

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии ремонта нефтепровода диаметром 530 мм
УДК 621.791.75.03:622.692.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Любушкин Никита Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Киселёв А.С.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Лежнина И. А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения

	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, приборостроении и др. областях, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской

	деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий производств.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества сварных швов и сварных конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое сварочное оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

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

Школа Неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технологии сварочного производства
 Отделение школы (НОЦ) Отделение Электронной Инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ 06.02.2020 Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Любушкин Никита Андреевич

Тема работы:

Разработка технологии ремонта нефтепровода диаметром 530 мм	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.01.2020 №9-31/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Муфта, монтируемая по композитно-муфтовой технологии, сталь 09Г2С, диаметр нефтепровода 530 мм, толщина стенки 12 мм.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объект исследования 2. Технологические операции, выполняемые при установке ремонтных конструкции по КМТ <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Подготовительные операции 2.2 Установка ремонтных конструкций на трубопроводе 2.3 Очистка полумуфт и дефектосодержащего участка трубопровода от изоляционного покрытия 2.4 Регулировка кольцевого зазора между трубой и муфтой 3. Основной материал конструкции и его свариваемость 4. Характеристика способа сварки 5. Выбор сварочных материалов 6. Расчет параметров режима сварки 7. Выбор сварочного оборудования 8. Расчет химического состава и механических свойств металла шва 9. Определение расхода сварочных материалов 10. Технология сборки и сварки 11. Техника безопасности при проведении сварочных работ 12. Социальная ответственность 13. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Конструктивные элементы кромок Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-11 п.</p>	<p>Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ</p>
<p>12. Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев М.В., старший преподаватель ООД ШБИП</p>
<p>13. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубченко Т.Г., к.э.н., доцент ОСГН ШБИП</p>

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

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ОЭИ</p>	<p>Киселев А.С.</p>	<p>к.т.н</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Любушкин Никита Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Любушкин Никита Андреевич

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии ремонта нефтепровода диаметром 530 мм	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является разработка технологии ремонта нефтепровода диаметром 530x12 мм. Рабочее место сварщика расположено на открытом воздухе. Местность равнинная, климат умеренный.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при разработке технологии сварки и эксплуатации оборудования: <ul style="list-style-type: none"> • Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов • повышенный уровень шума на рабочем месте; • механические травмы; • неудовлетворительная освещенность рабочей зоны; • повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); • неудовлетворительный микроклимат и вентиляция рабочего места; • повышенный уровень напряженности электростатического поля; • электрическая опасность.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств);

	<ul style="list-style-type: none"> • решение по обеспечению экологической безопасности
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> • Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации; • Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2020
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Любушкин Никита Андреевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Любукшин Никита Андреевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя- 64000 руб. Оклад инженера – 38700 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент инженера 30%; Надбавки руководителя 20-30%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г	Доцент, к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Любушкин Никита Андреевич		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Уровень образования высшее

Отделение электронной инженерии

Период выполнения весенний семестр 2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2020	1. Объект исследования	10
28.02.2020	2. Технологические операции, выполняемые при установке ремонтных конструкций по КМТ	10
15.03.2020	3. Основной материал конструкции и его свариваемость 4. Характеристика способа сварки 5. Выбор сварочных материалов	10
30.03.2020	6. Расчет параметров режима сварки 6.1. Выбор параметров для ручной дуговой сварки плавящимся электродом 6.2 Расчет режимов для ручной дуговой сварки плавящимся электродом	10
05.04.2020	7. Выбор сварочного оборудования 8. Расчёт химического состава и механических свойств металла шва	10
20.04.2020	9. Определение расхода сварочных материалов	10
05.05.2020	10. Технология сборки и сварки	10
15.05.2020	11. Техника безопасности при проведении сварочных работ	10
25.05.2020	12. Социальная ответственность 13. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
01.06.2020	14. Заключение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина А.А.	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 110 листов, 30 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, сталь 09Г2С, муфта, ремонт нефтепровода, композитно-муфтовая технология

Работа актуальна для отрасли транспортировки нефтепродуктов.

Объектом исследования является процесс ручной дуговой сварки плавящимися электродами стали 09Г2С.

Цели и задачи исследования (работы) разработка технологии сборки и сварки двух полумуфт.

Работа представлена введением, двенадцатью разделами и заключением, приведен список использованных источников и приложения.

В 1 разделе «Объект исследования» описана ремонтная конструкция

В 2 разделе «Технологические операции, выполняемые при установке ремонтных конструкций по КМТ» приведены технологические операции, которые необходимы перед установкой муфт.

В 3 разделе «Основной материал конструкции и его свариваемость» описаны химические и механические характеристики материала и проанализирована его свариваемость

В 4 разделе «Характеристика способа сварки» описание ручной дуговой сварки плавящимися электродами.

В 5 разделе «Выбор сварочных материалов» произведен анализ и выбор сварочных материалов согласно нормативным документам организации.

В 6 разделе «Расчет параметров сварки» приведены расчеты режимов для ручной дуговой сварки плавящимися электродами.

В 7 разделе «Выбор сварочного оборудования» приведен выбор источника питания для ручной дуговой сварки плавящимися электродами.

В 8 разделе «Расчет химического состава шва» приведены расчеты химического состава шва, полученного ручной дуговой сварки плавящимися электродами.

В 9 разделе «Определение расхода сварочных материалов» рассчитано количество электродов для выполнения работ.

В 10 разделе «Технология сборки и сварки» приведена технология установки и сварки полумуфт на действующем нефтепроводе.

В 11 разделе «Техника безопасности при проведении сварочных работ» описана техника безопасности при выполнении работ.

В 12 и 13 разделах «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представлены экономические расчеты, актуальность выбранного способа сварки и меры безопасности на рабочем месте.

В заключении изложены выводы по проделанной работе.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

КМТ – композитно-муфтовая технология. Технология, в которой используются композитные составы.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации.
2. ГОСТ 2.312-72 ЕСКД. Условные обозначения швов сварных соединений.
3. ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
4. ГОСТ 9467-75 – Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки.
5. ГОСТ 31447-2012 – Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия (с Поправкой).
6. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.
7. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
8. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).

Оглавление

Введение	19
1 Объект исследования	20
2 Технологические операции, выполняемые при установке ремонтных конструкций по КМТ	22
2.1 Подготовительные работы при установке ремонтных конструкций	22
2.2 Установка ремонтных конструкций на трубопроводе	22
2.3 Очистка полумуфт и дефектосодержащего участка трубопровода от изоляционного покрытия	23
2.4 Регулировка кольцевого зазора между трубой и муфтой	23
2.5 Определение необходимого объема герметика и композитного состава	24
3 Основной материал конструкции и его свариваемость	25
4 Характеристика способа сварки	27
5 Выбор сварочных материалов	29
6 Расчёт параметров режима сварки	31
6.1 Выбор параметров для ручной дуговой сварки плавящимся электродом	31
6.2 Расчет режимов для ручной дуговой сварки плавящимся электродом	34
7 Выбор сварочного оборудования	39
8 Расчёт химического состава и механических свойств металла шва	41
8.1 Расчет для шва, полученного ручной дуговой сваркой плавящимся электродом	41
9 Определение расхода сварочных материалов	43
9.1 Расход сварочных материалов при ручной дуговой сварке плавящимся электродом	43
10 Технология сборки и сварки	44
11 Техника безопасности при проведении сварочных работ	46
12 Социальная ответственность	48
12.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	48
12.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	49
12.3 Производственная безопасность	50
12.3.1 Электробезопасность	51

12.3.2 Освещение.....	55
12.3.3 Шум	56
12.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов	56
12.4.1 Уровень шума на рабочем месте	57
12.4.2 Электрический ток	60
12.5 Экологическая безопасность	61
12.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	62
12.6.1 Микроклимат	64
12.7 Экологическая безопасность	65
12.7.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	66
12.7.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	67
12.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
12.8.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	68
12.8.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	69
Вывод по разделу.....	71
13 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72
13.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	72
13.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	72
13.1.2 Анализ конкурентных технических решений	73
13.1.3 SWOT – анализ	74
13.2 Планирование научно-исследовательских работ	76
13.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	76
13.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	77
13.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	78
13.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	81
13.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	81
13.5 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	82

13.6 Расчёт амортизационных отчислений	83
13.7 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	84
13.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	86
13.9 Накладные расходы	87
13.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	88
13.11 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования....	89
Вывод по разделу	92
Заключение	94
Список использованных источников	95
Приложение А	97

Введение

Магистральный трубопроводный транспорт является важнейшей составляющей топливно-энергетического комплекса России. В стране создана разветвленная сеть магистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов и газопроводов, которые проходят по территории большинства субъектов Российской Федерации. Системы трубопроводного транспорта позволяют эффективно реализовывать государственную политику, позволяющую государству регулировать поставки нефтепродуктов на внутренний и внешний рынки [1].

Из-за нарушения непрерывного процесса производства в смежных отраслях и потерь продукта отказы на магистральных трубопроводах наносят не только большой экономический ущерб, но также могут сопровождаться возникновением пожаров, загрязнением окружающей среды и человеческими жертвами.

Объектом исследования является технология ремонта трубопровода диаметром 530 мм и толщиной стенки 12 мм способом наложения муфты, изготавливаемой по композитно-муфтовой технологии.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии ремонта участка нефтепровода методом наложения ремонтной муфты с применением ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

1 Объект исследования

Композитно-муфтовая ремонтная конструкция состоит из стальной муфты, сваренной из двух полумуфт, которая устанавливается на трубе с кольцевым зазором. Допуск для кольцевого зазора позволяет ремонтировать трубопроводы с дефектами геометрии и изгибом продольной оси. Концы кольцевого зазора заполняются герметиком. Объем между трубой и муфтой заполняется композитным составом. Ремонтная конструкция, установленная по технологии КМТ представлена на рисунке 1, в Приложении А.

Преимущества ремонта с применением композитно-муфтовой технологии (КМТ):

- проведение работ по установке композитной муфты проводится в трассовых условиях без остановки трубопровода;
- установка композитной муфты дешевле в 4 – 5 раз, чем установка катушки;
- гарантированный срок службы отремонтированного по КМТ участка трубопровода составляет не менее 30 лет;
- простота монтажа: бригада из 4-х человек устанавливает композитную муфту в среднем за 3,5 часа с использованием минимального количества инструмента и техники;
- композитная муфта может быть составной и достигать длины 10 м для трубопроводов диаметром 530 мм.

Длина муфты L_m , в миллиметрах, определяется исходя из длины дефекта $L_{\text{деф}}$ в осевом направлении и наружного диаметра трубопровода D_n , и должна быть определена по формуле 1:

$$L_m = L_{\text{деф}} + 3,3D_n \quad (1)$$

Где D_n – номинальный диаметр трубы, подвергаемой ремонту.

$$L_m = 50 + 3,3 \cdot 530 = 1799 \text{ мм}$$

Для ремонта трубопровода диаметром 530 мм применяют муфты длиной 1000 мм, 1500 мм, 2000 мм, 2500 мм, 3000 мм, 3500мм. Округлив полученное значение до ближайшего большего, применима муфта длиной 2000 мм.

2 Технологические операции, выполняемые при установке ремонтных конструкций по КМТ

2.1 Подготовительные работы при установке ремонтных конструкций

Перед установкой ремонтных конструкций на действующем трубопроводе проводится комплекс подготовительных работ. К ним относятся:

а) определение местоположения дефекта по данным внутритрубной диагностики – в соответствии с требованиями ОР-19.100.00-КТН-010-10 [2];

б) земляные работы для обеспечения доступа к месту проведения ремонта на трубопроводе - в соответствии с требованиями РД-23.040.00-КТН-386-09 [3];

в) очистка участка трубопровода от изоляционного покрытия в месте установки ремонтных конструкций;

г) проведение дефектоскопического контроля дефекта, подлежащего ремонту - в соответствии с требованиями ОР-19.100.00-КТН-010-10 [2];

д) обозначение границ дефекта, подлежащего ремонту несмываемой краской.

