированным током по критериям строительства и ремонта. Так как никто не занимается этими разработками, данное направление не имеет конкуренции.

Основными сегментами данного рынка являются нефтяная и газовая промышленность, на них и будет направлена ориентация предприятия. В будущем возможна ориентация на пищевую промышленность и коммунальное хозяйство.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов [20].

В ходе исследования проанализированы конкурентные технические решения, используемые на сегодняшний день в промышленности России и стран зарубежья в области уменьшения разбрызгивания ручной дуговой сварки. Широкое применение нашел способ уменьшения силы тока при разрыве перемычки. Однако на сегодняшний день применяют разные техники для осуществления данного метода сварки.

Данный анализ проведен с помощью оценочной карты (таблица 1).
Используемые техники уменьшения разбрызгивания электродного металла:

- 1) А – ручная дуговая сварка с шунтированием тока при коротком замыкании;
- 2) В – ручная дуговая сварка с технологией STT-2;
- 3) С – ручная дуговая сварка с технологией Cold weld.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в (таблице 1), подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [20].

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (5.1)$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 5.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_ϕ	B_{K1}	B_{K2}	K_ϕ	K_{K1}	K_{K2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	1	5	1	0,2	1
3. Качество сварного соединения	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,1

Продолжение таблицы 5.1

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
3. Конкурентно-способность работы	0,25	5	2	4	1,25	0,5	1
Итого	1	30	20	29	5	2,35	3,75

Исходя из проведенного выше анализа (таблица 5.1) можно сделать вывод, что технология "А" имеет ряд преимуществ над своими аналогами. При использовании данной технологии значительно снижается процент брака и повышается производительность работы что, безусловно, повышает количество и качество выпускаемых изделий. Также за счет более рационального использования электрода, уменьшается количество потерь электродного металла, что снижает себестоимость выпускаемых изделий, при этом за счет повышения качества нет необходимости снижать цену на товар. Также стоит отметить наличие широкого диапазона возможностей при использовании данной технологии, а именно возможности использования электродов любого покрытия, что не могут обеспечить аналоги.

5.3 SWOT – анализ

SWOT анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его осуществлению. Этот анализ проводят для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится этот анализ в три этапа.

Первый этап.

Данный этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны проекта – это его факторы, которые характеризуют конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные

стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

К сильным сторонам проекта относятся:

- уменьшение разбрызгивание электродного металла – С1;
- возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями – С2;
- сварка деталей разных толщин – С3;
- уменьшение трудозатрат на очистку около шовной зоны от брызг – С4;
- возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С5.

К возможностям проекта относятся:

- внедрение схемы, уменьшающей разбрызгивание на основе тиристора на рынок за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1;
- финансовая поддержка спонсора – В2;
- возможность распространения разработки для стран зарубежья – В3.

К угрозам относятся:

- недостаток финансов на реализацию проекта – У1.
- отсутствие спроса на новые технологии производства – У2.

Второй этап.

Данный этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 5.2 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	+	+	+
	B2	+	+	-	+	+
	B3	+	+	-	+	+
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	+	+	+
	У2	+	-	+	-	-
	У3	-	-	+	-	+

Анализ интерактивной матрицы показал следующие коррелирующие сильных сторон и возможности проекта: B1C1C3C4C5, B2C1C2C4C5, так же выявлены коррелирующие сильных сторон и угроз: У1C2C3C4C5, У2C1C3, У3C3C5.

Третий этап.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа.

Таблица 5.3 – SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Уменьшение разбрызгивания электродного металла – С1.</p> <p>Возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями – С2.</p> <p>Сварка деталей разных толщин – С3.</p> <p>Уменьшение трудозатрат на очистку около шовной зоны от брызг – С4.</p> <p>Возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С5.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Использование дополнительного электронного оборудования – Сл.1.</p> <p>Требуется незначительное повышение мощности источника питания – Сл.2.</p>
--	--	--

Продолжение таблицы 5.3

<p>Возможности:</p> <p>Внедрение схемы уменьшающей разбрызгивание на основе тиристора на рынок за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1. Финансовая поддержка спонсора – В2. Возможность распространения разработки для стран зарубежья – В3.</p>	<p>Показ достоинств нашего способа сварки, на выставках, посвященных сварочным технологиям. Реклама в СМИ. Сотрудничество с аттестационными центрами по сварки, а также с НИИ.</p>	<p>Использование средств защиты слуха обеспечивающих безопасный уровень шума. Закупка необходимого специального инструмента за счет спонсора.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>Недостаток финансов на реализацию проекта – У1.</p> <p>Отсутствие спроса на новые технологии производства – У2.</p>	<p>Поиск спонсоров благодаря презентации способа сварки с демонстрацией достоинств.</p>	<p>Привлечение инвесторов- самих производителей специальных вспомогательных инструментов для сварки; взаимная работа с другими инновационными предприятиями с целью минимизации рисков невостребованности; поиск новых рынков.</p>

5.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Таблица 5.4 - Морфологическая матрица

	1	2
А. Вид сварки	На постоянном токе	На переменном токе
Б. Вид полярности тока	Прямая и обратная	Прямоугольный и синусоидальный
В. Вид используемых электродов	LB 52U	LB 52U

Возможные варианты решения технической задачи:

1) A1B1B1 – В первом случае, применяем сварку на постоянном токе это связано со стандартными рекомендациями, высокой концентрацией тепловой мощности, наиболее эффективно сваривать металл на постоянном токе обратной полярности, увеличивается стабильность горения дуги, хорошее качество сварного шва.

