

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. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы			
Разработка технологии ремонта намагниченных магистральных газопроводов			
УДК 622.691.4.053-049.32:658			
Студент			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Аверичев Константин Владиславович		3.06.2020

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец А.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	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.		

Томск – 2020 г.

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 строительномонтажных 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, строительномонтажного 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)

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Аверичеву Константину Владиславовичу

Тема работы:

Разработка технологии ремонта намагниченных магистральных газопроводов	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	09.01.2020 №9-31/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка технологии ремонта намагниченных магистральных газопроводов</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы на предмет современного состояния процесса сварки алюминиевых сплавов 2. Описание ремонтируемого трубопровода 3. Разработка технологии сборки и сварки промышленного газопровода <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов 3.3. Расчет параметров режима сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Технология сборки и сварки 3.6. Технология замены дефектного участка промышленного газопровода 3.7. Деформации и напряжения при сварке и методы борьбы с ними
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема выполнения сварных швов 2. Сечение сварного шва
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p style="text-align: center;">1-3 пп.</p>	<p style="text-align: center;">Гордынец А.С., к.т.н., доцент ОЭИ</p>
<p style="text-align: center;">4. Финансовый менеджмент, и ресурсоснажение</p>	<p style="text-align: center;">Трубченко Т.Г., к.э.н., доцент ОСИ</p>
<p style="text-align: center;">5. Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Гуляев М.В., Старший преподаватель</p>

<p style="text-align: center;">Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p style="text-align: center;">05.02.2020</p>
--	---

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		05.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Аверичев К.В.		05.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Аверичев Константин Владиславович

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

Тема ВКР:

Разработка технологии ремонта намагниченных магистральных газопроводов.	
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 участка намагниченного магистрального газопровода диаметром 1020 мм и толщиной стенки 16 мм
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. 	<p>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при разработке технологии сварки и эксплуатации оборудования:</p> <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; <p>1. электрическая опасность.</p>

3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); • 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

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

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	Аверичев Константин Владиславович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Аверичев Константин Владиславович

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- 53300руб. Оклад инженера –35150 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-3 0%; 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 28 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</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.
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Аверичев Константин Владиславович		

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
16.02.2020	1. Обзор литературы	10
27.02.2020	2. Описание конструкции	10
16.03.2020	3. Разработка технологии сборки и сварки 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов	10
29.03.2020	3.3. Расчет параметров режима сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования	10
19.04.2020	3.5. Технология замены дефектного участка промышленного газопровода	10
01.05.2020	3.6. План раскроя заготовок	10
05.05.2020	3.7. Сборочные операции	10
15.05.2020	3.8. Сварочные операции	10
25.05.2020	3.9. Комплект технологической документации	10
01.06.2020	4. Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		

Задание

Дано: дефектный участок промышленного газопровода из стали 17ГС диаметром 1020 мм с толщиной стенки 16 мм.

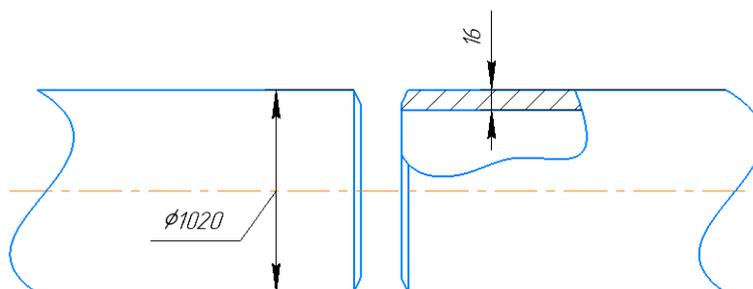


Рисунок 1 - Схема стыкового соединения

Реферат

Выпускная квалификационная работа с 104, рис 13, табл 24, источников 12.

Ключевые слова: размагничивание, намагниченность, ручная дуговая сварка, технология сварки.

Объектом изучения является дефектный участок промышленного газопровода из стали 17ГС диаметром 1020 мм с толщиной стенки 16 мм.

Цель работы: разработать технологию ремонта намагниченных магистральных газопроводов ручной дуговой сваркой с предварительным размагничиванием изделия и без него. В ходе выполнения работы было изучено: используемое сварочное оборудование, влияние эффекта «намагниченность» при сварке, технология нейтрализацией явления, расчёты режимов сварки, удаление дефектного участка, сварка стыков с предварительным размагничиванием и без него.

В результате изучения была разработана технология ремонта участка с остаточной намагниченностью промышленного газопровода и методы нейтрализации явления «магнитное дутьё».

Область применения: промышленные трубопроводы.

Оглавление

Обозначения, сокращения, определения	15
1 Литературный обзор.....	17
1.1 Магнитное дутьё.....	18
1.1.1 Причины, вызывающие отклонение дуги	18
1.1.2 Влияние параметров изделий на магнитное поле	20
2 Контроль намагничиваемости изделий перед проведением сварочных работ	25
2.1 Индикатор магнитного поля ИМП-97Х	25
2.1.1 Основные технические характеристики	26
2.1.2 Устройство и принцип работы.....	26
3 Используемое оборудование, материалы и приспособления при ремонте промышленного газопровода	28
4 Описание применяемого способа сварки.....	30
5 Расчет режимов ручной дуговой сварки	31
6 Расчёт ожидаемого химического состава шва	35
6.1 Расчет для шва, полученного ручной дуговой сваркой плавящимся электродом.....	35
7 Определение расходов сварочных материалов	37
8 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки	38
9 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки	39
10 Технология сборки и сварки	42
11 Технология замены дефектного участка промышленного газопровода.....	44
11.1 Общее положение.....	44
11.2 Подготовка газопровода к ремонту с предварительным размагничиванием	45
11.3 Вырезка дефектного участка	45
11.4 Подготовка трубопровода и "катушки" к сварке с предварительным размагничиванием	45
11.5 Размагничивание трубопровода	46
11.6 Установка нового отрезка трубы	46
11.7 Сварка стыков трубопровода	46
11.8 Ремонт дефектного участка без предварительного размагничивания.....	47

13 Социальная ответственность	48
13.1 Введение	48
13.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	48
13.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	49
13.4 Производственная безопасность.....	50
13.4.1 Электробезопасность.....	51
13.4.2 Освещение.....	55
13.4.3 Шум	55
13.5 Анализ опасных и вредных производственных факторов	56
13.5.1 Электрический ток	60
13.6. Экологическая безопасность.....	61
13.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	62
13.7.1 Микроклимат	65
13.7.2 Экологическая безопасность.....	67
13.7.3 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	68
13.7.4 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	69
13.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
13.8.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	70
13.8.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	71
Заключение	73
14 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
14.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	74
14.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	74
14.1.2 Анализ конкурентных технических решений	75
14.1.3 SWOT – анализ	76
14.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	77
14.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	77
14.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	78

14.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	79
14.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	82
14.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	82
14.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	83
14.3.2 Расчёт амортизационных отчислений	84
14.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	85
14.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	87
14.3.5 Накладные расходы	88
14.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	88
14.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	89
Заключение	94
Список литературы	95
Приложение А (обязательное).....	97
Приложение Б (обязательное)	104

Обозначения, сокращения, определения

РДС - ручная дуговая сварка

КПД - коэффициент полезного действия

ПВ - продолжительность включения

КСU, КСV- ударная вязкость, определенная на образце с концентраторами соответственно вида U и V

ВД - выпрямитель дуговой сварки

ПДК – предельно допустимая концентрации

СКЗ/ СИЗ - средства коллективной/ индивидуальной защиты

УФ - ультрафиолетовое излучение

КРП- контрольно-распределительным пунктом

ГРС- газо -распределительная станция

Введение

Возникновение дефектов в процессе сварки ручным дуговым способом изделий из ферромагнетиков при воздействии внешних магнитных полей практически неизбежно. При ремонте намагниченных трубопроводов возникает проблема отклонения сварочной дуги из-за магнитного дутья. Остаточная намагниченность возникает в процессе транспортировки электромагнитными кранами, а так же при их контакте с электромагнитами в процессе механической или термической обработки, а так же после пропускания магнитного дефектоскопа внутри трубы с целью опознавания местоположения дефекта. Отсюда следует тот факт, что сварной шов требуется не только качественно выполнить, но нейтрализовать явление «магнитное дутьё».

Процесс нейтрализации остаточной намагниченности является весьма сложным, так как режимы электромагнитной обработки при размагничивании зависят от структуры стали, из которой изготовлена труба и уровня намагничивания.

Также существенным вопросом является процесс нейтрализации «магнитного дутья» в реальных условиях. При этом учитываются не только технические моменты оборудования и намагниченности трубы, но и сроки выполнения, а так же экономические факторы, вопросы техники безопасности и надёжность.

Поэтому целью данной работы является разработка технологии намагниченных промышленных газопроводов.

1 Литературный обзор

Ремонт участков с дефектами – основная часть эксплуатации любого трубопровода. Именно надёжность и стабильная транспортировка газа по трубопроводу зависит от качественного ремонта, а также количество вероятных потерь при авариях и последствия вредного воздействия на окружающую среду.

Трубопровод представляет из себя серьёзное инженерное сооружение, рассчитанное на долгосрочную работу, задачей которого является транспортировка вещества от газодобывающих скважин до центра подготовки, а далее до места врезки в магистральный трубопровод.

В основном трубопровод состоит из сваренной трубы, которая уложена тем или иным способом в траншею. На сегодняшний день есть такие виды прокладки трубопровода, как: надземная, подземная и наземная.