2.2 Установка ремонтных конструкций на трубопроводе

При установке ремонтной конструкции выполняются следующие технологические операции:

а) дробеструйная обработка поверхности трубопровода в зоне установки муфты и внутренних поверхностей ремонтных полумуфт

б) сборка ремонтной конструкции на трубопроводе;

в) сварка ремонтной конструкции;

г) подсоединение катодной защиты к муфте. После завершения монтажа муфты производится подсоединение проводника катодной защиты к верхней части муфты;

- д) контроль качества сварных швов ремонтной конструкции;
- е) регулировка кольцевого зазора между трубой и муфтой;
- ж) приготовление герметика, последующая герметизация кольцевых швов;
- з) приготовление композитного состава и последующее заполнение кольцевого зазора между трубой и муфтой;
- и) удаление выступающей арматуры ремонтной конструкции;
- к) нанесение изоляционного покрытия на отремонтированный участок трубопровода.

2.3 Очистка полумуфт и дефектосодержащего участка трубопровода от изоляционного покрытия

Очистка поверхности трубопровода от изоляционного покрытия, следов коррозии и грязи производится только мелким ручным инструментом (ручные скребки, металлические щетки, напильники, молоток, зубило). Длина очищенного участка превышает длину устанавливаемой муфты на 150-200 мм с каждой стороны.

Дробеструйной обработке подвергаются наружная поверхность трубопровода в зоне ремонта и внутренние поверхности ремонтных конструкций. Во время дробеструйной обработки и после ее окончания обработанные поверхности должны поддерживаться в чистом и сухом состоянии. Обработку необходимо проводить на рабочей площадке при естественном или искусственном освещении.

2.4 Регулировка кольцевого зазора между трубой и муфтой

Регулировка величины зазора между трубой и муфтой проводится с целью получения равномерного значения кольцевого зазора.

Величина зазора, установленная в диапазоне от 6 до 40 мм, регулируется установочными болтами с учетом геометрии трубы (см. рис.2, в приложении А). Контроль величины установленных зазоров проводится в нескольких местах с каждой стороны муфты (на смонтированной муфте измерение кольцевого зазора проводится через технологические отверстия в муфте). В данной операции используются гаечный ключ, металлическая линейка, рулетка.

2.5 Определение необходимого объема герметика и композитного состава.

Работы должны выполняться с особой осторожностью с применением индивидуальных средств защиты при приготовлении герметика (и герметизации кольцевого зазора) и композитного состава. Составляющие герметика: смола (жидкость) и наполнитель-отвердитель (порошок). Для приготовления композитного состава в свою очередь используют смолу (жидкость), отвердитель (жидкость) и наполнитель (порошок).

Приготовление герметика осуществляется малыми порциями, так как время отверждения составляет 15 минут, в пластмассовом ведре с применением перемешивающего устройства.

Объем необходимого количества герметика определяется формулой 2 [3]:

$$V_{\Gamma} = \pi(D_{\text{н}} + \Delta R) \cdot \Delta R \cdot 50 \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

где: $D_{\text{н}}$ – внешний диаметр трубы;

ΔR – величина кольцевого зазора.

$$V_{\Gamma} = \pi(D_{\text{н}} + \Delta R) \cdot \Delta R \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 1,28 \text{ л}$$

Объем необходимого количества композитного состава определяется по формуле 3 [3]:

$$V_{\text{к}} = \pi(D_{\text{н}} + \Delta R) \Delta R \cdot (L_{\text{м}} - 50) \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

где: $L_{\text{м}}$ – длина муфты.

$$V_{\text{к}} = \pi(D_{\text{н}} + \Delta R) \Delta R \cdot (L_{\text{м}} - 50) \cdot 10^{-6} = 50 \text{ л}$$

3 Основной материал конструкции и его свариваемость

Для изготовления муфт используется низколегированная конструкционная сталь 09Г2С.

Легированные стали – это стали, которые содержат специально введённые элементы, придающие стали специальные свойства. Марганец считается легирующим компонентом, при его содержании в стали более 0,7% по нижнему пределу, а кремний свыше 0,4%. Поэтому стали марок 09Г2С, 17Г1С, Ст3Гпс с повышенным содержанием марганца соответствуют низколегированным конструкционным сталям [4].

Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от -70 до +450 С. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей. Применяя закалку и отпуск изготавливают качественную трубопроводную арматуру. Высокая механическая устойчивость к низким температурам также позволяет с успехом применять трубы из 09Г2С на севере России.

При производстве сварных конструкций широко используют низкоуглеродистые низколегированные конструкционные стали. Конечное значение легирующих элементов составляет не более 4%, а углерода – 0,25%. В таблице 1 приведен химический состав стали.

Таблица 1 – Химический состав стали 09Г2С, % [4]

Fe	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cu
97-97,4	до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	до 0,035	до 0,03	до 0,3

Наличие марганца в сталях повышает ударную вязкость и хладноломкость, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. При сравнении с другими низколегированными сталями, марганцевые позволяют получить сварные соединения более высокой прочности при знакопеременных и ударных нагрузках. Введение в низколегированные стали небольшого

количества меди (до 0,3%) повышает стойкость стали к коррозии. Термообработка значительно улучшает механические свойства стали, которые в свою очередь зависят от толщины проката. При этом может быть достигнуто значительное снижение порога хладноломкости [5].

Повышение прочности низколегированных сталей достигается легированием их элементами, которые растворяются в феррите и измельчают перлитную составляющую. Наличие этих элементов при охлаждении тормозит процесс распада аустенита и действует равносильно некоторому увеличению скорости охлаждения, поэтому при охлаждении сварных швов могут образоваться закалочные структуры в зоне термического влияния.

Качество и свойства материалов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и должны подтверждаться сертификатами поставщиков. Соответственно, в сертификате должен быть указан режим термообработки полуфабриката на предприятии изготовителя.

Механические характеристики стали [5] приведены в таблице 2

Таблица 2 – механические свойства стали 09Г2С [4]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	KCU
490	343	20	590 – 640

где:

- σ_B – временное сопротивление разрыву;
- σ_T – предел текучести;
- δ_5 – относительное удлинение
- KCU – ударная вязкость, при U-образном виде надреза.

4 Характеристика способа сварки

Согласно руководящему документу [4], для ремонта нефтепровода используют следующие виды сварки:

- ручная дуговая сварка плавящимися покрытыми электродами с основным типом покрытия;
- механизированная сварка самозащитной проволокой;
- механизированная сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах с управляемым капельным переносом;
- комбинированные технологии (корень шва проваривают ручной дуговой сваркой покрытыми электродами с основным типом покрытия или механизированной сваркой проволокой сплошного сечения в защитных газах, заполняющий и облицовочные швы – механизированной сваркой самозащитной проволокой).

Предпочтительным является ручная дуговая сварка плавящимся электродом, так как она отличается относительно высокой скоростью выполнения ремонтных работ, чем механизированная сварка самозащитной проволокой и механизированной сваркой проволокой сплошного сечения в среде защитных газов. Максимальный диаметр сварочной проволоки для механизированной сварки 2 мм, тогда для данной работы ручной дуговой сваркой плавящимся электродом электрод имеет диаметр 4 мм.

При данном виде сварки образуется шлаковая защита расплавленного металла от взаимодействия с окружающим воздухом. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств металла шва, при выполнении соединений, для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований [6].

При использовании ручной дуговой сварки, вручную осуществляется перемещение электрода вдоль линии шва и его подачи по мере плавления в зону сварки. Напряжение дуги и сила сварочного тока в данном случае напрямую зависит от длины дуги. Используют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками с целью поддержания более стабильного теплового режима в сварочной ванне [7].

Достоинства:

- создание сварного соединения в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;
- большое количество свариваемых материалов;
- относительная простота оборудования

Недостатки:

- низкая производительность труда;
- трудоёмкий процесс;
- качество сварного шва напрямую зависит от квалификации сварщика.

Малое значение сварочного тока обуславливает низкую производительность этого вида сварки.

5 Выбор сварочных материалов

Для ремонтных работ должны применяться материалы, включённые в реестр ОВП ПАО Транснефть [8].

LB-52U (ЛБ 52У) - сварочный электрод с пониженным содержанием водорода, что позволяет значительно улучшить характеристики сварного шва. Использование данных электродов позволяет получить аккуратный корневой чешуйчатый валик без дефектов при сварке с лицевой стороны соединения.

Электрод LB 52U обеспечивает высокую ударную вязкость и его часто используют для сварки труб, морских конструкций и сооружений типа резервуаров, которые необходимо сваривать только, с одной стороны. Обеспечивает намного лучшую стабилизацию дуги и проплавление, чем другие низководородные электроды. Химический состав наплавленного металла электродом LB52U приведен в таблице 3, механические свойства наплавленного металла – в таблице 4, условия проковки – в таблице 5.

Назначение: электроды LB-52U предназначены для сварки труб из сталей прочностных классов до К54 включительно и от К55 до К60 включительно. Электроды LB-52U аттестованы НАКС для использования при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. Электроды с покрытием основного типа для односторонней ручной дуговой сварки труб и ответственных конструкций из углеродистых сталей прочностью до 588 МПа.

УОНИ 13/55 – сварочные электроды, предназначенные для сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Сварка во всех пространственных положениях шва постоянным током обратной полярности. Обеспечивают получение металла шва с высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Сварку производят только на короткой длине дуги по очищенным кромкам.

Недостаток электродов марки УОНИ-13/55 заключается в том, что сварку можно вести только постоянным током обратной полярности, и, кроме того, при наличии ржавчины на кромках при увлажнении покрытия понижается стойкость против образования в металле шва пор.

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла электродов, % [9]

Марка	Fe	C	Mn	Si	S	P
LB-52U	98 - 98,3	0,06	1,01 – 1,02	0,49 – 0,51	0,004 – 0,006	0,011 – 0,013
УОНИ 13/55	98,7 - 98,8	0,1	0,7	0,25 – 0,35	0,03 – 0,04	0,035

Таблица 4 – Механические свойства наплавленного металла, [9]

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
LB-52U	442	546	31
УОНИ 13/55	350	500	25-28

Таблица 5 – Прокалка перед сваркой

Марка электрода	Температура прокалки, °С	Время прокалки, ч
LB-52U	300 - 350	0,5 - 1
УОНИ 13/55	350 - 400	2

Из сравнительной характеристики электродов можно сделать вывод о том, что электроды LB-52U обладают лучшими механическими свойствами, имеют меньшее время и температуру прокалки, при сравнении их с электродами марки УОНИ 13/55. Химический состав электродов УОНИ 13/55 имеет большее содержание серы и фосфора, которые, в свою очередь, могут отрицательно сказаться на состоянии сварного шва, так как сера способствует образованию горячих трещин из-за образования низкоплавкой эвтектики FeS с температурой плавления в пределах 940°С, фосфор снижает ударную вязкость, что приводит к образованию холодных трещин. Согласно РД-23.040.00-КТН-201-19 [3] сварку муфт необходимо проводить на постоянном токе обратной полярности. Но электроды марки УОНИ 13/55 не включены в реестр ОВП Транснефть.

Поэтому для сварки муфт будут использованы электроды LB-52U для корневого, заполняющего и облицовочных швов.

6 Расчёт параметров режима сварки

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества [10].

Расчет параметров режимов сварки следует начать с определения геометрических размеров шва. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва следует выбирать по меньшей толщине. Рассчитаем основные типы соединений, используемых в данном изделии.

6.1 Выбор параметров для ручной дуговой сварки плавящимся электродом

К основным параметрам ручной дуговой сварки плавящимся электродом относятся: сварочный ток, напряжение дуги, род и полярность тока, положение шва в пространстве, тип электрода и его диаметр [11].

Важнейшим параметром ручной дуговой сварки является сила сварочного тока. Именно сварочный ток будет определять качество сварочного шва и производительность сварки в целом.