2) A2B2B2 – Во втором случае, применяем на переменном токе это связано с тем, что при данном методе достигается мелкозернистость металла шва, что увеличивает его прочностные свойства, а это в свою очередь увеличивает долговечность эксплуатации трубопроводов.

5.5 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта,

которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в уставе проекта.

Устав проекта состоит из цели и результата проекта, организационной структуры проекта, ограничений и допущений проекта.

5.5.1 Цели и результат проекта

В данном разделе приводится информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т.п.

Таблица 5.5 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ООО «Газпром трансгаз Томск».	Получение технологии и оборудования разработанного способа сварки

Таблица 5.6 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка и экспериментальное испытание технологии для повышения стабильности процесса сварки покрытыми электродами модулированным током.
Ожидаемые результаты проекта:	Разработка и аттестация технологии и оборудования, а также получение прибыли от их продажи.
Критерии приемки результата проекта:	Сертифицированное и аттестованное оборудование и технология.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Проект должен быть закончен в определенные сроки.
	Должна быть проведена соответствующая подготовка к продаже оборудования и технологии способа сварки.

5.5.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы решаются следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определять роль каждого участника в данном проекте, а также необходимо прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Таблица 5.7 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Филишов Николай Яковлевич, ст. преподаватель кафедры ОТСП НИ ТПУ	Руководитель проекта	отвечает за реализацию проекта, координирует деятельность участников проекта.	1000
2	Гордынец Антон Сергеевич, к.т.н., ассистент кафедры ОТСП НИ ТПУ	Исполнитель по проекту	специалист отвечающий за материальную часть проекта, программирование и разработку конструкции	700
3	Слабухин Евгений Александрович	Исполнитель по проекту	специалист, выполняющий отдельные работы по проекту.	300
ИТОГО:				2000

5.5.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта.

Таблица 5.8 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
1. Бюджет проекта	250000 руб.

Продолжение таблицы 5.8

1.1. Источник финансирования	Собственные сбережения
2. Сроки проекта:	09.09.2015 – 5.06.2016
2.1. Дата утверждения плана управления проектом	25.12.2014
2.2. Дата завершения проекта	5.06.2016

5.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и оборудование.

Затраты на материал:

- Корпус сварочного аппарата 400 руб. Стоимость с учетом транспортных расходов: 420 руб.

- Диоды 500 руб. Тиристоры 1000 руб. Соединительные провода 300 руб. Дроссель 20 руб. Конденсаторы 130. Плата 200. Процессор 500. ЖК дисплей 800. С учетом транспортных расходов: 3500 руб.

Итого по статье: 3920 руб.

К статье «Специальное оборудование» можно отнести:

Ноутбук – стоимость с учетом транспортных расходов 17000 руб.

Осциллограф – стоимость с учетом транспортных расходов 13584 руб.

Мультиметр – стоимость с учетом транспортных расходов 925 руб.

Итого по статье: 31509 руб.

Расчет основной заработной платы.

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и

опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

Месячный должностной оклад руководителя:

$$Z_m = Z_б \cdot k_p = 23264,86 \cdot 1,3 = 30243,2, \quad (5.2)$$

где $Z_б$ – базовый оклад, руб.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m}{T_{р.м.}} = \frac{30243,2}{22} = 1374,7, \quad (5.3)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

$T_{р.м.}$ – количество рабочих дней в месяц (при 5-ти дневной рабочей недели $T_{р.м.}=22$ раб.).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (доцент, к.т.н.) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} = 1374,7 \cdot 155 = 213078,5 \quad (5.4)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

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

Произведем расчет заработной платы исполнителей по формулам 5.2, 5.3, 5.4 и внесем полученные данные в таблицу 5.9.

Таблица 5.9 – Расчёт основной заработной платы руководителя

Исполнители	$Z_б$, руб.	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23264,86	1,3	30243,2	1374,7	155	213078,5
Исполнитель 1	18221,96	1,3	23688,55	1076,7	140	150745,3

Исполнитель 2	8022,65	1,3	10429,45	474,1	130	61628,6
---------------	---------	-----	----------	-------	-----	---------

Дополнительная заработная плата персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$З_{\text{доп. рук.}} = k_{\text{доп.}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 213078,5 = 25569,4 \quad (5.5)$$

$$З_{\text{доп. исп.1}} = k_{\text{доп.}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 150745,3 = 18089,4 \quad (5.6)$$

$$З_{\text{доп. исп.2}} = k_{\text{доп.}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 61628,6 = 7395,4 \quad (5.7)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты – 0,12;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблица 5.10 приведены результаты расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.10 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководителя	Исполнителя 1	Исполнителя 2
Основная зарплата, руб	213078,5	150745,3	61628,6
Дополнительная зарплата, руб	25569,4	18089,4	7395,4
Итого по статье $C_{зп}$	238647,9	168834,7	69024

Отчисления на социальные нужды.

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot 476506,6 = 142952 \quad (5.8)$$

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

Накладные расходы.