В наше время для строительства и использования промышленных трубопроводов пользуются спросом стальные трубы марки 17ГС.

Сейчас марка стали 17ГС получила такое широкое распространение за счёт высоких физико-химических и механических свойств. Так же есть возможность применять более тонкую толщину стенки трубы за счёт высоких показателей механической прочности стали [1].

Но при этом дополнительную обработку выполнять необязательно. У стали 17ГС при высоких скоростях охлаждения в околошовной зоне могут появиться неравновесные структуры закалочного характера. Поэтому сварку лучше выполнять при повышенных значениях погонной энергии без подогрева, либо с небольшим подогревом при умеренных значениях погонной энергии.

РДС покрытыми электродами уже давно пользуется популярностью во всём мире для получения неразъёмных соединений труб [2].

Достоинства:

- Сварку возможно выполнять во всех пространственных положениях;
- Относительно быстрый переход между свариваемыми материалами;
- Возможность выполнения сварки в труднодоступных местах.

Недостатки:

- Неизбежные вредные условия труда, происходящие во время сварки;
- Прямая зависимость качества сварных швов от квалификации сварщика;
- Низкая производительность;
- Значительная потеря металла на разбрызгивание и огарки.

1.1 Магнитное дутьё

1.1.1 Причины, вызывающие отклонение дуги

Стороннее магнитное поле может отклонять дугу в разные стороны за счёт того, что изделие с подводящими проводниками образует сварочный контур (электрод – дуга – изделие).

Дуга будет отклоняться за счёт влияния магнитных линий внешнего магнитного поля (рисунок 2).

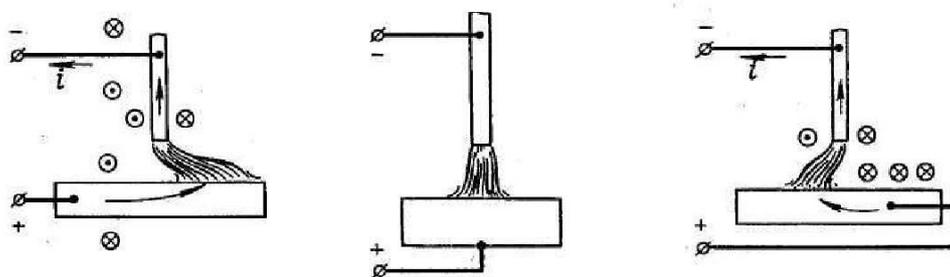


Рисунок 2 – Влияние явления на отклонения дуги

Меняя место подвода тока, можно регулировать отклонение дуги. Отклонение дуги можно регулировать также изменением угла наклона электрода к поверхности изделия (рисунок 3).

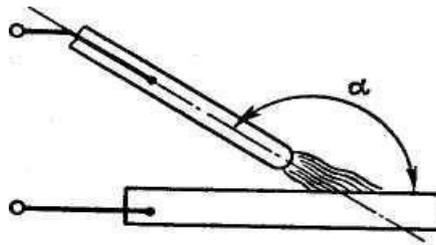


Рисунок 3 – Влияние угла наклона электрода

При выполнении сварки на постоянном токе сила собственного магнитного поля будет уравнивать противодействующие силы, которые вызваны «жесткостью» столба дуги [3].

Наличие ферромагнитных масс рядом с дугой может вызывать ее отклонения, относимые также к магнитному дугью. За счёт высокой магнитной проницаемости у ферромагнитной массы магнитные силовые линии контура «стремятся» сконцентрироваться. Из-за этого магнитное давление со стороны ферромагнитной массы снижается и дуга отклоняется (рисунок 3). Поэтому дуга может часто отклоняться в сторону заваренного шва или от кромки в сторону основной массы изделия.

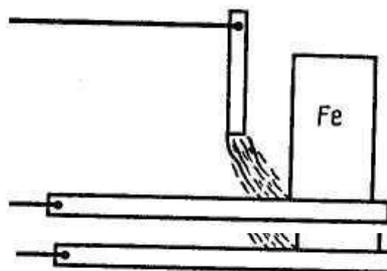


Рисунок 4 – Влияние ферромагнитных масс на отклонение дуги

При выполнении сварки на переменном токе в металле изделия создается система замкнутых вихревых токов. Вихревые токи создают собственную переменную магнитодвижущую силу, сдвинутую практически на 180° по фазе по отношению к сварочному току. Итоговый магнитный поток контура будет гораздо меньшим, чем при постоянном токе.

1.1.2 Влияние параметров изделий на магнитное поле

Воздействие магнитного поля на сварочную дугу зависит не только от его напряженности, но и от формы и глубины места подготовки под сварку, конкретного прохода при сварке и напряжения на дуге (рисунок 5).

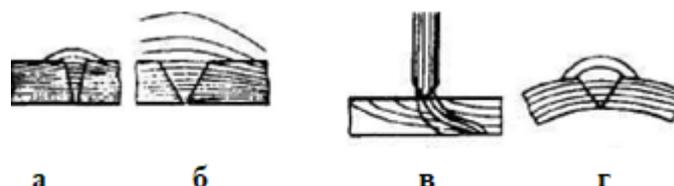


Рисунок 5 - Распределение силовых линий индукции

при различной разделке свариваемых кромок

а - узкий зазор (магнитная индукция примерно равна напряженности в основном металле);

б - широкий зазор (индукция слабее, чем в узком зазоре, но концентрируется в районе корня разделки);

в - распределение линейной индукции в тавровом соединении;

г - распределение силовых линий индукции в разделке продольного шва трубы.

Следовательно, в глубоких и узких местах подготовки под сварку воздействие магнитных полей ярче. Обычно, это воздействие сильнее при выполнении корневого слоя шва, а при последующих проходах магнитный поток шунтируется наплавленным металлом.

Примерно, при уровне индукции в магнитном поле до 2 мТл, процесс сварки проходит нормально, кроме электронного пучка, когда более низкие поля значительно отклоняют пучок.

При уровне немного большим 2 мТл, а именно 2-4 мТл дуга будет нестабильна. При уровне свыше 4 мТл может случиться явление «магнитное дутьё» [3].

Магнитная индукция ниже на открытом конце стального образца, чем на участке подготовки под сварку. Так на конце трубы индукция равна 1 мТл, когда же две секции труб приведены в контакт друг с другом для сварки, индукция поднимется до 10 мТл.

Обычно магнитные поля, возбуждающие неконтролируемое отклонение сварочной дуги, классифицируются по направлению воздействия на сварочную дугу (рисунок 6).

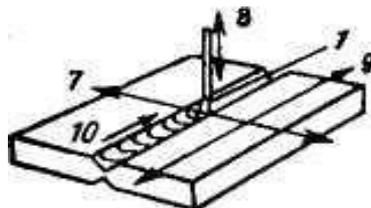


Рисунок 6 – Классификация магнитных полей по отношению к сварочной дуге:

1-7 – поперечное; 8 – продольное; 9 – параллельное; 10 – по направлению сварки

Продольное поле- это поле, линии которого распространяются параллельно оси дуги. А в свою очередь поперечное поле – это поле, линии которого распространяются перпендикулярно к направлению сварки.

В ферромагнетиках остаточная намагниченность может проявляться в итоге плавки стали, при работе магнитного дефектоскопа, так же незначительное воздействие оказывает магнитное поле Земли.

Так же намагниченность появляется при сборке отдельных деталей или узлов, ранее не имевших значительной остаточной намагниченности, обычно это случается из-за того, что используют магнитные зажимы и столы.

При сварке на переменном токе магнитное дутье дуги значительно меньше, чем при сварке на постоянном токе. Всё это происходит из-за того, что в свариваемой конструкции переменный ток дуги создаёт переменные вихревые токи, создающие магнитное поле противоположное полю дуги, что именно и ослабляет магнитное дутье.

Так же резкий рост магнитного поля может вызвать подготовка соединяемых деталей под сварку. Например, после стыковки труб магнитная

индукция может вырасти до 3 мТл, т.к. во время стыковки труб, когда они имеют незначительную намагниченность, магнитное поле в зазоре между этими трубами стремится сконцентрироваться. При этом максимальные значения магнитной индукции обнаруживаются при перпендикулярном расположении магнитных зондов по отношению к измеряемой поверхности. Значительное увеличение магнитных полей наблюдается при электронно-лучевой сварке разнородных металлов за счет образования термоэлектрических токов.

Процесс нейтрализации магнитного дутья классифицируются на следующие варианты: контроль или снижение уровня остаточного магнетизма; создание противоположного по направлению магнитного поля; коррекция искажения поля, создаваемого током сварочной дуги; изменение магнитного поля, индуцируемого током в свариваемой детали.

Применяют поисковые катушки и зонды Холла, чтобы определить значение уровня остаточного магнетизма с точностью измерения напряженности магнитного поля поисковой катушки диаметром 12,5 мм примерно 80 А/м. Зонды Холла обладают жесткими и гибкими стержнями, что делает их более универсальными, но они дороже относительно поисковых катушек.

Так же остаточный магнетизм можно устранить за счёт нагрева стали, примерно до 700°C (т. Кюри), но чаще всего это труднодостижимо или недопустимо по технологическим причинам.