Сила тока выбирается в зависимости от диаметра электрода, состава покрытия, положения сварки и т.д. Чем больше сила тока, тем интенсивнее расплавляется его рабочая часть и тем выше производительность сварки. Но это правило может приниматься с некоторыми оговорками. При чрезмерном токе для выбранного диаметра электрода происходит перегрев рабочей части, что чревато ухудшением качества шва, разбрызгиванием капель жидкого металла и даже может привести к сквозным прожогам деталей. При недостаточной силе тока дуга будет неустойчива, часто будет обрываться, что может привести к непроварам, не говоря уже о качестве шва. Чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения сварного шва.

Диаметр электрода подбирают в зависимости от толщины свариваемого изделия. Кроме того, уровень сварочного тока зависит от расположения сварочного шва в пространстве. При сварке швов в потолочном или вертикальном положении рекомендуется диаметр электродов не меньше 4 мм и понижение силы сварочного тока на 10-20 %, относительно стандартных показателей тока при работе в горизонтальном положении. В таблице (какой-то) представлено соотношение диаметра электрода и толщины свариваемых деталей.

Таблица 6 – соотношение диаметра электрода и толщины свариваемых деталей

Толщина свариваемых деталей, мм	1 – 2	3 – 5	4 – 12	12 – 24
Диаметр электрода, мм	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5 – 6

После того, как сила сварочного тока определена, следует рассчитать длину сварочной дуги. Расстояние между концом электрода и поверхностью свариваемого изделия и определяет длину сварочной дуги. Стабильное поддержание длины сварочной дуги очень важно при сварке, это сильно влияет на качество свариваемого шва. Лучше всего использовать короткую дугу, т.е. длина которой не превышает диаметр электрода, но это достаточно тяжело осуществить даже при наличии солидного опыта. Поэтому оптимальной длиной дуги принято считать размер, который находится между минимальным значением короткой дуги и максимальным значением (превышает диаметр электрода на 1-2 мм)

Выбор скорости сварки зависит от толщины свариваемого изделия и от толщины сварочного шва. Подбирать скорость сварки следует так, чтобы сварочная ванна заполнялась жидким металлом от электрода и возвышалась над поверхностью кромок с плавным переходом к основному металлу изделия без наплывов и подрезов. Желательно поддерживать скорость продвижения так, чтобы ширина сварочного шва превосходила в 1,5-2 раза диаметр электрода.

Если слишком медленно перемещать электрод, то вдоль стыка образуется достаточно большое количество жидкого металла, который растекается перед сварочной дугой и препятствует её воздействию на свариваемые кромки – то есть результатом будет непровар и некачественно сформированный шов.

Неоправданно быстрое перемещение электрода тоже может вызывать непровар из-за недостаточного количества тепла в рабочей зоне. А это чревато деформацией швов после охлаждения, вплоть до трещин.

Наиболее простой способ подбора скорости сварки ориентирован на приблизительно среднее значение размеров сварочной ванны. В большинстве случаев сварочная ванна имеет размеры: ширина 8–15 мм, глубина до 6 мм, длина 10–30 мм. Важно следить, что бы сварочная ванна равномерно заполнялась расплавленным металлом, т.к. глубина проплавления почти не изменяется [12].

У большинства моделей сварочных аппаратов для ручной дуговой сварки на выходе путем выпрямления переменного тока образуется постоянный сварочный ток. При использовании постоянного тока возможны два варианта подключения электрода и детали:

- При прямой полярности деталь подсоединяется к зажиму «+», а электрод к зажиму «-»
- При обратной полярности деталь подключается к «-», а электрод – к «+»

Сварку низколегированных сталей можно производить как ручным способом, так и автоматически, вне зависимости от полярности тока.

Таким образом, необходимо подобрать сварочный ток, напряжение дуги, диаметр электрода, количество проходов, скорость сварки и количество погонной энергии, вводимой в сварочную ванну, для исключения появления дефектов сварного шва.

6.2 Расчет режимов для ручной дуговой сварки плавящимся электродом

Муфта, монтируемая по технологии КМТ, состоит из двух обечаек, сваривается два продольных шва, чертеж №1 в приложении А.

С определения геометрического строения шва, таблица 7, следует начать расчет режимов сварки [12].

Таблица 7 – конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 5264-80 [12]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S = S ₁	b	c	e	g
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Сварного шва					
C17			12	2 ^{+1.0} _{-1.5}	1 ^{+0.5} _{-0.5}	18 ⁺⁴	2 ^{+2.0} _{-1.5}

Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла.

Площадь наплавленного металла рассчитывается по формуле 4:

$$F_h = h^2 \cdot \operatorname{tg}30 + b \cdot S + 0.73 \cdot g \cdot e \quad (4)$$

где h, b, S, g, e – геометрические параметры разделки, определяемые по ГОСТ 16037-80, тогда подставим значения в формулу (которая выше) и получим:

$$F_h = 11^2 \cdot \operatorname{tg}30 + 2 \cdot 12 + 0.73 \cdot 2 \cdot 18 = 120 \text{ мм}^2.$$

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металла найдем по формуле 5:

$$F = 0.73 \cdot e \cdot (S + g) \quad (5)$$

$$F = 0.73 \cdot 18 \cdot (12 + 2) = 184 \text{ мм}^2$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле 6:

$$F_{пр} = F - F_{н} \quad (6)$$

$$F_{пр} = F - F_{н} = 184 - 120 = 64 \text{ мм}^2$$

Первый проход выполняем электродом диаметром 3,2 мм, заполняющие и облицовочный – 4 мм, все электроды LB 52U.

При сварке первого прохода (корня шва) площадь поперечного сечения, наплавленного за один проход, должна составлять не более 30 мм² и 40 мм² для последующих проходов. Данное правило обусловлено оптимальными условиями формирования шва.

Воспользуемся формулой 7, для определения площади поперечного сечения корня шва:

$$F_{к} = (6...8) \cdot d_{э} \quad (7)$$

$$F_{к} = 7 \cdot 3,2 = 22,4 \text{ мм}^2$$

Последующие проходы, определим из формулы (8):

$$F_{п} = (8...12) \cdot d_{э} \quad (8)$$

$$F_{п} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ мм}^2$$

Число проходов, рассчитываем по формуле (9):

$$n = \frac{F_{н} - F_{к}}{F_{п}} + 1 \quad (9)$$

$$n = \frac{F_{н} - F_{к}}{F_{п}} + 1 = \frac{120 - 22,4}{40} + 1 = 2,52,$$

назначаем три прохода.

Расчет силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока по формуле 10:

$$I_{CB} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j, \quad (10)$$

где $d_э$ – диаметр электродного стержня, мм;

j – допустимая плотность тока, А/мм².

Определим силу сварочного тока, для корневого слоя электроды диаметра 3 мм, по формуле (6):

$$I_{CB} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot (13...18,5) = 91...130 \text{ А},$$

т.к самым ответственным местом, в многослойном шве, является первый проход (корневой шов), рекомендуется устанавливать небольшие значение сварочного тока, а именно $I_{CB} = 90...130 \text{ А}$.

В свою очередь, необходимо определить I_{CB} для электродов диаметром 4 мм по формуле (6):

$$I_{CB} = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} \cdot (10...14,5) = 125...182 \text{ А},$$

принимаем $I_{CB} = 125...182 \text{ А}$.

Следующим шагом вычисляем приближенное значение напряжения на дуге по формуле 11:

$$U_{д} = 20 + 0.04 \cdot I_{CB} \quad (11)$$

Значение напряжения дуги, для сварки корневого шва, находим по формуле 11:

$$U_{д \text{ min}} = 20 + 0.04 \cdot 91 = 23,64 \text{ В};$$

$$U_{д \text{ max}} = 20 + 0.04 \cdot 130 = 25,2 \text{ В};$$

принимаем $U_{д} = 23...25 \text{ В}$.

Напряжение дуги для заполняющих и облицовочного швов, также находим по формуле 11:

$$U_{д \text{ min}} = 20 + 0.04 \cdot 125 = 25 \text{ В};$$

$$U_{д \text{ max}} = 20 + 0.04 \cdot 182 = 27 \text{ В},$$

принимаем $U_{д} = 25...27 \text{ В}$.

По необходимым размерам получаемого шва обычно V_{CB} задается и контролируется косвенно. По формуле 12 определяется скорость дуговой сварки покрытыми электродами:

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_H}, \quad (12)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч;

F_H – площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см²;

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³ (для стали $\gamma=7,8$ г/см³).

Подставляем значения в формулу 12 и рассчитываем:

Корневого шва:

$$V_{CB} = \frac{9,5 \cdot 91}{3600 \cdot 7,8 \cdot 21 \cdot 10^{-2}} = 0,14 \text{ см/с} = 5,18 \text{ м/ч};$$

$$V_{CB} = \frac{9,5 \cdot 130}{3600 \cdot 7,8 \cdot 21 \cdot 10^{-2}} = 0,21 \text{ см/с} = 7,56 \text{ м/ч}.$$

Заполняющих и облицовочного швов:

$$V_{CB} = \frac{9,5 \cdot 125}{3600 \cdot 7,8 \cdot 40 \cdot 10^{-2}} = 0,11 \text{ см/с} = 3,96 \text{ м/ч};$$

$$V_{CB} = \frac{9,5 \cdot 182}{3600 \cdot 7,8 \cdot 40 \cdot 10^{-2}} = 0,153 \text{ см/с} = 5,54 \text{ м/ч}.$$

На всех слоях шва, сварку осуществляем с одинаковой скоростью, как показал нам расчет.

Количество энергии, вводимое в единицу длины шва (Дж·с/см), определяется значением погонной энергии по формуле 13:

$$q_n = \frac{q_{эф}}{V_{CB}} = \frac{I_{CB} \cdot U_D \cdot \eta_u}{V_{CB}}, \quad (13)$$

где $q_{эф}$ – эффективная тепловая мощность сварочной дуги, Дж;

I_{CB} – ток сварочной дуги, А;

U_d – напряжение на дуге, В;

η_u – эффективный КПД нагрева изделия дугой (0,75...0.85 постоянный ток, покрытые электроды);

$V_{св}$ – скорость перемещения сварочной дуги, см/с.

При подстановки числовых значений в формулу 13, получаем результат:
для корневого слоя шва:

$$q_n = \frac{90 \cdot 23 \cdot 0,8}{0,14} = 11829 \text{ Дж / см};$$

$$q_n = \frac{130 \cdot 25 \cdot 0,8}{0,21} = 21666 \text{ Дж / см};$$

Для заполняющего и облицовочного:

$$q_n = \frac{125 \cdot 25 \cdot 0,8}{0,11} = 22727 \text{ Дж / см};$$

$$q_n = \frac{180 \cdot 27 \cdot 0,8}{0,153} = 25412 \text{ Дж / см}.$$

С помощью данных режимов получили нужные геометрические параметры шва ГОСТ 5264-80 [13]. Но эту сварную конструкцию можно использовать лишь только тогда, когда она пройдёт определённые производственные испытания.

7 Выбор сварочного оборудования

Для реализации современных технологий сварки магистральных нефтепроводов и обеспечения качества сварных соединений, источники сварочного тока [14] должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечение возможности ручной дуговой сварки электродами с различным типом покрытия, применяемыми в трубопроводном строительстве;
 - устойчивая работа источника при ручной дуговой сварке во всем диапазоне рабочих токов, в том числе при минимальных, начиная с 40 А;
 - возможность регулирования наклона внешних вольтамперных характеристик и настройки тока короткого замыкания в зависимости от типа покрытия электрода при сварке различных слоев шва и в разных пространственных положениях;
 - высокие динамические свойства, обеспечивающие время перехода от короткого замыкания к рабочему режиму не более 0,01 секунды;
 - наличие малогабаритных дистанционных регуляторов сварочного тока, удобно размещаемых в руке сварщика и обеспечивающих возможность регулирования тока, не обрывая дуги;
 - эффективное регулирование сварочного тока с пульта дистанционного управления при длине кабеля подключения до 40 метров;
 - возможность использования источников тока в составе передвижных и самоходных агрегатов при пониженном качестве автономной электросети переменного тока, характерного для сетей ограниченной мощности;
 - возможность эксплуатации источников в диапазоне температур от минус 40 °С до плюс 40 °С;
 - номинальный сварочный ток должен составлять не менее 250 А.
- Учитывая, что источники сварочного тока могут использоваться как стационарно, так и в составе автономных агрегатов питания, к ним предъявляются дополнительные требования по стойкости к воздействию внешних климатических и механических факторов:

- степень защиты IP23 по ГОСТ 14254-96 [14];
- относительная влажность окружающей среды 80 % при $t= 200\text{C}$;

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами выбираем многозадачный сварочный аппарат LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400. Надежный универсальный источник питания для сварки в защитном газе, порошковой проволокой, сварки под флюсом, РДС, аргонодуговой сварки на постоянном токе и дуговой строжки. Встроенные ампер- и вольтметр позволяют контролировать ключевые параметры сварки. Регуляторы индуктивности и форсирования дуги позволяют оператору быстро настроить аппарат для текущей задачи. Система регулировки параметров сварки постоянно контролирует пинчэффект дуги, чтобы ограничить разбрызгивание, обеспечить текучесть металла и хороший внешний вид шва при сварке в защитном газе или порошковой проволокой. Основные технические характеристики выпрямителя LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400 представлены в таблице 7.