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot 5297618 = 4238094 \text{ руб.}, \quad (5.9)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Группировка затрат по статьям

Статьи	Вид работ
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	4760 руб.
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	24100 руб.
Основная заработная плата	473001,6 руб.
Дополнительная заработная плата	56760,2 руб.
Отчисления на социальные нужды	158928,6 руб.
Накладные расходы	423809,4 руб.
Итого плановая себестоимость	1153350 руб.

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

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

В данной магистерской диссертации выбрана тема повышение стабильности процесса дуговой сварки покрытыми электродами модулированным током. С точки зрения ресурсоэффективности можно сказать, что при применении данного типа оборудования мы получаем экономию сварочных материалов около 35%, в связи с отсутствием разбрызгивания расплавленного электродного металла, по отношению к имеющимся на сегодняшний день методам. При этом уровень качества сварных соединений значительно выше по сравнению с аналогами.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что данный способ сварки имеет много больше ресурсных, финансовых и экономических достоинств по сравнению с аналогами и тем самым является востребованным на рынке.

6. Социальная ответственность

При планировании и организации труда сварщиков, инженерно-технического персонала необходимо курировать вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению.

В процессе сварки, возникает опасность воздействия комплекса опасных и вредных производственных факторов различной природы: излучение, сварочные аэрозоли, искры и брызги расплавленного металла и шлака, электромагнитные поля, газы, сильный акустический эффект. Все вышеперечисленные факторы вызывают болезни либо отклонения в здоровье человека.

Санитарно-гигиенические условия и обязательные мероприятия по охране труда в сварочном производстве регламентируются "Системой стандартов безопасности труда", "Строительными нормами и правилами" (СНиП), Правилами техники безопасности и производственной санитарии, Правилами устройства и эксплуатации отдельных видов оборудования, различными инструкциями, указаниями и другими документами.

Все лица, поступающие на работу, связанную с электросваркой, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры.

6.1 Анализ вредных производственных факторов

Широкое применение ручной дуговой сварки требует такой организации сварочных работ, которая обеспечила бы максимально возможную безопасность труда сварщиков.

При эксплуатации сварочного оборудования обслуживающий персонал может подвергаться воздействию большой группы опасных и вредных факторов. Наиболее характерными являются:

- поражение электрическим током;

- поражение глаз и открытой поверхности кожи ультрафиолетовым излучением электрической дуги;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях материалов, заготовок;
- отравление вредными газами, выделяющимися при сварке;
- ИК-излучение и тепловыделение от оборудования и нагретых поверхностей;
- возникновение пожара;
- шум и вибрация.

Таким образом, обслуживающий персонал при работе на данном оборудовании подвергается воздействию практически всех перечисленных факторов. Рассмотрим опасные и вредные факторы и методы защиты от их воздействия.

6.1.1 Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения

Для ИК-излучения характерны электромагнитные волны с длиной волны 0,76...420 мкм. ИК-излучение испускается любым нагретым телом, температура которого определяет интенсивность и спектр излучаемой электромагнитной энергии. Тела, нагретые выше 1000 °С, являются источниками коротковолнового ИК-излучения (0,7...9 мкм). С уменьшением температуры тела до 50 - 1000 °С ИК-излучение характеризуется длинноволновым спектром [27].

В зависимости от длины волны меняется проникающая способность. Наибольшей способностью обладает ИК-излучение с $\lambda=0,76...1,4$ мкм, которое способно проникать в ткани человека на глубину нескольких сантиметров. ИК-лучи длинноволнового диапазона задерживаются в поверхностных слоях кожи. Большая проникающая способность короткого ИК-излучения вызывает непосредственное воздействие на жизненно - важные органы (оболочка мозга, глаза и др.), поэтому опасность его воздействия существенна.

При эксплуатации сварочного оборудования, как правило, нет мощных источников ИК-излучения. Оборудование нагревается умеренно, что не приводит к образованию опасного коротковолнового ИК-излучения. Его источником может стать зона взаимодействия сварочной дуги со свариваемым изделием.

Электрическая дуга во время сварки при эксплуатации является источником ИК и ультрафиолетового излучения, оказывающего вредное влияние на глаза своим действием. Испускаемые сварочной дугой невидимые ИК и УФ лучи вредно действуют на сетчатую и роговую оболочку глаза. Длительное воздействие дуги на незащищенный глаз (в течении 5-10 минут) вызывает через 1,5-2 часа сильные боли в глазах, слезотечение, светобоязнь, спазмы век и воспаление глаз. Облучение ультрафиолетовыми лучами в течении 1-3 часов вызывает ожог кожи наподобие солнечного. Испускаемые сварочной дугой невидимые инфракрасные лучи вызывают при длительном облучении незащищенных глаз общую потерю зрения [27].

Мерой защиты от излучения дуги является использование сварщиком защитных цветных стекол - светофильтров. Светофильтры кроме ионизирующего действия излучения дуги также обеспечивают полную защиту от брызг расплавленного металла, от раздражения слизистой глаза из-за выделяющихся при сварке аэрозолей, и т.д. Российской промышленностью выпускаются светофильтры марок С4-С8, в европейской классификации это соответствует DIN 9-13. Так для нашего случая, при ручной дуговой сварки алюминия на средних значениях тока (от 60 до 100 А), необходимо использовать светофильтр типа «С5» или «С6».

6.1.2 Электрическая безопасность

Электрический ток является важнейшим опасным фактором, воздействию которого может подвергаться персонал во время работы. Поражающее действие электрического тока зависит от следующих факторов:

- значение и длительность проникания тока через тело человека;
- род и частота тока;
- индивидуальные особенности человека.

Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20...100 Гц.

Все оборудование сварочного цеха должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ) и действующим ГОСТам [22...25]. Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок, имеющих в инструкциях заводов изготовителей.

Рассматривая сварочную палатку как рабочее помещение, следует отметить, что она относится к категории помещений с повышенной опасностью [26], так как присутствуют токопроводящие полы и отсутствует токопроводящая пыль. В соответствии с этим минимально допустимая степень защиты источника питания IP 11.

Для предотвращения поражения электрическим током применяются следующие основные методы защиты:

- изоляция, защитное заземление;
- недоступность токоведущих путей;
- использование двойной (рабочей и дополнительной изоляции);
- защитное отключение;
- применение специальных электрозащитных средств;
- организация безопасной эксплуатации.

В соответствии с этими требованиями корпус источника питания и корпус сварочной машины заземлены. Для присоединения заземляющего провода на электросварочном оборудовании предусмотрено крепление - болт диаметром 5÷8 мм, расположенный в доступном месте с надписью “Земля” (или условным обозначением “Земля”). Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких заземляемых аппаратов запрещается [27].

Обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр, специальное обучение и соответственно аттестацию по электробезопасности не ниже 2 уровня. Также каждый работник обязан знать, как оказать первую помощь пострадавшему от действия электрического тока, а это достигается хорошей работой отдела охраны труда на предприятии, за счет методического материала и инструкций на месте работ, а также обучения персонала.

6.1.3 Пожарная безопасность и мероприятия по ее обеспечению

Наиболее вероятным и опасным случаем ЧС являются пожары. Сварочное производство относится к пожароопасным, что обусловлено наличием веществ и материалов в горячем состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени, твердых, жидких газообразных веществ, которые сжигаются в качестве топлива.

Здание сварочной лаборатории относится ко второй степени огнестойкости сооружений, к категории Г.

Основы противопожарной защиты предприятий определены федеральным законом 123-ФЗ от 22.07.2008 (с изменениями на 2 июля 2013 года).

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные. Пожарная безопасность предприятия обеспечена следующими мероприятиями:

Во всех производственных, административных и вспомогательных помещениях вывешены таблички с указанием порядка вызова пожарной охраны.

Правила применения на территории объекта открытого огня, проезда транспорта, допустимость курения и проведения временных пожароопасных работ установлены общими объектными инструкциями о мерах пожарной безопасности.

Приказом установлен соответствующий противопожарный режим, в том числе:

- определены и обозначены места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещении материалов;
- установлен порядок уборки горючих отходов, хранение промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- регламентированы порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- регламентированы порядок проведения временных огневых работ и других пожароопасных работ;
- определены действия работников при обнаружении пожара;
- определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

Руководитель работ совместно с работником, ответственным за пожарную безопасность объекта определяет места установки противопожарного оборудования и обеспечивает необходимым противопожарным инвентарем.

Объект обеспечен прямой связью с ближайшим подразделением пожарной охраны и центральным пунктом пожарной связи.

Для быстрой ликвидации пожара вблизи сварочного места находится ящик с песком и лопата, а также ручной огнетушитель. Огнетушители, применяемые при тушении пожара на участках с электроустановками, углекислотные. На участке, в специально оборудованных местах, должно находиться не менее двух огнетушителей ОУ - 5.

Пожарные краны, рукава, стволы, огнетушители и другие средства пожаротушения, необходимо содержать в исправности и хранить в определенных местах [27].

6.1.4 Шум и вибрация

Шумовое воздействие оборудования для ручной дуговой сварки мало и можно не применять средств защиты от шума и вибрации.

При сварке и сборке изделий используют шлифовальные машинки, которые создают дополнительный шум, вредно действующий на организм. У лиц, работающих в условиях постоянного шума, наблюдается повышенная утомляемость, нарушается концентрация внимания, точность и координация движений, ухудшается восприятие звуковых и световых сигналов опасности, что способствует росту травматизма на производстве.

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Увеличение интенсивности и длительности вибрации, в ряде случаев, приводит к развитию вибрационной болезни.

У лиц, работающих в условиях постоянного шума, наблюдается повышенная утомляемость, нарушается концентрация внимания, точность и координированность движений, ухудшается восприятие звуковых и световых сигналов опасности, что способствует росту травматизма на производстве.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–14 и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 (Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки) [21].

Для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется организовывать 10-15 минутные перерывы после каждого часа работы и проводить комплекс профилактических мероприятий. Одним из направлений

борьбы с шумом является создание шумопоглощающих устройств в самом технологическом оборудовании [27].

6.1.5 Исследование освещенности рабочей зоны

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место инженера должно освещаться как естественным, так искусственным освещением. Естественное освещение проникает в помещение через одно большое окно в светлое время суток. Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее приемлемым. Искусственное же отличается относительной сложностью восприятия его зрительным органом человека.

Недостаточная освещенность рабочего места не только уменьшает остроту зрения, но и вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний человека. Поэтому с целью обеспечения требуемых норм освещенности необходимо произвести расчет искусственной освещенности. Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока (коэффициента использования), учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен. При работах по сварке стали в сочетании с работой на персональном компьютере в сочетании с работой и с нормативной и технической документацией согласно нормам, СП 52.13330.2011 регламентируется минимальная искусственная освещенность рабочих мест в 400 лк при общем освещении. Разряд зрительной работы 1Г [29, с. 3-6].