Проще, чаще и удобнее используют поле переменного тока с постепенным уменьшением его до нуля. Этого можно достичь за счёт катушки, на которой намотаны 10-20 витков сварочного провода вокруг свариваемого изделия и подключив его к источнику тока 250А с дальнейшим уменьшением тока на выходе. Но при токе частотой около 50—60 Гц снятие остаточного магнетизма не всегда возможно. В этом случае лучший вариант размагничивания, когда свариваемый материал заполняют мелкими металлическими частицами размером порядка 0,2—0,5 мм. За счёт этого магнитное поле с индукцией 10 мТл много уменьшается, что даёт возможность

осуществить прихватку свариваемого изделия, а затем и сварку. Плюсом существует ещё один способ нейтрализации остаточной намагниченности, который заключается в создании локального магнитного поля противоположного направления. Поле создаётся за счёт катушки из 3-6 витков и постоянного тока 50—200А и этого достаточно для создания такого поля. Схема катушки из пяти витков на трубы диаметром равным 200 мм с толщиной стенки 10 мм приведена на рисунке 7.

Так же рассматривается вариант снижения намагниченности в зоне сварки методом шунтирования магнитного потока с использованием материала с высокой магнитной проницаемостью (рисунок 7, б).

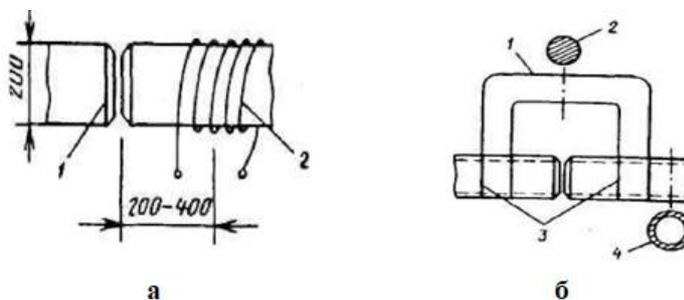


Рисунок 7 – Схема катушки

Данное поле будет несимметричным, поскольку на него влияет число витков катушки и расстояние между ней и деталью. Ток в 200 А создаёт поле 35—40 мТл в зазоре детали под сварку. Из-за асимметрии поля (генерируемого катушкой, помещаемой с одной стороны от узла) полностью нейтрализовать геомагнитное поле невозможно, однако в целом можно уменьшить его до уровня ниже 5 мТл. Для уравнивания влияния остаточного поля требуется в зазор поместить заготовки под сварку магнитный зонд для измерения и отслеживания значения уровня поля, далее намотать 3-5 витков вокруг одной трубы таким образом, чтобы центр обмотки был на дистанции 200-400 мм от узла, далее выставить полярность тока так, чтобы при росте сварочного тока значение индукции уменьшалось и потом отрегулировать ток так, чтобы поле в точке предполагаемого наала сварки было минимальным

После выполнения части шва необходимость локального компенсирующего поля исчезает скорее всего, потому что остаточное поле зашунтировано через металл шва, когда он остывает до температуры точки Кюри.

При существовании вспомогательного источника питания постоянного тока рекомендуются следующие схемы размагничивания изделий, изображённые на рисунке 8.

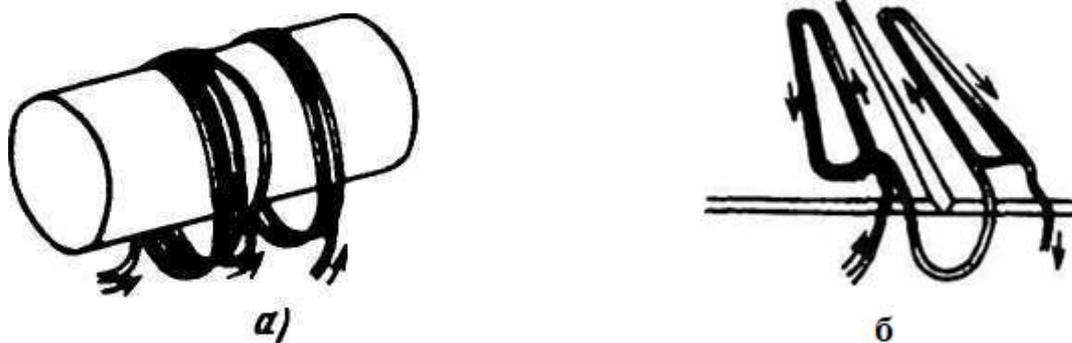


Рисунок 8 – Схема размещения сварочных кабелей при размагничивании (стрелками указано направление тока) : а – при сварке трубопроводов; б – при сварке листовых конструкций

Параллельно месту подготовки под сварки наматывают около 10 витков сварочного кабеля вокруг изделия. Далее по намотанному кабелю подаётся ток от второго источника питания. При этом ток настраивают так, чтобы к концу размагничивания он не превышал и 10А. Но при этом нужно грамотно подобрать направление тока, чтобы индукция не увеличилась.

Во время размагничивания контролируются значения остаточного магнетизма датчиком Холла или другим устройством.

Так существует проще способ изменения искривления поля дуги, смысл которого в том, что используется не постоянный ток, а переменный.

2 Контроль намагничиваемости изделий перед проведением сварочных работ

Процесс нейтрализации намагниченности изделий перед сваркой, а также контроль уровня остаточной намагниченности остаются современными и актуальными задачами. При верном выполнении этих задач возможно осуществить высокое качество сварного шва [5].

А именно, для качественного выполнения ремонтных работ на трубопроводах разработаны чёткие правила по размагничиванию труб.

При ручной дуговой сварке применяют ряд методов размагничивания, ослабления остаточной намагниченности или создания компенсирующего магнитного поля противоположной направленности.

Исходя из уровня остаточной намагниченности, выбирают тот или иной метод. В свою очередь остаточную намагниченность делят на 3 группы: малая (менее 2 мТл), средняя (от 2 до 10 мТл) и сильная (более 10 мТл) намагниченность. Уровень намагниченности оценивают с помощью магнитомера МИ-10, поскольку сварочные работы зачастую выполняются в поле и в любое время года, поэтому прибор должен быть просто в обращении.

Таблица 1. Группы остаточной намагниченности

Малая намагниченность	Менее 2 мТл
Средняя намагниченность	От 2 до 10 мТл
Сильная намагниченность	Более 10 мТл

2.1 Индикатор магнитного поля ИМП-97Х

Чтобы оценить величину напряжённости магнитного используется индикатор магнитного поля ИМП-97Х портативного типа, который устойчиво работает в диапазоне температур от -20° до +45° С.

2.1.1 Основные технические характеристики

К основным техническим характеристикам магнитного индикатора относятся:

Таблица 2 – Основные технические характеристики ИМП-97Х

Диапазон измеряемой напряжённости магнитного поля, кА/м	От 0,1 до 199,9
Порог чувствительности, кА/м	0,1
Номинальное напряжение, В	9
Ток, мА	10
Время установления рабочего режима, сек	30
Время непрерывной работы индикатора, час	8
Габаритные размеры:	
Электронного блока, мм	170x60x35
Измерительного преобразователя, мм	11x140
Блока зарядного устройства, мм	70x70x30
Масса:	
Электронного блока, гр	250
Измерительного преобразователя, гр	50

2.1.2 Устройство и принцип работы

Устройство работает на основе эффекта Холла в полупроводниках. Используется серийный преобразователь Холла с импульсным напряжением. Преобразователь Холла помещается в постоянное магнитное поле, после чего на его измерительных электродах появится импульсное напряжение, пропорциональное величине индукции приложенного поля. Далее импульсное напряжение преобразуется в сигнал постоянного тока, который преобразуется в цифровой код и отображается на жидкокристаллическом индикаторе. Устройство прибора поясняется функциональной схемой (рисунок 9).

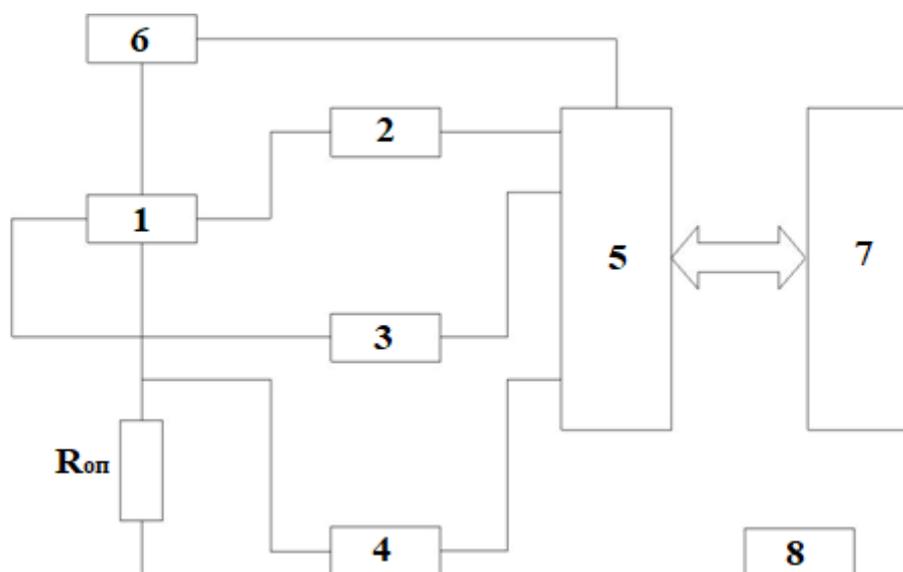


Рисунок 9 – Функциональная схема индикатора

магнитного поля ИМП -97X

Состав индикатора:

1-Преобразователь Холла

2,3,4 - Преобразователи

5-Аналого-цифровой показатель (АЦП)

6- Формирователь импульсов

7-Жидко-кристаллический индикатор

8-Блок питания

Альтернативный метод всем перечисленным видам размагничивания, метод сварки намагниченных изделий симметричным переменным прямоугольным током повышенной частоты. Для данного метода используется инвертор сварочного тока (ИСТ-201).