Таблица 8 – Технические характеристики выпрямителя LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400

Параметр	IDEALARC DC-400
Климатическое исполнение, категория размещения	У3, Т3
Напряжение питающей сети, В	230/400
Частота питающей сети, Гц	50-60
Номинальный сварочный ток, А	400
ПВ, %	100
Потребляемый ток, А	77/45
Диапазон сварочного тока, А	60-500
Габаритные размеры, мм	698x566x840
Масса, кг	215

8 Расчёт химического состава и механических свойств металла шва

Степень легирования металла шва, с некоторой погрешностью, может быть установлена сопоставлением химического состава основного металла и металла наплавленного валика, определяемого по формуле 14 [15]:

$$R_{ш} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot R_э \pm \Delta R \quad (14)$$

где: $R_{ш}$ - содержание рассчитываемого элемента, %;

R_0 - содержание того же элемента в основном металле, %;

$(1 - \gamma_0)$ - доля участия электродного металла в металле шва, %;

$R_э$ - содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленным данной маркой электродов, %;

γ_0 - доля участия основного металла в металле шва;

ΔR - переход данного металла из покрытия или газа в шов

8.1 Расчет для шва, полученного ручной дуговой сваркой плавящимся электродом

Определим долю участия основного металла в металле шва при помощи формулы 15 [15]:

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{(F_{np} + F_n)} \quad (15)$$

где $F_n = 120 \text{ мм}^2$ – площадь сечения наплавленного металла;

F_{np} – площадь сечения проплавленного металла, которая приближённо может быть определена по формуле 16:

$$F_{np} = 0.73 \cdot e \cdot H \quad (16)$$

при этом ширину сварного шва возьмём из таблицы С17 ($e = 20 \text{ мм}$), требуемая глубина провара $H = 12 \text{ мм}$, тогда подставив значения в формулу (13), получим:

$$F_{np} = 0.73 \cdot 20 \cdot 12 = 175,2 \text{ мм}^2 .$$

Следовательно:

$$\gamma_0 = \frac{175,2}{(175,2+120)} = 0.59$$

Для определения последующего химического состава шва, необходимо знать химический состав электродов. Химический состав электродов LB - 52U приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Химический состав электродов LB-52U %

C	Fe	Si	Mn	P	S
0,06	98,4	0,49	1,01	0,013	0,004

Определяем по формуле 14 химический состав металла шва для ручной дуговой сварки плавящимся электродом:

$$[C]: R_{ш} = 0,12 \cdot 0.59 + (1 - 0.59) \cdot 0,06 = 0,0954\%$$

$$[Si]: R_{ш} = 0.5 \cdot 0.59 + (1 - 0.59) \cdot 0.51 = 0.5\%$$

$$[Mn]: R_{ш} = 1.3 \cdot 0.59 + (1 - 0.59) \cdot 1.02 = 1.19\%$$

$$[P]: R_{ш} = 0.03 \cdot 0.59 + (1 - 0.59) \cdot 0.011 = 0.018\%$$

$$[S]: R_{ш} = 0.035 \cdot 0.59 + (1 - 0.59) \cdot 0.006 = 0.024\%$$

9 Определение расхода сварочных материалов

9.1 Расход сварочных материалов при ручной дуговой сварке плавящимся электродом

При ручной дуговой сварке расход электродов можно определить по формуле 17 [15]:

$$G_э = G_н \cdot (1,6 \div 1,7) \quad (17)$$

где $G_н$ – масса наплавленного металла, которую определим по формуле 18, [15]:

$$G_н = F_н \cdot l_{ш} \cdot \gamma \quad (18)$$

где $F_н$ – площадь наплавленного металла; $F_н = 1,2 \text{ см}^2$;

$l_{ш}$ – длина шва; $l_{ш} = 200 \text{ см}$;

γ – плотность металла; $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Таким образом:

$$G_э = 0,2 \cdot 200 \cdot 7,8 \cdot 1,6 \dots 1,7 = 2999,2 \dots 3182,4 \text{ г.}$$

10 Технология сборки и сварки

Когда муфта в разобранном виде поступает на место ремонтируемого участка, необходимо проверить сертификат качества данного изделия, проверить состояние кромок, наличие забоин, вмятин, рисок, царапин, измеренные дефекты необходимо сравнить с допустимыми. ВИК проводить в соответствии с РД 03-606-03 [16].

Непосредственно перед сборкой кромки и прилегающие к ним участки на ширину 20 мм при ручной или механизированной дуговой сварке и не менее 50 мм при автоматической сварке, а также места примыкания начальных и выводных планок должны быть тщательно зачищены от окалины, грязи, краски, масла, ржавчины, влаги, снега и льда.

Одна полумуфта помещается непосредственно на ремонтируемый участок. Вторая полумуфта – под ремонтируемый участок. В виду большого веса данного изделия, на верхнюю полумуфту устанавливают специальные гидравлические приспособления, цепью стягивают полумуфты.

Две полумуфты фиксируются прихватками. Длина каждой прихватки должна быть равна 4...5 толщинам соединяемых деталей, но не менее 50 мм и не более 500 мм. Чем меньше толщина свариваемых деталей, тем меньше расстояние между прихватками. Прихватки должны выполняться теми же сварочными материалами, которые будут применяться для сварки основных швов. Прихватки должны быть полностью перекрыты и по возможности переварены при наложении основного шва.

Прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки таких швов. Прихватки должны быть зачищены от шлака. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалять механическим способом. По рекомендациям РД 34.15.132-96 [17], для используемых материалов длина прихваток должна быть не менее 50 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3—0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм. Согласно

технологии описанной в РД-23.040.00-КТН-201-17 [3], сварку следует вести от центра муфты к краям обратноступенчатым способом, изображенным в приложении А, рисунок 5.

11 Техника безопасности при проведении сварочных работ

При выполнении работ существуют следующие основные опасности для здоровья рабочих:

- а) поражение электрическим током;
- б) поражение лучами дуги глаз и открытых поверхностей кожи;
- в) ушибы и порезы во время подготовки изделий к сварке и во время сварки;
- г) отравление газами и пылью;
- д) ожоги от разбрызгивания электродного расплавленного металла и шлака.
- е) отравление парами композитного состава [18], изготавливаемого в полевых условиях;

Для защиты сварщика от поражения электрическим током необходимо:

- а) надёжно заземлять корпус источника питания дуги и свариваемое изделие;
- б) не использовать контур заземления в качестве сварочного провода;
- в) хорошо изолировать рукоятку электрододержателя;
- г) работать в сухой и прочной спецодежде и рукавицах (ботинки не должны иметь в подошве металлических шпилек и гвоздей).

Для защиты органов зрения, сварщики и вспомогательные рабочие применяют светофильтры, которые задерживают и поглощают излучение дуги.

В заводских условиях сварщики должны работать в изолированных кабинах. При работе на открытом воздухе и в помещениях, где не предусмотрены кабины, сварщики должны оградить место сварки щитами, ширмами и т.п., учитывая, что вредные излучения дуги распространяются на 10-30 м и более.

Для защиты от ожогов сварщиков обеспечивают специальной одеждой, обувью, рукавицами и головным убором.

При сборочно-сварочных работах чаще всего наблюдаются травмы в виде ушибов и ранений рук (от неумелого обращения с инструментом и деталями) и ног (от падения собираемых деталей). Правильное оснащённое рабочее место сварщика должно полностью обеспечить работающих от различных механических повреждений.

12 Социальная ответственность

В связи с особенностями ручной дуговой сварки плавящимися электродами при проведении сварочных работ предъявляются особые требования к выполнению правил техники безопасности. Невыполнение этих требований может привести к несчастным случаям: отравлению газом, выделяющимся при плавлении обмазки электродов, электрическим током и т.д. Среди вредных газов, выделяющихся при сварке, прежде всего, следует отметить такие, как пары марганца, хрома и др. В связи с множеством вредных факторов при производстве работ необходимо соблюдать технику безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

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.

12.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Требования по охране труда при эксплуатации трубопроводов определяются законом «Об основах охраны труда в РФ», «Законом о промышленной безопасности опасных производственных объектов», другими действующими законодательными актами РФ и субъектов РФ, правилами, решениями и указаниями органов государственного надзора, Министерства и ведомства (компании). Ответственность за соблюдение требований промышленной безопасности, а также за организацию и осуществление

производственного контроля несут руководитель эксплуатирующей организации и лица, на которых возложены такие обязанности в соответствии с должностными инструкциями. Согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» трубопровод и входящие в его состав объекты, относятся к опасным производственным объектам.

Декларация промышленной безопасности опасных производственных объектов должна содержать требования к трубопроводам. К работам по эксплуатации трубопровода допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие в установленном порядке инструктаж, подготовку, не имеющие медицинских противопоказаний при работе на опасных производственных объектах. Обслуживание и ремонт технических средств трубопроводов должно осуществляться на основании соответствующей лицензии, выданной федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности, при наличии договора страхования риска ответственности за причинение вреда при их эксплуатации. Инструкции по охране труда разрабатываются руководителями участков, лаборатории и т.д. в соответствии с перечнем по профессиям и видам работ, утверждённым руководителем предприятия.

12.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При выполнении сварочных работ используются покрытые электроды LB52U диаметром 3 мм. В процессе проведения сварочных работ выделяются разнообразные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Основными компонентами пыли при сварке оказываются окислы железа, марганца, хрома, кремния, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными веществами, которые входят в состав покрытия и металла проволоки является

хром, марганец и фтористые соединения. Воздух в рабочей зоне сварщика также загрязняется вредными газами окиси углерода.

При изготовлении нижней трубной доски на участке используется следующее оборудование:

Источник питания LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400 1 шт.

В качестве основного материала используют сталь марки: 09Г2С.

Рабочее место сварщика соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

12.3 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование дуговой сварки и источника питания LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 10 [19].

Таблица 10 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Ручная дуговая сварка покрытым электродом	1. Повышенный уровень электромагнитных полей; 2. Неудовлетворительное освещение рабочей зоны;	1. Поражение электрическим током.	СанПиН 2.2.1/2.1.1.127 8-03 СанПиН 2.2.2.542-96
2) Работа со сварочным оборудованием	3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 4. Неудовлетворительный микроклимат; 5. Повышенный уровень напряжённости электростатического поля		СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 ГОСТ 30494-2011

Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.

12.3.1 Электробезопасность

Причины и практические условия возникновения электропоражений, несмотря на их значительное количество, можно объединить в следующие 5 групп:

- прикосновение к оголённым токоведущим частям, находящимся под напряжением. При этом следует отличать проводящую часть электроустановки от ее токоведущей части. Проводящая часть – часть электроустановки, которая может проводить электрический ток. Токоведущая часть – проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник;

- прикосновение к корпусам электрооборудования и конструктивно связанных с ними металлическим предметам и сооружениям, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции проводов (кабелей). Указанные корпуса и металлические предметы в соответствии с терминологией, принятой в ПУЭ, относятся к открытым проводящим частям (ОПЧ). Открытая проводящая часть – доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции. Открытую проводящую часть электроустановки не следует смешивать с понятием сторонняя проводящая часть, т. е. проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки;

- прикосновение к отключённому, но электрически заряженному оборудованию (к конденсаторам, кабелям и т. п.);

- нахождение в недопустимой близости от места замыкания провода (кабеля) на землю. Например, к оборванному проводу, одним концом лежащему на земле, запрещается приближаться на расстояние менее 8 м во избежание попадания под шаговое напряжение;

- все поражения, связанные с действием электрической дуги и продуктов ее сгорания, а также с влиянием электрических и магнитных полей повышенной напряжённости.