Световой поток, создаваемый каждой из ламп, рассчитывается по формуле (6.1)

$$F = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot \eta}, \quad (6.1)$$

где F – световой поток одной лампы, лм;

E – минимальная освещенность, лк, $E = 400$ лк;

S – площадь помещения, m^2 , $S = 24 m^2$;

z – поправочный коэффициент, $z = 0,9$;

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$;

η – коэффициент использования осветителей, %;

n – число светильников в помещении.

Коэффициент k для помещений, освещаемых люминесцентными лампами, при условии чистки светильников не реже двух раз в год, берется равным от 1,4 до 1,5.

Коэффициент использования может быть определен по известному индексу помещения (i), рассчитанный по выражению (6.2)

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (6.2)$$

где A - длина помещения, м, $A = 7$ м;

B - ширина помещения, м, $B = 5$ м.

Для соответствующих размеров аудитории со светлым потолком и стенами, оклеенными светлыми обоями, согласно методическим указаниям, примем коэффициенты отражения от стен $\rho_c = 30\%$ и потолка $\rho_n = 70\%$.

По формуле (6.3) определим расчетную высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью (h).

$$h = H - h_p - h_c, \quad (6.3)$$

где h_p – расстояние от пола до рабочей поверхности стола, м, $h_p = 0,8$ м;

h_c – расстояние от потолка до светильника, м, $h_c = 0,15$ м;

H - высота потолка в помещении, м, $H = 3,2$ м.

Из расчетов следует, что $h = 2,25$ м, тогда согласно выражению (6.2)

$$i = \frac{7 \cdot 5}{2,25 \cdot (7 + 5)} = 1,3 \quad (6.4)$$

По таблице коэффициентов использования светового потока для соответствующих значений i , ρ_c и ρ_n примем $\eta = 49\%$.

Для осуществления проверочного расчета с целью определения того, создает ли существующая система освещенности требуемую освещенность по СП 52.13330.2011, рассчитаем количество ламп в помещении, выразив отношение из формулы (6.1).

$$n = \frac{400 \cdot 35 \cdot 0,9 \cdot 1,5}{1500 \cdot 0,49} = 25,7$$

Таким образом, люминесцентные лампы дневного света (ЛД) в количестве 26 штук, мощностью 30 Вт, потребляемые ток 0,34 А при питании от сети 220 В, достаточны для обеспечения минимальной требуемой освещенности в анализируемом помещении.

Для утилизации люминесцентных ламп заключен договор с компанией, имеющей лицензию на утилизацию отходов соответствующего класса опасности.

6.1.6 Воздушная среда и микроклимат производственного помещения

Микроклимат в производственном помещении оказывает существенное влияние на здоровье и самочувствие людей. Значительные колебания микроклимата могут приводить к перегреву или переохлаждению организма, что снижает производительность труда и влечет за собой заболевания и травматизм. Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда.

Микроклимат производственных помещений – это метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий устанавливает СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.005-88. Все категории работ

разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа инженера-разработчика относится к категории 1а - работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением [24...27].

Для помещения без избытка выделения тепла для работ категории тяжести 1б оптимальные параметры микроклимата должны соответствовать требованиям таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Допустимые нормы и фактические значения параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
Холодный	1б	22,4	(20÷25)	36,5	(15÷75)	< 0,05	0,1
Теплый	1б	23,3	(21÷28)	39,3	(15÷75)	< 0,05	0,1

Из таблицы 1 видно, что в анализируемой комнате параметры микроклимата соответствуют нормам.

Микроклимат помещения должен поддерживаться на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

При оборудовании вентиляции следует учитывать следующее обстоятельство: чрезмерно интенсивный отсос газов в непосредственной близости от зоны горения дуги может нарушить защиту ее инертным газом. Поэтому при расчетах вентиляционных устройств исходя из того, чтобы скорость воздуха на месте сварки была не более 0,3 м/с, расход удаляемого воздуха около 200 м³/ч, сопротивление отсосу 35 мм вод.ст.

Таблица 6.2 – Количество выделяющихся вредных веществ при ручной дуговой сварке стали

Электрод	Свариваемые сплавы	Количество выделений, г/кг*
Плавающий	Сталь	5,0

*- на кг наплавленного металла.

Вентиляция сварочных цехов и участков оборудуется в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86 (Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности). По этим нормам воздухообмен в час на один пост должен составлять от 500 до 1000 м³/ч. В тех случаях, когда трудно обеспечить необходимую вентиляцию, а содержание вредных газов и пыли превышает допустимые нормы, необходимо применять средства индивидуальной защиты органов дыхания сварщиков. Когда концентрации газов в зоне дыхания не велики, можно использовать противопылевые респираторы типа ШБ-1 («Летосток», «Астра-2» и др.).

6.2 Чрезвычайные ситуации

На случай чрезвычайных ситуаций (военное положение, применение оружия массового поражения, вооруженные конфликты, экономическое, политическое, научно-техническое противостояние, а также бедствия природного либо техногенного характера) на предприятии необходим отдел по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям. Данный отдел является самостоятельным функциональным структурным подразделением системы организации и обеспечения безопасности производства и защиты обслуживающего его персонала в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

Отдел в своей деятельности руководствуется: законами Российской Федерации, Постановлениями Правительства Российской Федерации, приказам и распоряжениями МЧС Российской Федерации, уставом, положениями и приказами предприятия.