3 Используемое оборудование, материалы и приспособления при ремонте промышленного газопровода

Сталь 17ГС - конструкционная низколегированная для сварных конструкций, данная сталь пользуется спросом при производстве труб, днищ и другого металлопроката. Сталь обладает высокой механической прочностью, что даёт возможность использовать более тонкую толщину стенки используемой трубы [1].

Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет использовать ее при температурах от -70 до +475 °С. У стали 17ГС при высоких скоростях охлаждения в околосшовной зоне могут появиться неравновесные структуры закалочного характера. Сварку лучше выполнять при повышенных значениях погонной энергии без подогрева, либо с небольшим подогревом при умеренных значениях погонной энергии.

Таблица 3 – Химический состав стали 17ГС

Химический элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P
%	0,14-0,2	0,4-0,6	1,0-1,4	До 0,3	До 0,04	До 0,035

Таблица 4- Механические свойства стали 17ГС

Бв, МПа	Бт, МПа	δ ₅ , %
540	350	24

Свариваемость – это основное свойство металла или сочетания металлов образовывать, при установленной технологии сварки, соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией или эксплуатацией изделия [4].

Оценивая свариваемость сталей, всегда уделяют внимание химическому составу металла. Некоторые химические элементы могут повысить этот показатель или снизить его. Углерод считается самым важным элементов, который определяет прочность и пластичность, степень закаливаемости и плавкость. Проведенные исследования указывают на то, что при концентрации этого элемента до 0,25% степень обрабатываемости не снижается.

Свариваемость устали ухудшается с ростом содержания углерода в ней. В околошовных зонах появляются закалочные структуры и трещины, а шов получается пористым. Следовательно, возникает потребность применять разные технологические приёмы, чтобы осуществить качественный сварной шов.

Содержание углерода в стали является главным показателем свариваемости стали.

Определим эквивалент углерода по формуле:

$$\sum C_э = C_э + C_p; \quad (1)$$

где $C_э$ – химический эквивалент углерода;

C_p – размерный эквивалент углерода.

$$C_э = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+\sum(V+Ti+Nb)}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} + 15 \cdot B;$$

$$C_э = 0,2 + \frac{1,4}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3 + 0,3}{15} + 15 \cdot 0 = 0,33\% ;$$

где: C, Mn, Cr, Mo, V, Ti, Nb, Ni, Cu – процентное содержание легирующих элементов в металле шва (см. таблицу 2)

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_э = 0,005 \cdot 16 \cdot 0,33 = 0,026\% \quad (2)$$

где δ - толщина свариваемой стали, мм.

Находим полный эквивалент углерода:

$$\sum C_э = C_э + C_p = 0,33 + 0,026 = 0,356 \quad (3)$$

Полный эквивалент углерода $C_э < 0,45$, поэтому не требуется предварительный подогрев.

У стали 17ГС при высоких скоростях охлаждения в околошовной зоне могут появиться неравновесные структуры закалочного характера. Поэтому сварку лучше выполнять при повышенных значениях погонной энергии без подогрева, либо с небольшим подогревом при умеренных значениях погонной энергии.

4 Описание применяемого способа сварки

Согласно СТО Газпром 2-2.2-136-2007, для ремонта газопровода используют следующие виды сварки:

- ручная дуговая сварка покрытыми электродами;
- механизированная сварка проволокой сплошного сечения в углекислом газе;
- механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой и др.

Предпочтительным является ручная дуговая сварка плавящимися электродами, так как она отличается простотой оборудования и универсальностью[5].

При данном виде сварки образуется шлаковая защита расплавленного металла от взаимодействия с окружающим воздухом. Применяются электроды с определённым типом покрытий, потому что необходимо обеспечить заданный состав и свойства шва при сварке. Электроды в свою очередь выполняют функцию защиты и обработки расплавленного металла.

Перемещение и подача электрода происходит вручную. В свою очередь от длины дуги зависят такие параметры, как сила сварочного тока и напряжение дуги. С целью поддержания более стабильного теплового режима в сварочной ванне применяют источники питания с крутопадающими ВАХ с целью поддержания более стабильного теплового режима в сварочной ванне.

Достоинства:

- Сварку возможно выполнять во всех пространственных положениях;
- Относительно быстрый переход между свариваемыми материалами;
- Возможность выполнения сварки в труднодоступных местах.

Недостатки:

- Неизбежные вредные условия труда, происходящие во время сварки;
- Прямая зависимость качества сварных швов от квалификации сварщика;
- Низкая производительность.

5 Расчет режимов ручной дуговой сварки

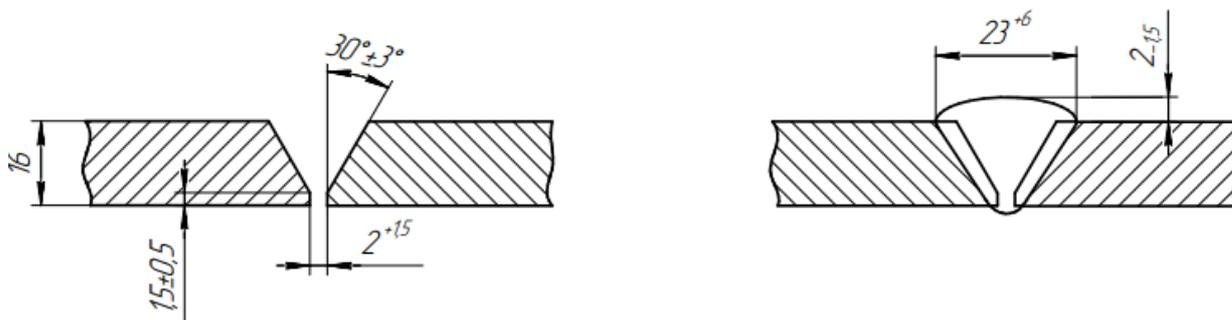


Рисунок 10 - конструктивные элементы

сварного соединения С17

Необходимо вычислить общую площадь поперечного сечения наплавленного металла, чтобы в дальнейшем определить число проходов [7].

Площадь наплавленного металла рассчитывается следующим образом:

$$F_{\text{н}} = h^2 \cdot \tan 30^\circ + b \cdot S + 0,73 \cdot g \cdot e; \quad (4)$$

где: h , b , S , g , e – геометрические параметры разделки, определяемые по ГОСТ 16037-80, тогда подставим значения в формулу (4) и получим:

$$F_{\text{н}} = 15^2 \cdot \tan 30^\circ + 2 \cdot 16 + 0,73 \cdot 2 \cdot 25 = 198,4 \text{ мм}^2;$$

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

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g) = 0,73 \cdot 18 \cdot (16 + 2) = 236 \text{ мм}^2; \quad (5)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{пр}} = F - F_{\text{н}} = 236 - 198 = 38 \text{ мм}^2. \quad (6)$$

Сварку корневого слоя шва выполняем электродами $d = 3,0$ мм; заполняющие и облицовочный слои выполняем электродами $d = 4,0$ мм, все электроды УОНИ 13/55.

Воспользуемся формулой для определения площади поперечного сечения корня шва [7]:

$$F_{\text{к}} = (6 \dots 8) \cdot d_3 = 7 \cdot 3 = 21 \text{ мм}^2; \quad (7)$$

Последующие проходы, определим из формулы:

$$F_k = (8 \dots 12) \cdot d_3 = 10 \cdot 3 = 40 \text{ мм}^2; \quad (8)$$

Число проходов, рассчитываем по формуле [9]:

$$n = \frac{F_H - F_K}{F_{II}} = \frac{198 - 21}{40} + 1 = 4,02 \approx 5; \quad (9)$$

Назначаем пять проходов.

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

$$I_{CB} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot j \quad (10)$$

где d_3 – диаметр электродного стержня, мм;

j – допускаемая плотность тока, А/мм².

Определим силу сварочного тока, для корневого слоя электрода диаметра 3 мм, по формуле:

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

При выполнении корневого слоя шва устанавливаем минимальное значение тока, а именно 90А, т.к. в многослойном шве первый проход является самым ответственным.

Так же определим силу сварочного тока для электродов диаметром 4мм:

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

Принимаем $I_{CB} = 150 \text{ А}$.

Следующим шагом вычисляем приближенное значение напряжения на дуге по формуле:

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot I_{CB} \quad (11)$$

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

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot 91 = 23,64 \text{ В};$$

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot 130 = 25,2 \text{ В.}$$

Принимаем $U_d = 23...25 \text{ В.}$

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

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot 125 = 25 \text{ В;}$$

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot 182 = 27 \text{ В.}$$

Принимаем $U_d = 25...27 \text{ В.}$

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

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}; \quad (12)$$

где: α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

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

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³ (для стали $\gamma=7,8 \text{ г/см}^3$).