Сварщику на своем рабочем месте приходится работать с оборудованием, находящимся под напряжением 220 В и 380 В частотой 50 Гц, поэтому возникает опасность поражения электрическим током. В нашем случае, это сварочный аппарат, УШМ, автоматы для сварки – все это представляет потенциальную угрозу для человека. Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются [20]:

- правильное устройство электроустановок;
- облучённость персонала;
- соблюдение правил по безопасному обслуживанию электроустановок;
- надзор за производством работ в электроустановках.

Для предотвращения поражения электрическим током необходимо следовать следующим правилам техники безопасности:

- необходимо надёжно заземлять корпуса источников питания и установок, а также свариваемое изделие;
- запрещено касаться голыми руками (без диэлектрических перчаток) токонесущих частей сварочных установок, а также проводов без изоляции или с повреждённой изоляцией;
- перед началом работ необходимо проверять исправность изоляции сварочных проводов, сварочного инструмента и оборудования, а также надёжность всех контактных соединений сварочной цепи;
- при длительных перерывах сварочного процесса источник сварочного тока следует отключать;
- при прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускать: повреждения изоляции, соприкосновения проводов с водой, маслом, стальными канатами, рукавами (шлангами) и трубопроводами с горючими газами и кислородом, а также с горячими трубопроводами;
- нельзя ремонтировать сварочное оборудование и установки, находящиеся под напряжением;

- сварщик не должен самостоятельно подключать источник питания сварочной дуги к силовой сети, или производить в ней ремонт, связанный с работой источника питания. Все эти работы выполняют только электрики цехов.

Все электрооборудование сварочных участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ). Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок. Обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр и специальное обучение.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. Электрозащитные средства:

- изолирующие (изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, галоши и боты, ручной изолирующий инструмент, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые, гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ в электроустановках до 1кВ, устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях, спец средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в установках под напряжением 110кВ и выше);

- основные;

- дополнительные;

- неизолирующие (плакаты и знаки безопасности, переносные заземления, защ. ограждения, сигнализаторы наличия напряжения).

Основные изолирующие ЭЗС до 1 кВ: изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, ручной изолирующий инструмент.

Дополнительные изолирующие ЭЗС до 1 кВ: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, изолирующие колпаки, покрытия и накладки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Вывод: при эксплуатации электрических установок с использованием средств технической защиты обеспечивается электробезопасность.

12.3.2 Освещение

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещённости, соответствующей характеру зрительной работы.

Территория строительного участка трубопровода в тёмное время суток должна иметь освещение в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение» и СНиП 2.11.03-93. Устройство электроосвещения должно соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок» [21].

Для освещения строительного участка трубопровода следует применять прожекторы на мачтах, расположенных за обвалованием.

Осветительные устройства, установленные в пределах монтажа, должны быть во взрывозащищённом исполнении в соответствии с установленными требованиями.

При необходимости проведения работ в ночное время для освещения следует применять только взрывозащищённые аккумуляторные фонари, включать и выключать которые необходимо за пределами обвалования. Применение карманных фонарей запрещается.

12.3.3 Шум

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83* 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».

На рабочем месте сварщика шумящее оборудование [22]:

- сварочные аппараты;
- приспособление для сборки и сварки;
- отрезной инструмент.

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые.

Для снижения шума применяют различные методы коллективной защиты:

- уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования;
- борьбу с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума,
- использование средств звукоизоляции, звукопоглощения и установку глушителей шума,
- акустическую обработку поверхностей помещения.

12.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется 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.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная, не более	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		Пост.	Не пост.	Пост.	Не пост.				
Холодный	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	0,1
Тёплый	23-25	28	30	22	20	40-60	70	0,1	0,1

Микроклимат производственных помещений поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

12.4.1 Уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и

восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–81. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень звука не должен превышать 50 дБ, ГОСТ 12.1.003-2014.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- Изоляции источников шумов;
- Проведение акустической обработки помещения;
- Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;
- Освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк (СНиП 23-05-2010).

Различают естественное и искусственное освещение.

Естественное – обуславливают световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным световым потоком прямых солнечных лучей и

диффузионным светом неба, т.е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды.

Искусственное освещение осуществляется светильниками общего и местного освещения. Светильник состоит из источника искусственного освещения (лампы) и осветительной арматуры. Основными источниками искусственного освещения являются лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Для освещения котлована необходимо использовать, как правило, строительные диодные лампы. Для местного освещения рекомендуются светильники с непрозрачными отражателями, имеющими защитный угол $\geq 30^\circ$. Если светильники расположены ниже глаз сварщика, то защитный угол может быть в пределах $10... 30^\circ$.

Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, отсутствием окон в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не рациональной загрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (Кп) должен быть не больше 10%. Согласно СН 245-63 коэффициент естественного освещения для наших сварочных и сборочно-сварочных работ должен быть не менее 1.5 % при боковом и 5 % при верхнем или комбинированном освещении.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного фактора является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

12.4.2 Электрический ток

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Основными причинами поражения электрическим током могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением установки должна быть визуально проверена ее
- электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку;

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

Утечка аргона из баллона может способствовать наступлению смерти от удушья. Это может быть связано значительным снижением в воздухе объема кислорода в замкнутом пространстве. Если объем аргона в воздухе будет превышать 70% (РЗ), то человек может подвергнуться, так называемому, наркозу. В связи с тем, что этот газ тяжелее воздуха, это может привести к накоплению его в помещениях, которые трудно проветривать.

Если требуется проводить работы в среде с аргоном, то в этом случае рекомендуется использовать противогазы и изолирующие приборы, проветривать помещение.

12.5 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

При выполнении работы образовывались следующие отходы: остатки металла после раскроя, которые маркируются и отправляются на склад. Загрязнители атмосферы поступают в воздух через вентиляционные выбросы, их концентрация относительно невелика, однако из-за огромных валовых выбросов через вентиляцию атмосфера получает большое количество загрязнения.

Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения. Что касается остатков листового металла: рассортированные по типу материала остатки взвешиваются и передаются в место переработки. Там их попросту переплавляют, после чего создают новый прокат, который будет готов к дальнейшему использованию. Здесь очень хорошо проявляется забота о сохранности ресурсов, так как остатки и огарки стальных электродов восполняют уверенную часть использованных ресурсов.

12.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Противопожарная защита – это комплекс организационных и технологических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу.

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели). Осуществляется дистанционный контроль количества кислорода в окружающем воздухе с помощью автоматических или ручных приборов. Согласно нормам, в воздухе должно присутствовать не меньше 19 % кислорода.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно-акустическими методами [23]:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции,
- кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 1 2.4.051.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты : противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски;

противошумные костюмы (ГОСТ 1 2.1.029-80. СС БТ «Средства и методы защиты от шума»).

Уровень шума на рабочем месте сварщика не превышает 80 дБА и соответствует нормам.

12.6.1 Микроклимат

Вредными основными веществами, выделяющимися я при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется в нтиляцией. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 12 согласно ГОСТ 1 2.1.005-88 СС БТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Таблица 12 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности
Газовая составляющая сварочного аэрозоля		
Азот диоксид	2,0	3
Марганец оксид	0,3	2
Озон	0,1	1
Углерода оксид	20,0	4
Фтористый водород	0,5/1,0	2

Для защиты от вредного воздействия воздушных загрязнений (при повышении ПДК) работодатель обязан использовать самый последний, и самый надёжный метод- применение средств индивидуальной защиты органов дыхания, кожи, глаз. СИЗ являются одним из основных способов защиты населения. Эффективность использования СИЗ во многом зависит от правильного их выбора и эксплуатации.

Средства индивидуальной защиты подразделяются на следующие виды:

- средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);

- средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК);
- медицинские средства индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от воздействия отравляющих, радиоактивных веществ, АХОВ, бактериальных средств.

К СИЗОД относятся:

1) Противогазы фильтрующие и изолирующие (защитная фильтрующая одежда (ЗФО), защитные комплекты (ФЛ-Ф, ФЛ-Н, ПЗО-2, КЗХЧ), защитная одежда АТК-1.);

2) Камеры защитные;

3) Респираторы;

4) Простейшие средства (аптечка индивидуальная (АИ-1, АИ-2), индивидуальный противохимический пакет (ИПП-9, ИПП-10, ИПП-11), пакет перевязочный индивидуальный).

Средства защиты кожи (СЗК) предназначены для предохранения людей от воздействия отравляющих, радиоактивных, аварийно-химически опасных веществ и бактериальных средств.

Коллективные - это различные специально оборудованные инженерные сооружения, рассчитанные на защиту определенного количества людей от средств массового поражения.

Согласно [17], микроклимат на рабочем месте с варщика соответствует допустимым нормам.

12.7 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

12.7.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными выбросами и отходами. Удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, должно производиться своевременно и организовано, при этом:

Для каждого источника загрязнения атмосферы должна быть установлена предельно допустимая норма выброса в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02. Степень очистки сточных производственных вод должна устанавливаться согласно СНиП 2.04.02 и должна отвечать требованиям правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами;

Отходы производства должны подвергаться утилизации и обезвреживанию, организованному хранению в отвалах или захоронению. Особо опасные отходы должны подвергаться захоронению в специальных могильниках.

Экология и переработка отходов, в том числе и сварочного производства одна из кардинальных проблем, стоящих перед человечеством и всей мировой экономикой.

Сварочное производство не без оснований относится к довольно вредным производствам, влияющим на здоровье рабочего персонала и на окружающую среду. Ученые и разработчики сварочных технологий и присадочных материалов в качестве приоритета ставят их экологическую безопасность и минимальное воздействие на рабочее пространство и персонал. Не менее актуальны в сварочном производстве проблемы сокращения и утилизации отходов, повышения объема рециклинга (возвращение отходов в круговорот "производство - потребление") сварных конструкций и изделий после завершения срока их эксплуатации.

12.7.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Отходами в сварочном производстве газовой сварки являются:

- Металлолом черных и цветных металлов и сплавов;
- Отработанные абразивные круги;
- Мусор от уборки территории;
- Промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- В специальные контейнеры;
- На специальные площадки для крупногабаритных отходов;
- В иные места (помещения) для временного хранения отходов.

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны. Места размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания [26].

12.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

12.8.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации. [24].

12.8.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара.

Меры пожарной безопасности и безопасных условий труда определяются исходя из конкретных условий проведения ремонтных работ, при условии строго исполнения действующих норм и правил по пожарной безопасности и охране труда.

К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, новообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электрическая и газовая сварка, бензиновая, керосиновая или кислородная резка, кузнечные и котельные работы с применением паяльных ламп и разведением открытого огня).

Огневые работы можно производить только после выполнения всех подготовительных мероприятий, обеспечивающих полную безопасность работ.

При проведении огневых работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, не имеющей следов нефтепродуктов, защитными масками (очками) и другими специальными средствами защиты.

При проведении огневых работ на рабочем месте должны быть размещены первичные средства пожаротушения.

В нашем случае оборудуем участок специальными средствами пожаротушения:

- пожарной цистерной с водой (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОП-5 (порошковый) (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов

Вывод по разделу

В результате исследования разработки технологии ремонта нефтепровода диаметром 530 мм, были получены ответы по правовым и организационным, производственным, экологическим вопросам безопасности, а также вопросам безопасности в ЧС. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, приведенных в этом разделе. Так же в ходе исследования было выявлено, что:

1. Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам.
2. Шум на рабочем месте соответствует стандартным нормам.
3. Техпроцесс не приводит к вредным и опасным воздействиям на экологию и здоровья людей.