Основными функциями отдела являются:

- анализ, прогнозирование и оценка возможных последствий при возникновении радиационной аварии на объекты, персонал и территорию промплощадки, санитарно - защитной зоны, зоны наблюдения и разработка мероприятий по их защите;

- организация и проведение под руководством комиссии по чрезвычайным ситуациям предприятия спасательных и других неотложных работ в зонах чрезвычайных ситуаций с привлечением для этих целей гражданских организаций гражданской обороны предприятия, сил и средств ГО и ЧС областного и городского уровня в соответствии с планом взаимодействия;

- подготовка, организация и проведение под руководством КЧСО комплексных, командно-штабных учений и тренировок в соответствии с планом общих мероприятий по ГО и ЧС предприятия;

- организация накопления, хранения и поддержания в готовности индивидуальных и коллективных средств защиты, специального имущества и материалов гражданской обороны;

- организация, совершенствование и поддержание в постоянной готовности локальных и объектовых систем оповещения, систем управления и связи;

- организация обучения и подготовки руководящего и командно-начальствующего состава, рабочих и служащих к действиям при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

- организация своевременного оповещения и сбора руководящего и командно-начальствующего состава, персонала и населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время;

- организация и контроль за проведением эвакуационных мероприятий при возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время;

- разработка, планирование и контроль за выполнением мероприятий по мобилизационной подготовке предприятия и др.

6.3 Охрана окружающей среды

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями связано в большей степени с загрязнением атмосферы.

Поэтому мероприятия по повышению экологической чистоты производства можно отнести к охране и рациональному использованию воздушного бассейна.

Эти мероприятия связаны с сооружением установок, для очистки воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов промышленных предприятий. Одним из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли являются электрофилтры. Их принцип основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего заряда, передачи заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах, с которых они затем удаляются механически. Также широкое применение для очистки газов от частиц пыли получили сухие пылеуловители – циклоны.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от газов и паров применяют адсорберы. Адсорбция представляет собой процесс поглощения газов или паров поверхностью твердых веществ – адсорбентов. В качестве адсорбентов (поглотителей) применяют такие вещества, как глинозем, силикагель, активированный уголь и др.

Проектируемые и внедряемые в сварочное производство машины, оборудование, технологии не должны в процессе эксплуатации вызывать вредные экологические последствия. При разработке и внедрении технологических процессов предпочтение должно отдаваться безотходным и малоотходным технологиям [25...28].

Место выполнения данной работы – лаборатория сварки в структуре ТПУ. ТПУ для утилизации мусора заключил договор со Спецавтохозяйством. Для утилизации люминесцентных ламп заключен договор с компанией, имеющей лицензию на утилизацию отходов соответствующего класса опасности.

6.4 Техника безопасности на рабочих местах

Перед началом работы вновь зачисленных в штат рабочих обязательно инструктируют по безопасности труда, а в последующем не реже чем один раз в три месяца для всех рабочих проводят повторный инструктаж. Не позднее месяца со дня зачисления рабочего в штат руководство организации обучает его безопасным методам производства работ. После окончания обучения, а в дальнейшем ежегодно проверяют знание рабочими безопасных методов и приемов выполнения работ.

При производстве сварочных работ предусматривают такую последовательность технологических операций, чтобы предыдущая операция не являлась источником производственной опасности при выполнении последующих. Для этого необходимо правильно организовать производственную площадку, участок работ и рабочие места.

На строительной площадке устанавливают для людей опасные зоны и обозначают их знаками безопасности установленной формы. Такими зонами являются зоны вблизи от незащищенных токоведущих частей электроустановок, вблизи не огражденных перепадов по высоте на 1,8 м и более, в местах перемещения труб, машин и оборудования, в местах производства погрузочно-разгрузочных работ. Проезды, проходы, погрузочно-разгрузочные площадки и рабочие места регулярно очищают от мусора (огарков электродов, кусков проволоки, стружки и др.). Проходы для рабочих, расположенные на стеллажах, уступах, откосах с уклоном более 20 градусов, оборудуют стремянками или лестницами с перилами. Стеллажи для сборки и сварки двигателей-маховиков должны быть смонтированы по утвержденному проекту. Рабочая поверхность стеллажа должна быть горизонтальной [27].

Сама планировка производственной площадки тщательно продумывается с точки зрения безопасности труда.

Сварочные работы характеризуется рядом факторов, которые при незнании безопасных приемов труда и нарушении правил безопасности могут вызвать тяжелый производственный травматизм, как самих рабочих, так и лиц работающих поблизости (электрический ток, световая радиация дуги, тепловое воздействие дуги, вредные выделения, взрывоопасность и др.)

К обслуживанию электросварочных установок допускаются специалисты, имеющие соответствующие удостоверения и не ниже 2-й квалификационной группы по электробезопасности. Разрешается использование только источников сварочного тока, специально предназначенных для электросварочных работ. Размещение сварочного оборудования должно обеспечивать безопасный и свободный доступ к нему. Электросварочные установки должны включаться в электросеть только при помощи пусковых устройств [25].