Подставляем значения в формулу и рассчитываем:

Корневого шва:

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

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

Заполняющих и облицовочного швов:

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

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

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:

$$q_n = \frac{q_{\text{эф}}}{V_{\text{св}}} = \frac{I_{\text{св}} U_{\text{д}} \eta_u}{V_{\text{св}}}; \quad (13)$$

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

$I_{\text{св}}$ – ток сварочной дуги, А;

$U_{\text{д}}$ – напряжение на дуге, В;

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

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

При подстановки числовых значений в формулу (13), получаем результат:

для корневого слоя шва:

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

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

для заполняющего и облицовочного:

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

$$q_{\text{п}} = \frac{180 \cdot 27 \cdot 0,8}{0,153} = 25412 \text{ Дж/см};$$

С помощью данных режимов получили нужные геометрические параметры шва ГОСТ 5264-80.

Но эту сварную конструкцию можно использовать лишь только тогда, когда она пройдет определённые производственные испытания.

6 Расчёт ожидаемого химического состава шва

С помощью сопоставления химического состава основного металла и наплавленного определим степень легирования металла шва по формуле:

$$R_{\text{ш}} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot R_{\text{э}}; \quad (14)$$

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

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

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

$R_{\text{э}}$ - 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.

6.1 Расчет для шва, полученного ручной дуговой сваркой плавящимся электродом

Найдём долю участия основного металла в металле шва по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{пр}} + F_{\text{н}}}; \quad (15)$$

где: $F_{\text{н}} = 198 \text{ мм}^2$ – площадь сечения наплавленного металла;

$F_{\text{пр}}$ - площадь сечения проплавленного металла, которая приближённо может быть определена по формуле:

$$F_{\text{пр}} = 0,73 \cdot e \cdot H; \quad (16)$$

При этом ширину сварного шва возьмём из таблицы С17 ($e = 18 \text{ мм}$), требуемая глубина провара $H = 16 \text{ мм}$.

Тогда подставив значения в формулу (16), получим:

$$F_{\text{пр}} = 0,73 \cdot 18 \cdot 16 = 210, \text{ мм}^2.$$

Следовательно:

$$\gamma_0 = \frac{210}{210 + 198} = 0,51.$$

Определяем химический состав металла шва для сварки плавящимся электродом с основным покрытием:

$$[\text{C}]: R_{\text{ш}} = 0,2 \cdot 0,51 + (1 - 0,51) \cdot 0,1 = 0,151\%;$$

$$[\text{Si}]: R_{\text{ш}} = 0,6 \cdot 0,51 + (1 - 0,51) \cdot 0,35 = 0,477\%;$$

$$[\text{Mn}]: R_{\text{ш}} = 1,4 \cdot 0,51 + (1 - 0,51) \cdot 0,7 = 1,057\%;$$

$$[\text{S}]: R_{\text{ш}} = 0,04 \cdot 0,51 + (1 - 0,51) \cdot 0,04 = 0,031\%;$$

$$[\text{P}]: R_{\text{ш}} = 0,035 \cdot 0,51 + (1 - 0,51) \cdot 0,035 = 0,035\%;$$

7 Определение расходов сварочных материалов

Расход сварочной проволоки можно определить по формуле:

$$G_P = \frac{G_H}{1 - \psi} \quad (17)$$

где: ψ – коэффициент потерь, равный 0,075

G_H - масса наплавленного металла, которая определяется по формуле:

$$G_H = F_H \cdot l_{шв} \cdot \gamma. \quad (18)$$

где F_H – площадь наплавленного металла, $F_H = 1,98 \text{ см}^2$;

$l_{шв}$ – длина шва; $l_{шв} = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 53 = 167 \text{ см}$; см;

γ – плотность металла; $\gamma = 7,9 \text{ г/см}^3$.

$$G_H = 1,98 \cdot 167 \cdot 7,9 = 2612 \text{ г.}$$

$$G_P = \frac{2612_H}{1 - 0,075} = 2824 \text{ г.}$$

8 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки

Подбор электродов произведем исходя из параметров стали 17ГС по пределу прочности стали, которая составляет 540 МПа [8]. Выберем электроды типа Э50А, УОНИ- 13/55 ТМУ-21У и другие марки электродов.

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла

Марка	C	Mn	Si	S	P
УОНИ 13/55	0,1	0,7	0,25-0,35	0,03-0,04	0,035

Таблица 4 – Механические свойства наплавленного металла

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
УОНИ 13/55	350	500	25-28

Таблица 5 – Прокалка перед сваркой

Марка электрода	Температура прокалки, °C	Время прокалки, ч
УОНИ 13/55	350-400	1-2

Электроды УОНИ-13/55 гарантируют прочность и устойчивость сварных конструкций за счёт малого содержания водорода и высокой стойкости к образованию кристаллизационных трещин.

9 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки

В наше время ярко пользуется спросом сварочный источник питания инверторного типа ДС 250.33. Абсолютный лидер в своём классе, который способен работать с покрытыми электродами до 5 мм и силой тока до 250А.

Таблица 6- Основные характеристики ДС 250.33

Напряжение питания, В	380
Потребляемая мощность, кВа	15
Сварочный ток, А	25...250
Максимальный ток при ПН-100%, А	200
Диапазон рабочих температур, °С	От -40 до +40
Масса, кг	29
Габаритные размеры, мм	505x225x435

1) Так же плавно регулируется сила сварочного тока с точностью до 1А в диапазоне 25-250А.

2) Даёт возможность выбора наклона ВАХ, управляя переносом металла в зависимости от условий сварки и типа электрода.

3) Автоматически выключается при перегреве, пониженном напряжении и отсутствии одной из фаз питающего напряжения.

4) Сварку можно вести на кабелях до 25м, так как обладает высоким выходным напряжением.

Чтобы предварительно размагнитить трубопровод, используется аппарат АУРА-7001, который размагничивает изделие на открытых торцах до монтажа ремонтной катушки и производства сварочных работ.

Таблица 7- Основные характеристики АУРА-7001

Диаметр размагничиваемых труб, мм	До 1400 включительно
Потребляемая мощность, кВа	15
Диапазон размагничиваемых полей, мТл	2...250
Поля после размагничивания, мТл менее	0,5...2
Длительность процесса размагничивания, мин	менее 1,5 на один цикл
Напряжение сети, В	380 ± 10%
Масса, кг	29
Потребляемая мощность, кВт:	
импульсном режиме (длительность импульса 2 с)	до 10
в номинальном режиме	до 1,5
Величина индицируемого магнитного поля, мТл	± 0...250

Так же существует инвертор сварочного тока ИСТ-201, который позволяет осуществлять процесс сварки без предварительного размагничивания. ИСТ-201 – это дополнительный электронный прибор, который работает совместно с однопостовым сварочным выпрямителем с падающей ВАХ. ИСТ-201 подключается к его выходным клеммам.

Он создаёт в сварочной цепи переменный прямоугольный ток повышенной частоты. При этом регулировку величины тока осуществляют сварочным выпрямителем (агрегатом).



Рисунок 11 – Внешний вид ИСТ - 201

Таблица 8- Основные характеристики ИСТ-201

Напряженность магнитного поля в зоне сварки, Гс (не более)	1000
Номинальный сварочный ток, А	200
Продолжительность нагрузки, ПН%	100
Напряжение питания, В	220 ± 40
Частота питающей сети, Гц	50 ± 5
Длина сварочных кабелей, м (не более)	30
Длина соединительных кабелей, м (не более)	50
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	480x290x410
Вес, кг (не более)	30

Чтобы осуществить сборку труб большого диаметра, используются наружные центраторы типа ЦЗН, предназначенные для центровки торцов труб при монтаже перед сваркой.

10 Технология сборки и сварки

Трубы, диаметр которых превышает 1000 мм, рекомендуется сваривать с определенными технологиями. В частности, необходимо разбить сварочные швы на несколько участков. То есть, для сваривания трубы такого диаметра, заготовка условно делится на 4 части. Кроме того, выполнять сварку целесообразнее и лучше двумя сварщиками в одно время.

При сваривании кольцевых швов также можно воспользоваться различными электродами. Например, используя газозащитные электроды, сварка швов должна выполняться по направлению снизу вверх, не осуществляя каких-либо колебательных движений. В этом случае необходимо опираться одним концом электрода о кромку свариваемых труб. Также следует знать, что сварка выполняется при помощи постоянного тока обратной или прямой полярности. При этом, используется напряжение холостого хода, которое должно быть не менее 75 В. Следует учесть и величину сварочного тока, которая должна отличаться в зависимости от диаметра электрода. Так, с диаметром электрода 3 мм необходимо чтобы сварочный ток был в пределах 100...110А. Сваривая кольцевые швы электродами, диаметр которых 4 мм, величина тока должна составлять 120...160А при условии, что сварка выполняется в нижнем или же полувертикальном положении. В остальных положениях, величина тока должна колебаться в пределах 100...140 А [8].

Кроме всего прочего, необходимо придерживаться и определенной скорости сваривания. Таким образом, выдерживается невысокая скорость и отличное качество сваривания. Помимо скорости, необходимо соблюдать правильный угол наклона электрода. В целом, этот угол может изменяться в пределах 40-90°, при котором он сохраняет за собой небольшое технологическое окно, сквозь которое можно наблюдать за оплавлением кромок заготовок.