13 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

13.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии ремонта нефтепровода диаметром 530x12 мм» выполняется в рамках научно-исследовательской работы. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации эксплуатирующие трубопроводы. Задача работы заключается в исследовании и разработке процесса механизированной дуговой сварки в среде углекислого газа.

Для успешного внедрения научной разработки необходимо изучить преимущества и недостатки конкурирующих методов сварки, чтобы вносить соответствующие поправки во время создания ёмкости для её лучшего продвижения на рынке в будущем [25].

Таблица 13 - Сегментирование рынка

		Показатель		
		Низкий	Средний	Высокий
Технологические свойства	Качество сварного шва	3	2,3	1
	Скорость сварки	3	2	1
	Возможность сварки тонколистового металла	3	2,3	1

1. Механизированная сварка в среде CO₂ – Исп.1
2. Механизированная сварка самозащитной проволокой – Исп.2
3. Ручная дуговая сварка плавящимся электродом – Исп.3

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. Механизированная сварка в среде CO₂, как видно из сегментирования, хороший способ сварки, который может получать качественные сварные соединения.

13.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 14 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{с1}	Б _{с2}	Б _{с3}	К _{с1}	К _{с2}	К _{с3}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобства в эксплуатации	0,15	3	3	5	0,45	0,45	0,75
2. Затраты сварочного материала	0,2	2	2	4	0,4	0,4	0,8
3. Качество сварного соединения	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	2	2	4	0,1	0,1	0,2
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	5	5	5	1	1	1
3. Конкурентоспособность работы	0,25	5	5	4	1,25	1,25	1
Итого	1	22	25	26	3,95	3,8	4,35

где: Б_{с1} – Механизированная сварка в среде CO₂;

Б_{с2} – Механизированная сварка самозащитной проволокой;

Б_{с3} – Ручная дуговая сварка плавящимся электродом.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с

учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (19)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

По результатам расчета видно, что предложенный метод, конкурентоспособен, по сравнению с аналогичными видами сварки. Наибольшие преимущества наблюдаются в сфере качества, затрат на сварочные материалы и в сроке эксплуатации.

13.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

SWOT-анализ используется для определения слабых и сильных сторон проекта, таблица 15.

Таблица 15 - Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые
<ul style="list-style-type: none"> • Широкая область применения; • Использование современного оборудования; • Актуальность проекта; • Возможность выполнения сварного шва во всех пространственных положениях; • Наличие опытного руководителя; • Наличие патента на разработку. 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие новых технологий; • Перенастройка оборудования; • Прямая зависимость качества сварного шва от квалификации рабочего; • Много конкурентных фирм.

Продолжение таблицы 15 – Матрица SWOT

Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Получение качественных сварных соединений • Регулирование производительности • Повышение стоимости конкурентных разработок • Применения оборудования, работающего в полевых условиях. 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление новых технологий • Государство не даст средства для реализации темы. • Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы. • Зависимость, незначительная от поставщика.

В результате проведения SWOT анализа были выявлены основные проблемы, с которыми сталкивается или может столкнуться в будущем предприятие, применяя ручную дуговую сварку плавящимся электродом. Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как возможность выполнения сварного шва во всех пространственных положениях, широкая область применения, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на улучшение технических параметров и на создании штата из квалифицированных работников. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

13.2 Планирование научно-исследовательских работ

13.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в табл. 16.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Руководитель, инженер
	10	Вывод по цели	

Исходя из данных таблицы 4 можно сделать вывод о том, что руководитель и инженер, в целом, выполняют одинаковый объем работ.

13.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле [2]:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} \cdot 2t_{max\ i}}{5} \quad (20)$$

где: $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дней;

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{Pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i} \quad (21)$$

где: t_{Pi} – продолжительность одной работы, рабочих дней;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дней;

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

13.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{Pi} \cdot k_{кал} \quad (22)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (23)$$

где: $T_{кал} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.47$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 17). После заполнения таблицы 5 строим календарный план-график (табл. 18).

График строится для максимального по длительности исполнения работ, в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в рабочих дня T_{ki}		
	t_{min} , человеко-дни			t_{max} , человеко-дни			$t_{ож}$, человеко-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель–инженер	1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Инженер-руководитель	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Инженер	10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер -руководитель	3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Инженер	2	3	3	3	5	5
Проведение расчётов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер	7	8	8	10	11	11
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер -руководитель	2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер	3	3	3	4	4	4

Таблица 18 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кол- во дней	Продолжительность выполнения работ										
				Март			Апрель			Май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение проекта	Руководитель	3	■										
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	2	■	▨									
3	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	2		▨									
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2		▨									
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3		▨									
6	Изучение литературы по теме	Инженер	15				■							
7	Подбор нормативных документов	Инженер - руководитель	5				■	▨						
8	Изучение установки	Инженер	6					■						
9	Моделирование установки	Инженер	3						■					
10	Изучение результатов	Инженер	3								■			
11	Проведение расчётов по теме	Инженер	10								■			
12	Анализ результатов	Инженер - руководитель	2								■	▨		
13	Вывод по цели	Инженер	1										■	

■ - Инженер; ▨ - Руководитель

Таблица 18 наглядно показывает, что данный проект занимает 57 дней от начала составления и утверждения проекта до вывода по цели.

13.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ обеспечиваем полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используем следующие группировки по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

13.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i} \quad (24)$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В таблицы 19 представлены стоимость материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., тыс руб.			Затраты на материалы, (З _м), тыс руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	Лист	100	100	100	2	2	2	230	230	230
Картридж для принтера	Штук	1	1	1	950	950	950	1092,5	1092,5	1092,5
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Сварочная проволока	кг	0,5	0,8	0,5	95	120	100	54,6	110,4	57,5
Используемые газы	литр	2	-	-	15	-	-	34,5	-	-
Итого								1795,6	1835,4	1782,5

Исходя из полученных значений из таблицы 7, делаем вывод о том, что ручная дуговая сварка плавящимся электродом является дешевым вариантом из вышеперечисленных. Дороговизна механизированной сварки, в свою очередь, обусловлена дорогими материалами, используемыми в этих способах.

13.5 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 20 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена за единицы оборудования, руб.			Общая стоимость оборудования, тыс руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Источник питания	1	1	1	100	100	40	115	115	46
2	Механизм подачи проволоки	1	1	-	70	70	-	80,5	80,5	-
3	Ноутбук	1	1	1	60	60	60	69	69	69
4	Принтер	1	1	1	10	10	10	11,5	11,5	11,5
Итого								276	276	126,5

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования наглядно показал высокую стоимость оборудования для механизированной сварки в CO₂ и самозащитной проволокой более чем в 4 раза, относительно ручной дуговой сварки плавящимся электродом.

13.6 Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 57 дней. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 60000 рублей и принтер стоимостью 15000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации H_A рассчитывается:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%,$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\% = 33,3\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год.ноут}} = 60000 \cdot 0,33 = 19800 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{год.прин}} = 10000 \cdot 0,33 = 3300 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес.ноут}} = \frac{19800}{12} = 1650 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{мес.прин}} = \frac{3300}{12} = 275 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A_{\text{год.ноут}} = 1650 \cdot 2 = 3300 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{год.прин}} = 275 \cdot 2 = 550 \text{ руб.}$$

13.7 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

ТЕМЫ

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 21.

Таблица 21 - расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категории	Трудоёмкость человеко-дни			Заработная плата, приходящаяся на человека, тыс.руб			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	4			8,92	8,92	8,92
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	1	1	1	4,872			5,45	5,45	5,45
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер - руководитель	1	1	1	4,872			5,45	5,45	5,45
4	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	4			4,48	8,92	8,92
5	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	4			8,92	8,92	8,92
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10	10	10	0,872			9,77	9,77	9,77
7	Подбор нормативных документов	Инженер - руководитель	3	4	4	4,872			16,4	21,8	21,8
8	Изучение установки	Инженер	4	6	6	0,872			3,9	5,86	5,86
9	Модернизация установки	Инженер	2	3	4	0,872			1,95	2,92	3,9
10	Анализ результатов	Инженер - руководитель	2	2	2	4,872			10,9	10,9	10,9
11	Вывод по цели	Инженер	3	3	3	0,872			2,92	2,92	2,92
Итого									79,1	91,8	92,8

Исходя из таблицы 21, можно заметить, что инженеру, выполняющему проект с ручной дуговой сваркой плавящимся электродом, необходимо заплатить немного больше, чем механизированными видами, в виду того, что будет затрачено больше трудоёмкости на некоторых этапах.

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и инженер. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 500 рублей, а инженер 109 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (25)$$

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

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

Максимальная основная заработная плата руководителя (кандидата технических наук) равна примерно 57142 рублей, а инженера 34553 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (26)$$

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

Таким образом, заработная плата руководителя равна 64000 рублей, инженера – 38700 рублей.

13.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (27)$$

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

На 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2015 году водится пониженная ставка – 27%.

Таблица 22 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб			Дополнительная заработная плата, тыс. руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	64	67,4	69	76,8	80,88	82,8
Инженер	38,7	42,1	43,2	46,44	50,52	51,84
Коэффициент отчислений	0,302					
Итого						
Исполнение 1	27264,1 руб.					
Исполнение 2	28142,8 руб.					
Исполнение 3	29841,2 руб.					

Таблица 22 показывает, что отчисления во внебюджетные фонды у инженера, выполняющего проект связанный с ручной дуговой сваркой плавящимся электродом выше, так как процесс выполняется дольше, соответственно и оплачивается больше.

13.9 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\sum статеи) \cdot k_{нр} \quad (28)$$

где: $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:

$$Z_{накл} = 313151,7 \cdot 0,16 = 50104,2 \text{ руб.}$$

13.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку. Данные бюджета затрат НИИ приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	1795,6	1835,4	1782,5	Пункт 3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	276000	276000	126500	Пункт 3.3.2
3. Затраты на амортизацию	3850	3850	3850	Пункт 3.3.3
4. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	79100	91800	92800	Пункт 3.3.4
5. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9492	11016	11136	Пункт 3.3.4
6. Отчисления во внебюджетные фонды	27264,1	28142,8	29841,2	Пункт 3.3.5
7. Накладные расходы	50104,2	52527,1	29049,6	16% от суммы ст. 1-5
8. Бюджет затрат НИИ	367105,9	384671,3	214459,3	Сумма ст.1-6

Из пункта 7 таблицы 23 делаем вывод о том, что ручная дуговая сварка является самым выгодным видом сварки, так как минимальная стоимость

оборудования покрывает расходы на заработную плату инженера и руководителя.

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{p i}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (29)$$

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

$\Phi_{p i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

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

$$I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } 1} = \frac{367105,9}{384671,3} = 0,95; \quad I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } 2} = \frac{384671,3}{384671,3} = 1; \quad I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } 3} = \frac{214459,3}{384671,3} = 0,55$$

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

$$I_{p i} = \sum a^i \cdot b^i \quad (30)$$

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

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл.24).

Таблица 24 – сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп. 2	Исп.3
1. Сварочный материал	0,25	4	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0,25	3	3	5
3. Используемые газы	0,15	5	-	-
4. Модернизация установки	0,35	4	4	2
Итого	1	3,9	3,15	2,95

$$I_{p-исп.1} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 3,9$$

$$I_{p-исп.2} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,35 = 3,15$$

$$I_{p-исп.3} = 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,35 = 2,95$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{фин пр}} \quad (31)$$

$$I_{исп.1} = \frac{3,9}{0,95} = 4,1; \quad I_{исп.2} = \frac{3,15}{1} = 3,15; \quad I_{исп.3} = \frac{2,95}{0,55} = 5,36.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки, позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл.25) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (32)$$

Таблица 25 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,95	1	0,55
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,9	3,15	2,95
3	Интегральный показатель эффективности	4,1	3,15	5,36
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,76	0,58	1

Если сравнительная эффективность вариантов исполнения стремится к единице, то этот вид сварки является самым эффективным. Следовательно, обращая внимание на значения пункта 4 из таблицы 13, можно сделать вывод о том, что ручная дуговая сварка плавящимся электродом является экономически выгодным относительно механизированных видов сварки.