7. Заключение

В данной работе было проведено исследование ремонта магистрального трубопровода при помощи стеклопластиковых муфт. В результате проведенного исследования было сделано:

1. Рассмотрены различные методы ремонта магистральных трубопроводов.
2. Рассчитана эффективность стеклопластиковых муфт при использовании для ремонта магистральных трубопроводов.
3. Рассчитана работоспособность участка после проведения ремонта по установке РСМ, рассчитан коэффициент усиления стеклопластиковой муфты.
4. Проведено сравнение традиционного метода ремонта и ремонта с использованием РСМ.

В работе проведен экономический анализ способов ремонта трубопроводов с помощью различных видов сварки. С точки зрения ресурсоэффективности наиболее экономически выгодным является применение ручной дуговой сварки покрытыми электродами модулированным током.

В разделе Социальная ответственность рассмотрены мероприятия по обеспечению техники безопасности при проведении сварочных работ в полевых условиях.

Результаты работы могут быть использованы при проведении выборочного ремонта магистральных нефте- и газопроводов.

Список используемых источников

1. Капитальный ремонт магистральных трубопроводов/ Березин В.Л.;
Изд-во 1978. - 364 с.
2. В. Д. Макаренко, Р. В. Палий, М. Ю. Мухин и др.; Технологические свойства монтажной сварки трубопроводов. Под ред. В. Д. Макаренко. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2001. - 1 с.: ил.
3. Сооружение и ремонт трубопроводов/ Мустафин Ф.М.
Изд-во 2003. - 234 с
4. ВСН 012-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ
5. РД 08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов
6. СНиП III-42-80 Магистральные трубопроводы
7. РД 153-39.4-067-04 Методы ремонта дефектных участков действующих магистральных нефтепроводов
8. РД-25.160.00-КТН-011-10 Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов
9. РД 23.040.00-КТН-090-07 Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов
- 10.СТО Газпром 2-2.3-231-2008 «Правила производства работ при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром»
- 11.ВСН 39-1.10-006-2000 «Правила производства работ по выборочному капитальному ремонту магистральных газопроводов в различных природно-климатических условиях»
- 12.ВСН 39-1.10-001-99 «Инструкция по ремонту дефектных труб магистральных газопроводов полимерными композиционными материалами»

13. Методы ремонта газопроводов с применением труб, бывших в эксплуатации/ Малков А.Г.
14. Разработка и внедрение технологии ремонта магистральных газопроводов больших диаметров с подъемом в траншее/ Усанова Р.Р.
15. Разработка методов усовершенствования поточного производства капитального ремонта магистральных газопроводов Крылов П.В.
16. Муфта для ремонта трубопровода и способ ее установки. /Шарыгин В.М., Яковлев А.Я. и др. Патент № 2240468 Российская Федерация. – 20.11.2004. – Бюлл. № 32.
17. Трубная муфта и способ ее изготовления/Аленников С.Г., Воронин В.Н., Романцов С.В. и др. Патент № 2256841 Российская Федерация. – 20.07.2005. – Бюлл. № 20.
18. Муфта для ремонта трубопровода./ Романцов С.В., Филиппов А.И. , Шарыгин В.М. и др. Патент № 56552 Российская Федерация. – 10.09.2006. – Бюлл. № 25.
19. Инструкция по ремонту дефектных участков трубопроводов стеклопластиковыми муфтами с резьбовой затяжкой СТО Газпром 2-2.3-35–2009..
20. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
21. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
22. ГОСТ 12.1.019 (с изм.№1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
23. ГОСТ 12.1.030 -81. Защитное заземление, зануление.
24. ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

- 25.ГОСТ 12.1. 045 – 84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
- 26.Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. - Главгосэнергонадзор России. Дата введения 2003.01.01. - М.: ЗАО "Энергосервис".
- 27.Кукин П.П., Лапин В.Л. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств: учеб. пособие.- М.: Высшая школа, 1999. – 318с.
- 28.ГОСТ 949-73 - Баллоны стальные малого и среднего объема для газов
- 29.СНиП 23-05-2010. Естественное и искусственное освещение.
- 30.СТО Газпром 2-2.3-335-2009 «Инструкция по ремонту дефектных участков трубопроводов стеклопластиковыми муфтами с резьбовой затяжкой»

Приложение А

Раздел №1 Введение

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ51	Слабухин Евгений Александрович		

Консультант кафедры ОТСП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Слободян Михаил Степанович	к.т.н		

Консультант – лингвист кафедры ИЯФТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Казанцев Андрей Юрьевич	к.ф.н.		

1. Literary review

The most important part of fuel and energy complex of Russia is the gas and oil industry. Development of gas and oil industry was promoted by their economic advantages a combination to their inventories. The problem of transportation of products on long distances depends from successful development of these of branch. At the moment there is a deterioration in a status of systems of trunk pipelines in process of increase in duration of operation under the influence of processes of aging, accumulation of damages to metal of pipes. Permanent cyclic loads of internal pressure lead to accumulation of fatigue damages to zones of the defects allowed in case of manufacture of pipes or carrying out installation and construction works. By stable operation of pipelines also successful activities of other industries are defined. The link between the vendor and a customer in this branch is pipeline transport.

The main task of this transport is a fast, reliable and safe transportation of gas. For this purpose different comprehensive programs which are directed to modernization and major repair of trunk pipelines and system of transportation are developed and implemented. For the purpose of maintenance of reliable operation of pipelines in the modern conditions repair on several thousand kilometers of the linear part of pipelines is executed every year.