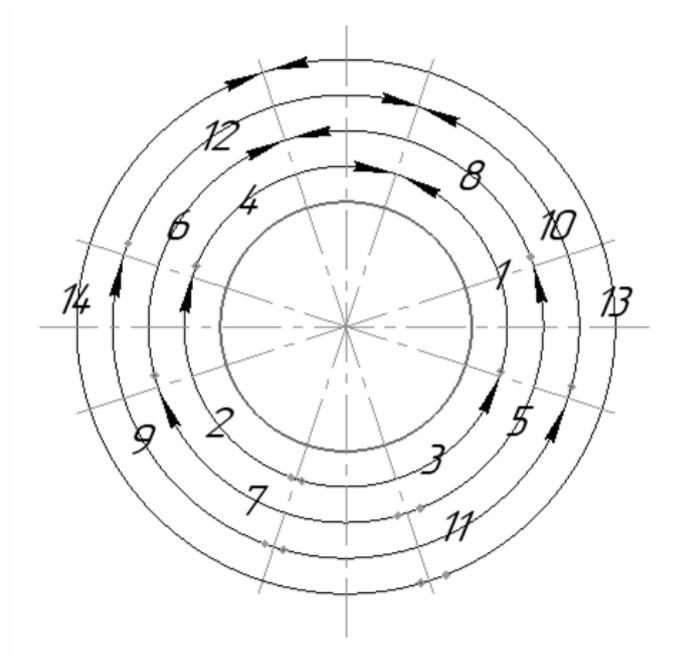


Рисунок 12 - Порядок выполнения многослойного шва

11 Технология замены дефектного участка промышленного газопровода

11.1 Общее положение

Нефтегазодобывающее управление (НГДУ) по результатам осмотра определяет объёмы работ по ремонту, транспортировки нефти и газа, сроки сдачи в соответствии со всеми нормами.

Рассмотрим один из видов ремонта трубопровода – вырезка дефектов:

Суть данного метода заключается в том, что вырезается из трубы участок с дефектом (катушка), а вместо него вставляется новый бездефектный участок.

Катушка вырезается в случае выявления недопустимого сужения проходного диаметра газопровода, невозможности обеспечения требуемой степени восстановления газопровода при установке муфт, дороговизной установки муфт из-за большой длины участка с дефектом.

Порядок организации и выполнения работ по вырезке и врезке «катушек», требования к врезаемым «катушкам» определяются СТО Газпром 2-2.3-407-2009. «Регламент по вырезке и врезке «катушек», соединительных деталей, заглушек, запорной и регулирующей арматуры и подключению участков магистральных газопроводов»[6].

При всех видах сварочных работ на трубопроводах под давлением обязательно проведение следующих мероприятий:

- назначение лиц, ответственных за подготовку трубопровода, за подготовку и проведение сварочных работ;
- подготовка сварочных материалов, оборудования и инструментов;
- проверка состояния воздушной среды на месте проведения сварочных работ
- подготовка поверхностей свариваемых деталей (снятие фасок, зачистка до металлического блеска);

- внешний осмотр, классификация дефектов и измерение толщины стенки трубопровода в местах предполагаемой сварки;
- контроль качества сварки.

11.2 Подготовка газопровода к ремонту с предварительным размагничиванием

Перед тем как приступить к ремонту трубы, она обязательно промывается водой под давлением для того, чтобы очистить остатки газа. Также осуществляется перекрытие участка задвижками для обеспечения безопасности.

11.3 Вырезка дефектного участка

Участок вырезается с помощью трубрезных машин безогневым способом. Длина вырезаемого участка трубопровода (детали) должна быть больше дефектного участка не менее чем на 100 мм с каждой стороны, но не меньше диаметра трубопровода. После того, как работа по вырезке дефекта завершилась, труборезы демонтируются.

11.4 Подготовка трубопровода и "катушки" к сварке с предварительным размагничиванием

Перед тем, как начать процесс сварки, обязательно зачищаются механическим способом (абразивным кругом- УШМЗ) кромки труб до металлического блеска на ширину более 10 мм с наружной и внутренней сторон, сохранив все геометрические размеры формы кромок под сварку согласно (рисунок13).

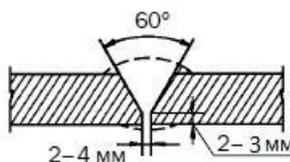


Рисунок 13 – Разделка кромок трубы диаметром 1020x16мм

11.5 Размагничивание трубопровода

Первым делом определяются уровень остаточной намагниченности на торцах с помощью ИМП-97Х. Если уровень больше 2 мТл, то проводится размагничивание.

Размагничивание осуществляется с помощью «АУРА-7001». На один из открытых торцов трубопровода наматывается в 6-10 витков размагничивающая обмотка на расстоянии от торца трубы 50-100 мм.

11.6 Установка нового отрезка трубы

Далее вставляется новая катушка без дефектов с помощью наружных центраторов и контроля сварщиками, которые позже будут выполнять сварку стыков. После установки новой катушки выставляется зазор между свариваемыми торцами труб с помощью УШС-3. Проверяется опуск на смещение кромок и перелом осей труб, после чего осуществляется просушка торцов труб путем их подогрева до 20-50°C.

11.7 Сварка стыков трубопровода

Далее, после всех замеров, выполняются прихватки в количестве 4-х штук, длиной 100-200мм и высотой не менее 3мм. После прихватки обрабатываются механическим путем от шлака брызг и окалин.

Далее сварщики приступают к сварке корневого слоя шва снизу вверх с каждой стороны. Переплавляя прихватки с металлом шва следует обеспечить полное сплавление и проплавление внутренних кромок, образуя обратный валик внутри свариваемого соединения размером от 0,5 до 3 мм.

После сварки первого слоя важным этапом является механическая обработка абразивным инструментом поверхности шва от шлака, брызг и зачистка карманов из линии сваривания основного металла с металлом шва.

Далее выполняется заполняющий слой шва с последующей механической обработкой.

После чего заваривается облицовочный слой шва в соответствии с ГОСТ 5264-80, сохраняя размеры усиления и чешуйчатость шва.

11.8 Ремонт дефектного участка без предварительного размагничивания

Подготовка газопровода, вырезка дефектного участка, обработка торцов свариваемых деталей под сварку, а также установка нового отрезка трубы, производится по такой же технологии как указано в пунктах: 11.2; 11.3; 11.4; 11.6.

Только в случае возникновения явления «магнитного дутья» подключается инвертор сварочного тока ИСТ-201.

13 Социальная ответственность

13.1 Введение

Объектом исследования является разработка технологии ремонта намагниченных магистральных газопроводов. Данная разработка является методом повышения эффективности процесса ручной дуговой сварки.

В связи с особенностями ремонта намагниченных изделий при проведении сварочных работ предъявляются особые требования к выполнению правил техники безопасности. Невыполнение этих требований может привести к несчастным случаям: поражению лучистой энергией сварочной дуги и электрическим током, взрывом и т.д. Среди вредных газов, выделяющихся при сварке, прежде всего, следует отметить такие, как пары и окислы алюминия, 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.

13.2 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 (компаний). 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.

13.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При выполнении сварочных работ используются покрытые электроды УОНИ 13/55 диаметром 3-4 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 ДС 250.33 - 1 шт.
- В качестве основного материала используют сталь марки: 17ГС.
- Рабочее место сварщика соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

13.4 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование ручной дуговой сварки и источника питания ДС 250.33, 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 9.

Таблица 9 – 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	1) Повышенный уровень электромагнитных полей;	1) Поражение электрическим	1) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 2) СанПиН

<p>электродом</p> <p>2)Работа со сварочным оборудованием</p>	<p>2)Неудовлетворительно е освещение рабочей зоны;</p> <p>3) Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>4)Неудовлетворительны й микроклимат;</p>	<p>ТОКОМ</p>	<p>2.2.2.542-96</p> <p>3) СанПиН 2.2.4.1191-03</p> <p>4) СП 52.13330.2011</p> <p>5) СН 2.2.4/2.1.8.562– 96</p> <p>6) ГОСТ 30494-2011</p>
--	--	--------------	--

Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.

13.4.1 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:

- 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. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей

одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Электрозашитные 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, защитные ограждения, сигнализаторы наличия напряжения).

Средства защиты от электрических полей повышенной напряжённости (330 кВ и выше):

- коллективные средства защиты (съёмные и переносные экраны и плакаты безопасности);
- индивидуальные средства защиты (комплекты индивидуальные экранирующие).

Средства индивидуальной защиты: средства защиты головы, средства защиты глаз и лица, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты от падения с высоты, одежда специальная защитная.

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.

13.4.2 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 2.11.01-3-93. Устройство электроосвещения должно соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок».

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.

13.4.3 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:

- 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.

13.5 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 10.

Таблица 10 – 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.

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 нашего цеха необходимо использовать, как правило, газоразрядные источники света: лампы ДРЛ, ДРИ; для освещения высоких цехов (до 4 м) большой площади - люминесцентные лампы. Допускается применение ламп накаливания. 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°.

При сварке внутри емкостей освещение осуществляется светильниками направленного света, установленными вне свариваемого объекта, или ручными переносными светильниками, оборудованными защитной сеткой. Освещенность в этих случаях должна быть ≥ 30 лк. При этом трансформатор для переносных светильников нужно устанавливать вне свариваемого объекта с обязательным заземлением вторичной обмотки трансформатора. Не допускается применение автотрансформаторов.

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.

13.5.1 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:

1. Перед включением установки должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;
2. При появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку;
3. 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:

1. 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;

2. Зануление – замыкание на корпус электроустановок;
3. Системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
4. защитное разделение сетей;
5. 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.

13.6. 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.

Газообразные отходы, загрязняющие воздух помещения, диоксид алюминия. 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.

13.7 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, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

При написании дипломного проекта была выявлена возможная ЧС, это пожар, аргон – вещество негорючее, но при нагревании происходит повышение давления, что может привести к взрыву.