Вывод по разделу

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в третьем исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – разработки технологии ремонта нефтепровода диаметром 530x12 мм, путём ручной дуговой сварки плавящимся электродом. Были проанализированы слабые и сильные стороны работы, способы устранения их и использования для продвижения исследовательской работы. Был проведен прогноз внешних угроз и возможностей, учитывая которые можно повысить конкурентоспособность данного проекта.

В данном разделе было произведено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе и рассчитано время, необходимое для выполнения работы. При этом инженер принимал участие в работе почти каждый день, а научный руководитель производил контроль работы и помогал при расчете наиболее ответственных разделов проекта. Общая продолжительность работ составила 57 дней.

Также был сформирован бюджет затрат НТИ, который составил 214459,3 руб., на зарплату приходится 44 процента затрат.

Расчет показал, что трудовые затраты и стоимость оборудования составляют основную часть от стоимости разработки и составляют 126,5 тыс.руб. Минимальные затраты составляют Материальные затраты НТИ, в сумме около 1,782 тыс.руб.

Расходы по заработной плате определены по трудоемкости выполняемой работы и действующей системы окладов и тарифных ставок и составили: заработная плата руководителя – 64000 руб., заработная плата инженера – 38700

руб. В основную заработную плату внесена премия, которая выплачивается каждый месяц в размере 30 % от оклада.

Накладные и прочие расходы составили в сумме 29049,6 руб, составляет 13,8% от общего бюджета. Все затраты проекта могут быть реализованы, так как оказались ожидаемы.

По произведенному анализу видим, что ручная дуговая сварка плавящимся электродом – является эффективным методом сварки стали 09Г2С и способна занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижении и учете внешних и внутренних факторов, может составить сильную конкуренцию имеющимся методам сварки стальных конструкций, но в современных условиях требует постоянного совершенствования, обновления материальной базы и повышение профессионализма сотрудников.

Заключение

В ходе проделанной работы была разработана технология сварки стыкового соединения полумуфт, поверх магистрального нефтепровода диаметром 530 мм, толщиной 12 мм из стали 09Г2С. Поскольку свариваемость низкоуглеродистой стали хорошая, то затруднений по выполнению сварки не возникает.

Также были осуществлены расчёты параметров режима для ручной дуговой сварки плавящимся электродом, таких как сила сварочного тока, напряжение дуги, род и полярность тока, тип и диаметр электрода и количество проходов, при помощи которых осуществляется сварка данной конструкции по всей длине в продольном направлении, обеспечивая при этом полное проплавление.

Необходимо отметить тот факт, что данное изделие является ответственным сооружением, которое необходимо аккуратно монтировать в виду опасности крупной аварии на действующем нефтепроводе.

Список использованных источников

1. Демченко В.Г., Демченко Г.В. Магистральные трубопроводы. Надежность. Условия работы и разрушений. «ИД Недра», 2018. 556 с. с ил.
2. ОР-19.100.00-КТН-010-10 – «Порядок проведения дополнительного дефектоскопического контроля дефектов труб магистральных трубопроводов».
3. РД-23.040.00-КТН-201-17 – «Технология ремонта трубопроводов с применением ремонтных конструкций».
4. Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432 с. с ил.
5. Стали и сплавы. Марочник: Справ. изд / В.Г. Сорокин и др.; Науч. ред. В.Г. Сорокин, М.А. Гервасьев – М.: «Интернет Инжиниринг». 2001. – 608 с.: ил
6. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А. Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462 с., ил.
7. Дедюх Р.И. Расчёт режимов дуговой сварки – Томск: Изд. ТПУ, 1983.- 18 с.
8. Реестр основных видов продукции, закупаемой ПАО "Транснефть" [Электронный ресурс]. URL: <http://ntd.niitnn.ru/actual.aspx> (дата обращения 19.05.2020).
9. Марочник сталей и сплавов/ М.М.Колосков, Е.Т.Долбенко, Ю.В.Каширский и др.; Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2001.- 672 с.: ил.
10. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
11. Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. Ред. Кол.: Г.А. Николаев и др.-М.: Машиностроение, 1978-Т2/ Под ред. Н.А. Ольшанского - 1978-504 с.
12. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. // Москва: Машиностроение 1974. – С. 456

13. ГОСТ 5264 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменением №1).
14. ГОСТ 14254-96 – Степени защиты, обеспечиваемые оболочками.
15. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. // Москва: Машиностроение 1974. – С. 456
16. РД 03-606-03 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
17. РД 34.15.132-96 – Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
18. РД-23.040.01-КТН-108-10 – Технология проведения работ по композитно-муфтовому ремонту магистральных трубопроводов.
19. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77). «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
20. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.»
21. ГОСТ 12.1.004-91 СС5Т «Пожарная безопасность. Общие требования.»
22. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 6е изд., переработанное и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984.- 824 с.
23. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
24. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
25. Видяев И. Г., Серикова Г. Н., Гаврикова Н. А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие //ИГ Видяев, ГН Серикова, НА Гаврикова, НВ Шаповалова, ЛР Тухватулина ЗВ Криницына. – 2014

Приложение А

(Комплект технологических документов)

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ФЮРА.02190.1В61012

21

1

ОЭИ ИШНКБ
ТПУ

ФЮРА.10190.001

Изготовление цистерны объёмом 5 м³ из алюминиевого сплава

У

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАЛ

Доцент ОЭИ

_____ Першина А. А.

16. 05. 2020 г.

УТВЕРДИЛ

Доцент ОЭИ

_____ Першина А. А.

16. 05. 2020 г.

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

по изготовлению стыкового сварного соединения
муфты из стали 09Г2С толщиной 12 мм

ПРОКОНТРОЛИРОВАЛ

Доцент ОЭИ

_____ Киселёв А.С.

16. 05. 2020 г.

РАЗРАБОТАЛ

Студент

_____ Любушкин Н.А.

16. 05. 2020 г.

Акт. № 11-03 от 16.05.2020 г.

ГОСТ 5264-80

ТЛ

Титульный лист

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.1В61012

6

1

Разраб.	Людцикин Н.А.		
Проверил	Киселев А.С.		

ТПУ

ФЮРА.20190.001

Н. контр.	Киселев А.С.		
-----------	--------------	--	--

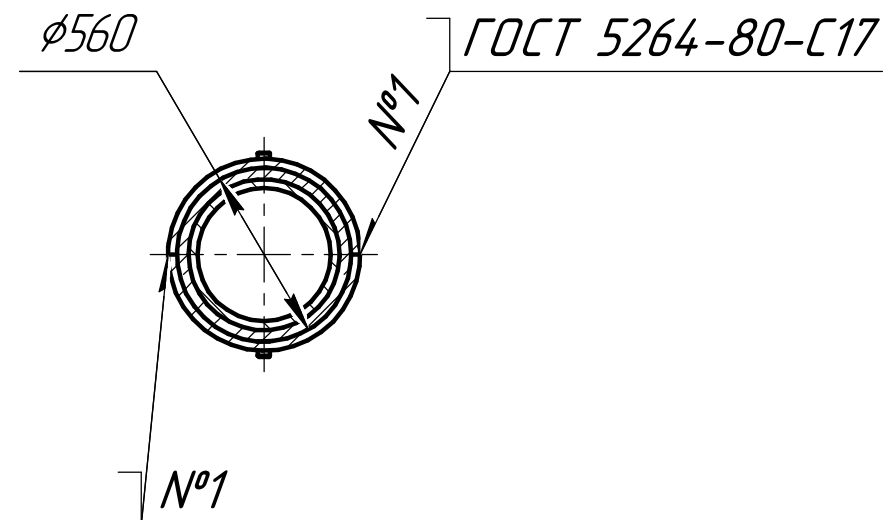
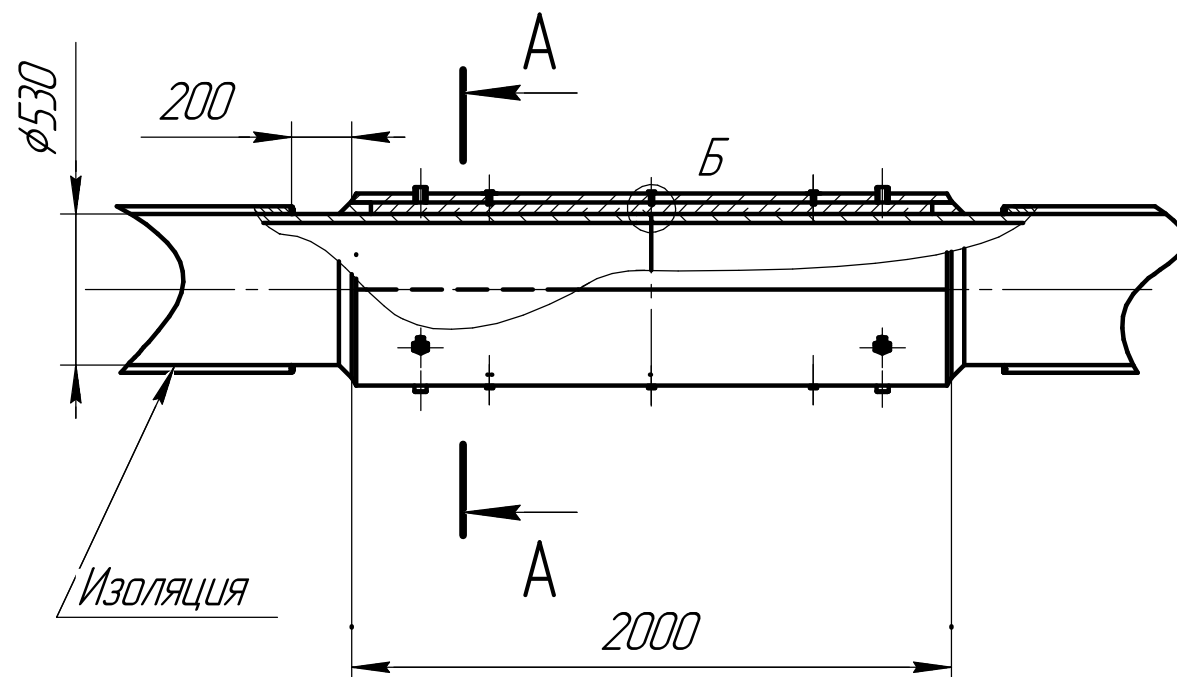
Муфта типа П1