Therefore, need of carrying out researches on questions of major repair for increase in safety by operation of trunk pipelines is very important and urgent.

Any actions and actions in oil and gas branch of repair of trunk pipelines it is strictly regulated, such documents as HUNDRED Gazprom 2-2.3-335-2009 "The instruction for repair of the defective sections of pipelines by fiberglass sleeves with a threaded inhaling" [30], STO Gazprom 2-2.3-231-2008 "Rules of works in case of major repair of the linear part of the main gas pipelines of JSC Gazprom [12], VSN 39-1.10-001-99 "The instruction for repair of the defective pipes of the main gas pipelines polymeric composition materials" [24], VSN 39-1.10-006-2000 of "The

rule of works on selective major repair of the main gas pipelines in different climatic conditions" [14] and others.

In operation "Development of methods of enhancement of line production of major repair of the main gas pipelines" Krylov of P.V. [54] places emphasis on the fact that the annual volume of repair of the pipeline increases and, proceeding from it, it is necessary to increase the speed of carrying out repair for the purpose of receiving the greatest economic profit. Also the author conducted a research and the technique of carrying out repair of the main gas pipelines is developed.

In operation "Methods of repair of gas conduits using the pipes which were in operation" Malkov A. G. pays attention to reuse of pipes with the purpose to reduce repair cost of the main gas pipeline [55].

The purpose of the author of operation "Development and deployment of technology of repair of the main gas pipelines of big diameters with rise in a trench" Usanova R. R. is increase in productivity of major repair [56]. In this operation the author shows and proves a possibility of use of the considered method in the conditions of the under and negative temperatures.

After the research of above-mentioned literature it is possible to draw a conclusion that at the moment the subject of repair of the pipeline is really urgent as a large number of scientists is engaged in a study of this problem.

2. General information

The modern network of trunk pipelines has the extent more than 150 thousand km of gas conduits and 50 thousand km of oil pipelines and is caused big to diameters, high working pressure and the considerable service life. From the point of view of operational reliability and industrial safety impose high requirements of pipelines, it is connected to the fact that means of communication cross highway and the railroads, pass through densely populated regions, and also through the rivers, canals and other reservoirs. [2].

The major reason exerting impact on operational reliability of the pipeline is a process of aging. This process is influenced by the following factors: corrosion of

metal of pipes, level of project works, age factor, violation of the rules of technical operation and other. Therefore, influence of these factors leads to origin of accidents which in turn carry to huge financial losses. Therefore it is necessary to pay huge attention to repair of pipelines.

2.1 Assignment, composition and classification of trunk pipelines

The trunk pipeline - the pipeline with a diameter up to 1420 mm inclusively with excessive pressure of a transported product isn't higher than 10 MPas, intended for transportation:

- natural gas or oil hydrocarbonic gas from regions of production to the place of consuming;
- artificial hydrocarbonic gas;
- the hydrocarbonic liquefied gases (propane, butane and their compounds);
- oils from regions of production (from the transferring pumping stations) to places of consuming (transshipment terminals, oil depots, oil refineries or petrochemical complexes, filling points, the industrial enterprises and ports);
- finished oil products from places of their production (oil or petrochemical refineries) to places of consuming (transshipment terminals, oil depots, filling points, the separate industrial enterprises and ports);
- products within head and intermediate oil pumping pumping offices, gas-compressor, stations of storage, distributive stations, the zamernykh of points.

Oil arrives from slits on personal oil pipelines on rallying points, and further from there besides on oil pipelines on head constructions – installation of complex preparation of oil where there is an upholding, deleting water, cleaning, separation from oil gas, etc. Further oil moves on the pumping station, and then to the trunk oil pipeline. Through the intermediate pumping offices oil is transferred to the terminal pumping station, and then to a customer.

2.2 Constructive solutions of trunk pipelines

Trunk pipelines, generally go underground. Only in certain cases pipes are laid out on the Earth's surface in an embankment (nazemno) or on support (nadzemno). Such methods can be applied to a pipeline spacer in such terrains as: deserts, mountains, swamps, permafrost regions and unstable soil, or on transitions through different hindrances.

The pipeline is laid out single or enters as a part of parallel pipelines in the general technical corridor. The quantity of threads in a technical corridor depends on the volume of a transported product.

Depth of a prolozheniye of the pipeline depends on diameter and on characteristics of a soil covering and shall be at least (in m):

with a diameter less than 1000 mm of 0,8

with a diameter of 1000 mm and more than 1

on peat soil and swamps of subjects to drainage 1,1

in sandy barkhans 1

in rocky soil, the marshland in the absence of journey of a motor transport and farm vehicles 0,6

on the irrigated and arable lands 1

in case of intersection of artificial channels (from a bottom of channels) 1,1

The distance between an axis terrestrial (in an embankment) and underground pipelines to the agricultural or industrial enterprises, settlements, constructions and buildings shall be accepted depending on a class and diameter of the pipeline, a level of responsibility of objects and need of support of their safety.

It is recommended to accept distance between parallel threads from technology of continuous construction, hydrogeological features of the region, safety during the working and reliability of pipelines in use.

Trench width on a bottom is accepted by at least (mm):

- for pipelines with a diameter up to 700 - D
- for pipelines with a diameter of 700 and more $\sim 1,5D$

- with diameters of 1200 and 1400 mm and in case of trenches with a slope over 1:0,5, width of a trench is allowed to be reduced to $D+500$.