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:

1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети;
2. Курить только в отведенных для курения местах;
3. Проверять уровень нормы газа аргона в помещении, проветривать помещение;
4. В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу;
5. Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке;
6. В производственных помещениях проходит большое количество проводов и большое количество электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов, или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний;

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.

Средства коллективной защиты

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

- 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.

Средства индивидуальной защиты

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

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 12.1.029-80. СС БТ «Средства и методы защиты от шума»).

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

13.7.1 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 31 согласно ГОСТ 1 2.1.005-88 СС БТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Таблица 11 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности
Твёрдая составляющая сварочного аэрозоля		
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20%)	0,2	2
Железа оксид	6,0	3
Кремний диоксид	1,0	2
Хром (III) оксид	1,0	2
Хром (IV) оксид	0,01	1
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-8, 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.

Микроклимат на рабочем месте с варщика соответствует допустимым нормам.

13.7.2 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.

13.7.3 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 организованно, 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.

13.7.4 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].

13.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Работа по прокладке нефтепровода проводится в Томской области с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном районе отсутствуют.

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.

13.8.2 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 огненным 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 возгорания).

Заключение

В результате выполненной выпускной квалификационной работы была разработана технология ремонта участка намагниченного магистрального газопровода диаметром 1020 мм и толщиной стенки 16 мм.

Составлена операционная технологическая карта сборки и ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

Были подобраны сварочные материалы, рассчитаны режимы сварки и произведен выбор сварочного оборудования.

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки труб диаметром 1020 мм толщиной стенки 16 мм из стали 17ГС ручной дуговой сваркой.

Проведен анализ производства на предмет выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

14 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

14.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии ремонта намагниченных магистральных газопроводов» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Задача работы заключается в исследовании и разработке процесса ремонта намагниченных магистральных газопроводов.

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

Таблица 12 - Сегментирование рынка

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

1. Механизированная сварка в среде CO₂–Исп.1
2. Механизированная сварка порошковой проволокой – Исп.2
3. Ручная дуговая сварка–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.

14.1.2 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 13 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. 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	3	1,25	1,25	1
Итого	1	22	25	25	3,95	3,8	4,35

где сокращения: Б_ф–Механизированная сварка в среде CO₂; Б_{к1} – Механизированная сварка порошковой проволокой; Б_{к2}– Ручная дуговая сварка.

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: К – 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.

14.1.3 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 14.

Таблица 14 - Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые
<ul style="list-style-type: none"> • Широкая область применения; • Использование современного оборудования; • Актуальность проекта; • Наличие опытного руководителя; • Большая производительность. 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие новых технологий; • Перенастройка оборудования; • Прямая зависимость качества сварного шва от квалификации сварщика • Много конкурентных фирм.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Сварка во всех пространственных положениях • 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. 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.

14.2 Планирование научно-исследовательских работ

14.2.1 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. 15.

Таблица 15– 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 таблицы было замечено, что руководитель и инженер выполняют работу в одинаковом объёме.

14.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоемкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоемкость рассчитывается по формуле [20]:

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

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 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.

14.2.3 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.

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

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в рабочих днях 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 17 – 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

Исходя из таблиц 16 и 17 видно, что на выполнение проекта специалистам потребуется 57 дней.

14.3 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.

14.3.1 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, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт; руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

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

В таблицы 18 представлены стоимость материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), 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	1000	1000	1000	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	-	-	30	-	-
Итого								1795,6	1835,4	1782,5

Исходя из таблицы 18 было выявлено, что материальные затраты при ручной дуговой сварке самые минимальные из вышеперечисленных. Дороговизна механизированной сварки обусловлена дорогими материалами.

14.3.2 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 19 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена за единицы оборудования, тыс руб.			Общая стоимость оборудования, тыс руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Источник питания	1	1	1	100	100	40	115	115	46
2	Механизм для подачи проволоки	1	1	-	70	70	-	80,5	80,5	-
3	Компьютер	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 для научных работ наглядно показал высокую стоимость оборудования механизированной сварки более чем в 4 раза относительно ручной дуговой.

14.3.2 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 10000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации H_A рассчитывается как:

- Компьютер

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

где T – срок полезного использования, лет.

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

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% . \quad (24)$$

Годовые амортизационные отчисления:

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

Ежемесячные амортизационные отчисления:

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

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1650 \cdot 2 = 3300 \text{ руб.}$$

- Принтер

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

Годовые амортизационные отчисления:

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

Ежемесячные амортизационные отчисления:

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

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 275 \cdot 2 = 550 \text{ руб.}$$

14.3.3 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 табл. 20.

Таблица 20 - расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категории	Трудоёмкость человеко-дни			Заработная плата, приходящаяся на человека			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	3,568			8	8	8
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	1	1	1	4,36			4,9	4,9	4,9
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер-руководитель	1	1	1	4,36			4,9	4,9	4,9
4	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	3,568			4	8	8
5	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,568			8	8	8
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10	10	10	0,792			8,8	8,8	8,8
7	Подбор нормативных документов	Инженер-руководитель	3	4	4	4,36			14,6	19,5	19,5
8	Изучение установки	Инженер	4	6	6	0,792			3,5	5,3	5,3
9	Модернизация установки	Инженер	2	3	4	0,792			1,7	2,6	3,5
10	Анализ результатов	Инженер-руководитель	2	2	2	4,36			9,8	9,8	9,8
11	Вывод по цели	Инженер	3	3	3	0,792			2,6	2,6	2,6
Итого									70,8	82,4	83,3

Исходя из таблицы 20 видно, что специалисту, выполняющему сварку ручным дуговым способом необходимо заплатить немного больше из-за того, что на некоторых этапах у него будет затрачено больше времени, чем у специалистов, выполняющих сварку механизированным способом.

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и инженер. Принимая во внимание, что

за час работы руководитель получает 446 рублей, а инженер 99 рублей (рабочий день 8 часов).

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

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 47573 рублей, а инженера 31383 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется последующей 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 53300 рублей, инженера – 35150 рублей.

14.3.4 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%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2015 году водится пониженная ставка – 28%.

Таблица 21 – 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	47,5	57	59	57	68	70,8
Инженер	31,3	26	29	37,6	31,2	34,8

Коэффициент отчислений	0,271
Итого	
Исполнение 1	28319,5 руб.
Исполнение 2	33875,3 руб.
Исполнение 3	35175,8 руб.

Исходя из таблицы 21 видно, что отчисления во внебюджетные фонды у специалиста, выполняющего проект, связанный с ручной дуговой сваркой способом выше, так как процесс идёт дольше, чем другие, соответственно идёт больше оплаты.

14.3.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

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

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

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

$$Z_{\text{накл}} = 357807,5 \cdot 0,16 = 57249,2 \text{ руб.}$$

14.3.6 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 22.

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование	Сумма, руб.	Примечание
--------------	-------------	------------

статьи	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	1795,6	1835,4	1782,5	Пункт 3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	195500	195500	46000	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	70800	82400	83300	Пункт 3.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8496	9888	9996	Пункт 3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	28319,5	33875,3	35175,8	Пункт 3.3.4
6. Затраты на амортизацию	3850	3850	3850	Пункт 3.3.
7. Накладные расходы	48785,7	50335,8	28200,7	16% от суммы ст. 1-5
8. Бюджет затрат НТИ	357546,8	377684,6	208305	Сумма ст.1-6

Исходя из таблицы 22 было замечено, что бюджет затрат при ручной дуговой сварки самый минимальный, что даёт понимание, что она является самой выгодной среди других способов сварки.

14.4 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).

$$I_{\text{фин.пр}}^{\text{исп.1}} = \frac{357546,8}{377684,6} = 0,94; \quad I_{\text{фин.пр}}^{\text{исп.2}} = \frac{377684,6}{377684,6} = 1; \quad I_{\text{фин.пр}}^{\text{исп.3}} = \frac{208305}{377684,6} = 0,55$$

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.23).

Таблица 23 – 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

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

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

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

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

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

$$I_{исп.1} = \frac{3,9}{0,94} = 4,15; \quad I_{исп.2} = \frac{3,15}{1} = 3,15; \quad I_{исп.3} = \frac{2,98}{0,55} = 5,41;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки, позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Θ_{cp}):

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

Таблица 24 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,94	1	0,55
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,9	3,15	2,95
3	Интегральный показатель эффективности	4,15	3,15	5,41
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,75	0,57	1

Исходя из таблицы 24 был сделан вывод, что ручная дуговая сварка является самой эффективной по сравнению с другими видами.

Выводы

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 намагниченных магистральных газопроводов, путём ручной дуговой сваркой. 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 НИИ, который составил 377684,6 руб., на зарплату приходится 21,5 процент 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 НИИ, в сумме около 1,78 тыс.руб.

Расходы по заработной плате определены по трудоемкости выполняемой работы и действующей системы окладов и тарифных ставок и составили: заработная плата руководителя – 53300 руб., заработная плата инженера – 35150 руб. В основную заработную плату внесена премия, которая выплачивается каждый месяц в размере 30 % от оклада..

По произведенному анализу видим, что ручная дуговая сварка – является эффективным методом сварки стали 17ГС и способна занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижение 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 разработки технологии ремонта дефектного участка намагниченного промышленного газопровода, были рассмотрены два варианта сварки с остаточной намагниченностью.