У

Отремонтированный участок

Масштаб 1:25

A-A



КЭ

Карта эскизов

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.1В61012

6

2

Разраб.	Людцикин Н.А.	2020
	Киселев А.С.	2020
Н. контр.	Киселев А.С.	2020

ТПУ

ФЮРА.20190.002

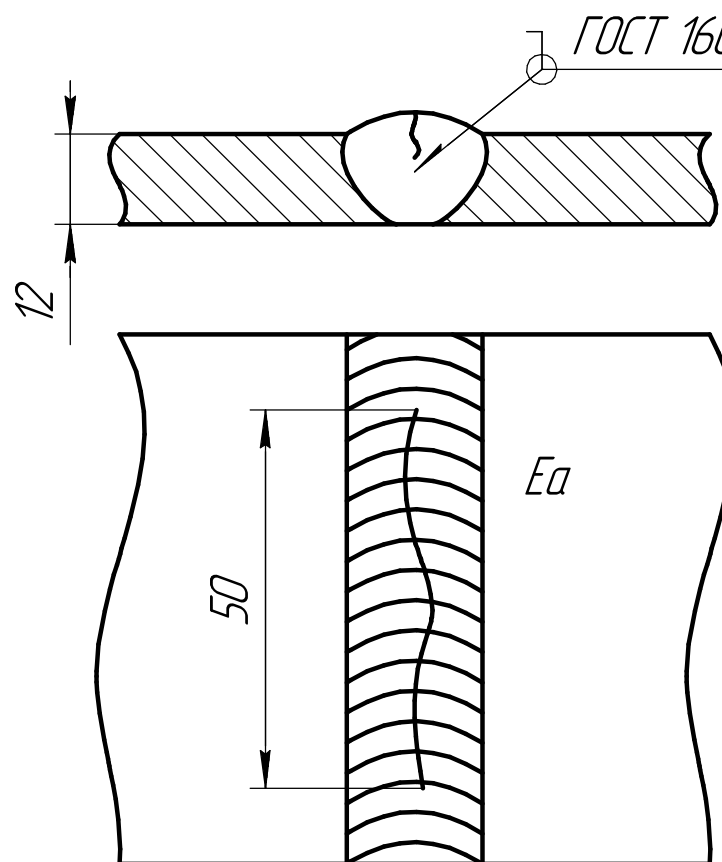
Муфта типа П1

У

Масштаб 1:1

Место дефекта

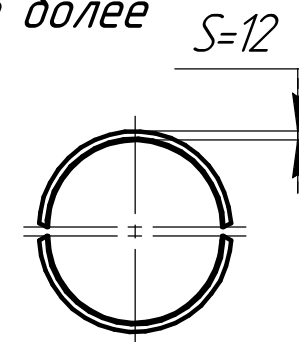
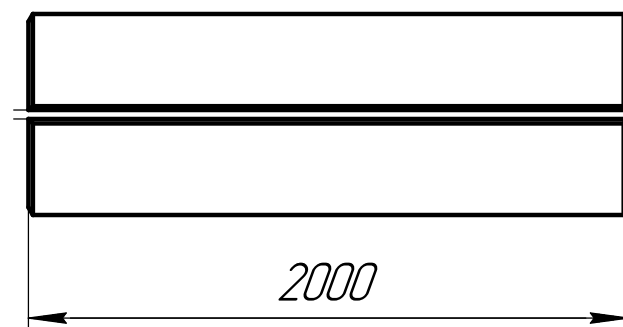
Масштаб 1:25



Выбор муфты

$$L_M = L_d + 3,3D_H = 50 \text{ мм} + 3,3 \cdot 530 \text{ мм} = \sim 2000 \text{ мм}$$

Толщина стенки муфты равна толщине ремонтируемого участка, но не более 120% его толщины.



Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

ФЮРА.02190.1В61012

6

5

Разраб.	Людцикин Н.А.		
	Киселев А.С.		

ТПУ

ФЮРА.20190.005

Н. контр.	Киселев А.С.		
-----------	--------------	--	--

Муфта типа П1

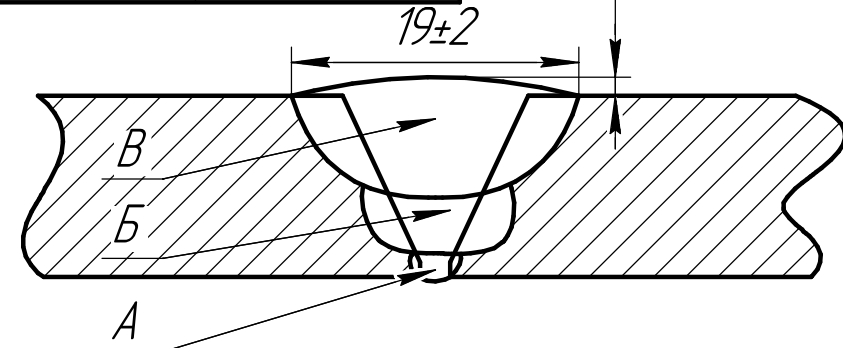
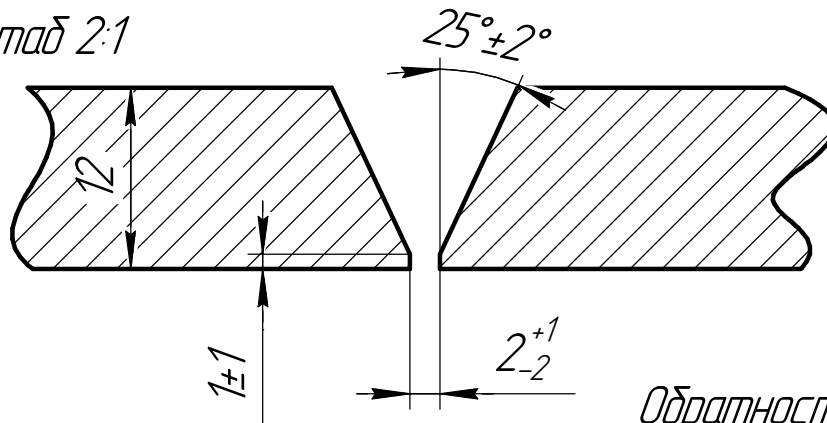
У

Шов	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Погонная энергия, кДж/см
Корневой шов (А)	3,26	105...150	24,2...26	6,08...8,64	12342
Заполняющий шов (Б)	4	125...182	25...27,28	3,96...5,54	26000
Облицовочный шов (В)	4	125...182	25...27,28	3,96...5,54	26000

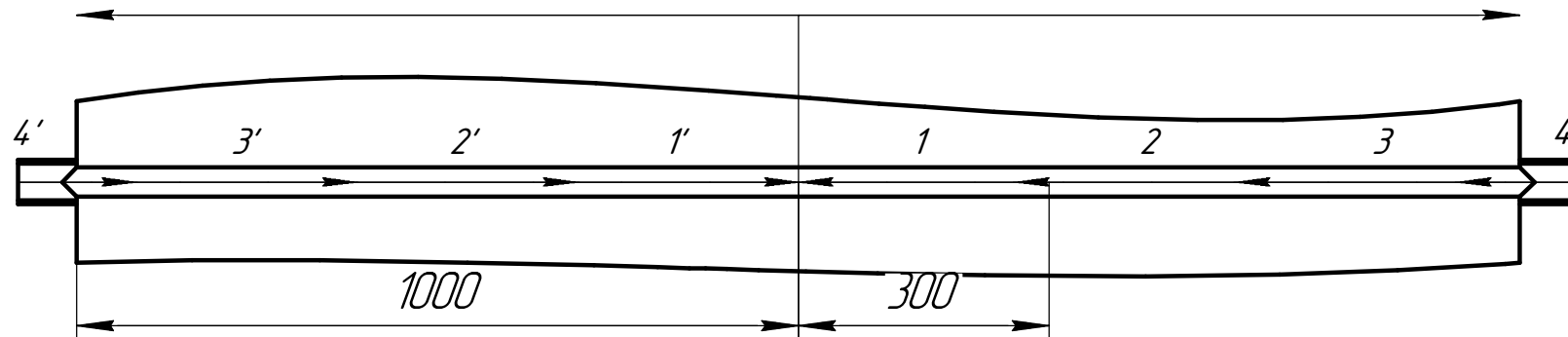
020 Сварочная

0,5^{+1,5}
-0,5

Масштаб 2:1

Обратноступенчатый способ от центра муфты
Направление сварки

Масштаб 1:25



КЭ

Карта эскизов

Дюбл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА.02190.1В61012							6	6	

Разраб.	Людцикин Н.А.								
	Киселев А.С.								

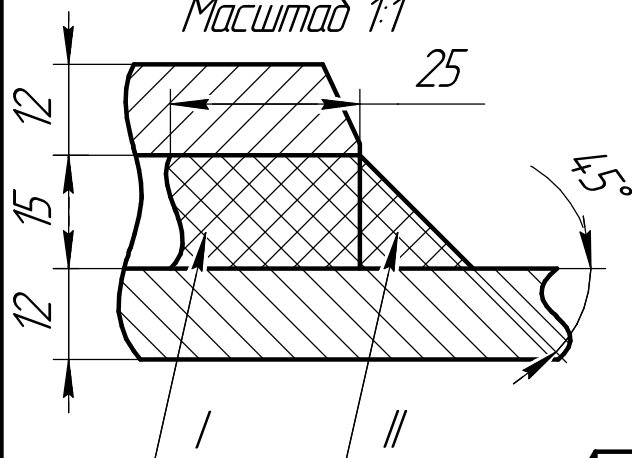
ТПУ

ФЮРА.20190.006

Н. контр.	Киселев А.С.								
-----------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Муфта типа П1

030 Герметизация
Масштаб 1:1



Условные обозначения:

1 - Хомут

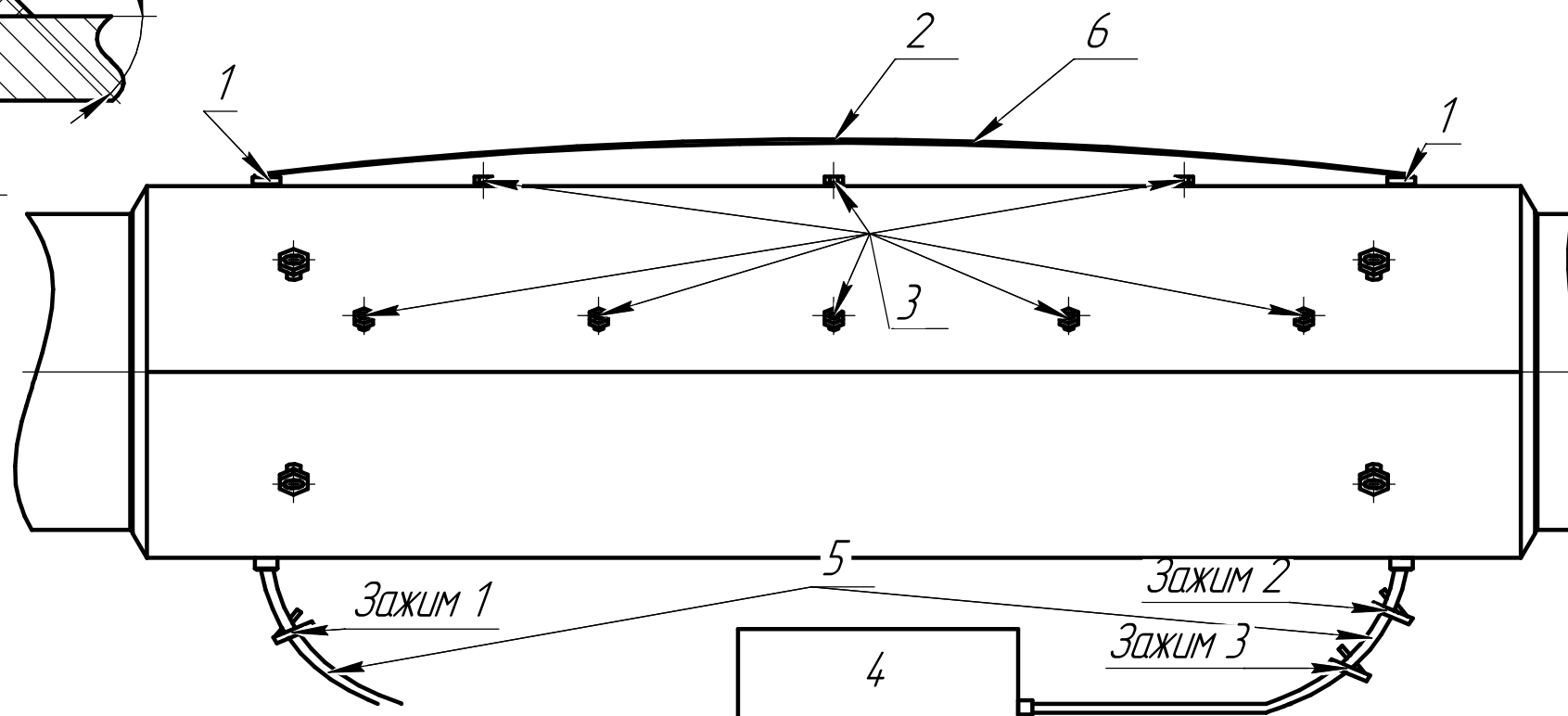
2 - Сквозной пропил

3 - Болты контрольных отверстий

4 - Насос

5 - Входные патрубки

6 - Выходной патрубок



035 Заполнение
Масштаб 1:10

КЭ

Карта эскизов