Было установлено, что сварка без предварительного размагничивания является выгодней, так как не затрачивается время на нейтрализацию намагниченности. Ко всему прочему при таком методе нет потребности в дополнительном специалисте, который занимается размагничиванием. Так же растёт качество сварного соединения, так как остаточная намагниченность не влияет на процесс сварки.

Список литературы

1. Стали и сплавы. Марочник: Справ. изд / В.Г. Сорокин и др.; Науч. ред. В.Г. Сорокин, М.А. Гервасьев – М.: «Интермет Инжиниринг». 2001. – 608 с.: ил
2. Технология и оборудование сварки плавлением / Под. ред. А. И. Акулов - М. : Машиностроение, 1977.- 432 с.
3. Корольков П. М. Природа возникновения и методы устранения магнитного дутья при сварке. // Сварочное производство 1998, №5. С 6-8.
4. Дедюх Р. И. Расчёт режимов дуговой сварки – Томск: Изд. ТПУ, 1983.- 18с.
5. Бакунов А. С. Контроль намагниченности перед проведением сварочных работ. // Сварочное производство 2004, №1. С 48-51
6. СТО 2-2.2-136-2007 – Стандарт организации. Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть 1
7. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с
8. Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов; под ред. В. В. Фролова. – М.: Высш. школа., 1988. 559 с.: ил.
9. 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.
10. ГОСТ 14254-96 – «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками».
11. РД 03-606-03 – «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».

ФЮРА.02190.1В61071

1

ОЭИ ИШНКБ
ТПУ

ФЮРА.10190.001

Разработка технологии ремонта намагниченных магистральных газопроводов

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 разработке технологии ремонта намагниченных
намагниченны магистральных газопроводов

ПРОКОНТРОЛИРОВАЛ

Доцент ОЭИ

Гордынец А.С.

16.05.2020 г.

РАЗРАБОТАЛ

Студент

Аверичев К.В.

16.05.2020 г.

Акт. № 11-03 от 16.05.2020 г.

ГОСТ 14806-80

ТЛ

Титульный лист

Приложение А (обязательное)

Операционная карта без предварительного размагничивания

Разраб.	Аверичев К.В.																				ФЮРА 60190.001									
Н.контр.	Горбынец А.С.										разработка технологии ремонта намагниченных промышленных газопроводов										У									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа															
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тгр	Тшт.									
К/М	Наименование детали, об. единицы или материала										Обозначение лад										ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.диск.					
РС1	<i>ПС</i>	<i>НП</i>	<i>ДС</i>	<i>lc</i>	<i>lz</i>	<i>Пт</i>	<i>U</i>	<i>I</i>	<i>Vc</i>	<i>Vn</i>	<i>qoz</i>	<i>qdz</i>	<i>qk</i>	<i>Tu</i>	<i>Tn</i>															
A01	1	1	1	005	Вырезка катушки					СТО Газпром 2-2.2-136-2007																				
К/М02	Разъемный труборез SFM3642										3	Сварщик	3	2	2	1														
O03	Трубопровод Ø1020 мм, сталь 17ГС										ГОСТ 10704-91																			
O04	Произвести вырезку дефектного участка. Длина вырезаемого участка трубопровода (детали) должна быть больше																													
O05	дефектного участка не менее чем на 100 мм с каждой стороны, но не меньше диаметра трубопровода.																													
T07	Мел или маркер, нитка																													
A08	1	2	2	010	ВИК					РД 03-006-03																				
B09											3	Слесарь	3	2	2	1														
К/М10	Трубопровод Ø1020 мм, сталь 17ГС										ГОСТ 10704-91																			
O11	Произвести визуальный осмотр новой катушки и кромок трубопровода																													
T12	Набор КИС, мел																													
A13	1	2	2	015	Строжка					СТО Газпром 2-2.2-136-2007																				
B14	Ресанта УШМ-250/2501										3	Сварщик	3	2	2	1														
OK										Операционная карта										60										

														ФЮРА.02190.1В61071		2					
																		ФЮРА 60190.002			
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции							Обозначение документа									
B	Код, наименование оборудования							CM	Проф.	P	УТ	KP	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тго	Тшт.			
K/M	Наименование детали, об. единицы или материала							Обозначение код							ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.раск.		
PC1	ПС	НП	DC	lc	lz	Пл	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qk	Tи	Tп						
K/M16	Трубопровод Ø1020 мм, сталь 17ГС							ГОСТ 10704-91													
K/M17	Отрезной круг Ø230мм							ГОСТ 21963-83													
O18	кромки труб зачищаются механическим способом до металлического блеска на ширину более 10 мм с наружной и																				
O19	сторон, сохранение все геометрические размеры формы кромок под сварку																				
T20	Зубило, металлическая щётка																				
A21	1	2	2	020	Сборка							СТО Газпром 2-2.2-136-2007									
B22	Сварочный источник ДС 250.33							3	Сварщик	3	3	2	1								
B23	Наружный центратор							3	Сварщик	3	3	2	1								
K/M24	Электроды покрытые УОНИ 13/55, Ø3мм							ГОСТ 9466 – 75													
O25	Выставить зазор между свариваемыми торцами труб с помощью УШС-3. Проверяется отпуск на смещение кромок																				
O26	и перелом осей труб, после чего осуществляется просушка торцов труб путем их подогрева до 20-50°C.																				
O27	Выполнить прихватки в количестве 4-х штук, длиной 100-200мм и высотой не менее 3 мм. После этого обработать																				
O28	механическим путем от шлама брызг и окалины.																				
T29	Зубило, металлическая щётка, молоток, роба.																				
														OK				Операционная карта		60	

													ФЮРА.02190.1В81071		3		
													ФЮРА 60190.003				
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа							
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тпа	Тшт.	
K/M	Наименование детали, единицы или материала					Обозначение код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.раск.		
PC1	ПС	НП	DC	lc	lз	Пл	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Tи	Tп		
A31	1	2	2	025	Сварочная					СТО Газпром 2-2.2-136-2007							
B32	Сварочный источник ДС 250.33					3	Сварщик	3	2	2	1						
B33	ИСТ-201					3	Сварщик	3	2	2	1						
K/M34	Электроды покрытые УОНИ 15/55, Ø3мм					ГОСТ 9466 – 75											
PC35	Н1	1				П/О	24	90..130	5,18								
O36	Выполнить сварку согласно эскизу ФЮРА 20190.001. Корневой слой шва выполнить электродами Ø3мм																
O37	с основным покрытием вести с переменным током.																
K/M39	Электроды покрытые УОНИ 15/55, Ø4мм					ГОСТ 9466 – 75											
PC40	Н2	2..4					26	120..180	4,54								
O41	После чего варятся заполняющие и облицовочный слои такими же электродами, но Ø4мм. Процесс сварки выполняется снизу																
T42	Зубило, металлическая щетка, молоток, роба.																
A43	1	2	2	035	Контроль					РД 03-606-03							
B42						3	Дефект	3	2	2	1						
O43	Произвести ВИК, согласно РД-03-606-03, провести ПВК, согласно РД-13-06-2006 и УЗК согласно РД-23.040.00-КТН-387-07																
OK													Операционная карта			60	

													ФЮРА.02190.1В61071	3			
													ФЮРА 60190.003				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции					Обозначение документа							
Б	Код наименования оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тго	Тшт.	
КМ	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение код							ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.диск.
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lz	Пл	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qx	Tu	Tn		
O28	Определить уровень остаточной намагниченности. Если уровень больше 2 мТл, то проводится размагничивание.																
A29	1	2	2	030	Сварочная					РД-23.040.00-КТН-201-19							
E30	Сварочный источник ДС 250.33					3	Сварщик	3	2	2	1						
КМ31	Электроды покрытые УОНИ 13/55, Ø3мм					ГОСТ 9466 – 75											
РС32	Н1	1				П/О	24	90..130	5,18								
O33	Выполнить сварку согласно эскизу ФЮРА 20190.001. Выполнить прихватки в количестве 4-х штук, длиной 100-200мм																
O34	и высотой не менее 3 мм. После этого обработать механическим путем от шлака брызг и окалины. Корневой слой шва																
O35	выполнить электродами Ø3мм с основным покрытием вести с постоянным током любой полярности.																
КМ36	Электроды покрытые УОНИ 13/55, Ø4мм					ГОСТ 9466 – 75											
РС37	Н2	2..4					26	120..180	4,54								
O38	После чего варятся заполняющие и облицовочный слои такими же электродами, но Ø4мм. Процесс сварки выполняется снизу																
O39	Зубило, металлическая щетка, молоток, роба.																
A40	1	2	2	035	Контроль					РД 03-606-03							
E41						3	Дефект	3	2	2	1						
OK													Операционная карта		60		

Приложение Б (обязательное)

		ГОСТ 3.1105-84	Форма 7
Дубль			
Взам			
Подл			
		ФЮРА.02190.186.1071	1
Разработ	Аверинев К.В.	ИШНКС ТПУ	ФЮРА.20190.001
Проверил	Гордынец А.С.		
Н. контр.	Гордынец А.С.	Сборка и сварка трубопровода	
		У	

Сборка 020

Сварка 025/030 $\phi 1020$

А – Карневой шов
 Б – Заполняющий шов 1
 В – Заполняющий шов 2
 Г – Заполняющий шов 3
 Д – Облицовочный шов

Порядок наложения слоев при сварке неповоротного стыка
 труб диаметром более 530 мм, при сварке основными
 электродами.

Процесс сварки осуществляется
 на подъем.

КЭ

