

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Ремонт нефтепровода методом наложения галтельной муфты УДК 621.791.052.3:622.692.4.053-049.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Куркин Дмитрий Игорьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец Антон Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН ШБИП	Жаворонок Анастасия Валерьевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2019 г.

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

Инже

нерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Отделение электронной инженерии
Направление 15.03.01 Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Першина А.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Куркин Дмитрий Игорьевич

Тема работы:

Ремонт нефтепровода методом наложения галтельной муфты	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019 г., №3649/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Ремонт нефтепровода методом наложения галтельной муфты.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1 Характеристики сварной конструкции 2 Описание применяемого способа сварки 3 Выбор сварочных материалов для ручной и дуговой сварки 4 Расчет режимов ручной дуговой сварки 5 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки 6 Технология ремонта дефектного участка нефтепровода 7 Технический контроль качества и исправление брака 8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 9 Социальная ответственность 10 Заключение
Перечень графического материала	1 Титульный лист 2 Общий вид конструкции 3 Цели и задачи 4 Сварочные материалы, оборудование и режимы сварки 5 Технология сварки 6 Технология сварки 7 Технология сварки 8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность; 9 Социальная ответственность 10 Вывод
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Жаворонок Анастасия Валерьевна

Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01 апреля 2019 г.
---	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец Антон Сергеевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Куркин Дмитрий Игорьевич		

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
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2019 г.	Аналитический обзор литературы	10
08.04.2019 г.	Характеристика материала изделия	10
15.04.2019 г.	Выбор способа сварки	10
22.04.2019 г.	Обоснование выбора сварочных материалов	10
30.04.2019 г.	Выбор сварочного оборудования	10
08.05.2019 г.	Разработка технологии сварки	10
16.05.2019 г.	Контроль качества сварных соединений	10
23.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
02.06.2019 г.	Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	К.Т.Н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец Антон Сергеевич	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н., доцент		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
31В41	Куркин Дмитрий Игорьевич

Институт	ИШНКБ	Отделение	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.01.03 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Сварочные материалы; Основная зарплата; Социальные цели; Электроэнергия; Ремонт оборудования.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Месячный должностной оклад сварщиков
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%);

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Потенциальные потребители результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование технического проекта	Формирование плана и графика разработки - определение структуры работ; - определение трудоемкости выполнения работ по проекту; - разработка графика.
3. Нормирование времени сварки и экономическая оценка сравниваемых способов сварки	Формирование операционных норм времени на сварки: - основное время на сварку; - вспомогательное время; - подготовительно-заключительное время; - штучное время; - штучно-калькуляционное время. Формирование текущих затрат на сварочные работы: - материальные затраты; - заработная плата; - отчисления во внебюджетные фонды; - амортизация оборудования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Жаворонок А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
31В41	Куркин Д.И.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Куркин Дмитрий Игорьевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.01.03 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является процесс ремонта нефтепровода диаметром 1220 мм толщиной стенки 16 мм при помощи галтельной муфты ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Рабочее место сварщика расположено на открытом воздухе. Трасса нефтепровода проходит в республике Саха (Якутия) Ленское Районное нефтепроводное управление участок трубы 1468-1646 обслуживаемый НПС13 "Чапаево". Местность равнинная. Климат умеренный.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при разработке технологии сварки и эксплуатации оборудования: – Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов – повышенный уровень шума на рабочем месте; – механические травмы; – неудовлетворительная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат и вентиляция рабочего места; – повышенный уровень напряженности электростатического поля; – электрическая опасность.
2. Экологическая безопасность	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– 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 отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1В41	Куркин Дмитрий Игорьевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 89 с., 3 рис., 31 табл., 32 источников, 12 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: муфта, сварочные работы, ремонт нефтепровода, ручная дуговая сварка, галтельная муфта.

Объектом исследования является технология ремонта трубопроводов 1220x16 мм способом наложения галтельной муфты.

Целью данного проекта является разработка технологического описания процесса ремонта участка нефтепровода методом наложения галтельной муфты ручной дуговой сваркой.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе “КОМПАС-3D V16” и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 89 p., 3 fig., 31 tab., 32 sources, 12 sheets of demonstration material (slides).

Key words: clutch, welding, oil pipeline repair, manual arc welding, fillet coupling.

The object of the research is the technology of repair of pipelines 1220x16 mm by applying the fillet coupling.

The goal of this project is to develop a technological description of the process of repairing a section of an oil pipeline using the method of imposing a fillet coupling by manual arc welding.

The graduation qualification work of the engineer was made in the text editor Microsoft Word 2016 and the graphic editor “KOMPAS-3D V16” and is presented on the CD-RW (in the envelope on the back of the cover).

Содержание

	С.
Введение	14
1 Характеристики сварной конструкции	15
1.1 Описание сварной конструкции	15
1.2 Материал сварной конструкции	16
1.3 Оценка технологической свариваемости материала	18
2 Описание применяемого способа сварки.....	20
3 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки	22
4 Расчёт режимов ручной дуговой сварки	25
5 Выбора основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки	32
6 Технология ремонта дефектного участка нефтепровода	34
6.1 Обнаружение дефектов в стенке трубопровода	34
6.2 Последовательность сварочно-ремонтных работ	34
7 Технический контроль качества и исправление брака.....	36
7.1 Квалификация сварщиков.....	36
7.2 Сварочные материалы.....	37
7.3 Визуальный контроль и обмер сварных соединений	38
7.4 Неразрушающий контроль.....	39
7.5 Ультразвуковой контроль.....	40
8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	44
8.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии	44
8.2 Планирование технического проектирования работ	45
8.2.1 Структура работ в рамках проектирования	45
8.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	45
8.2.3 Разработка проведения технического проектирования.....	45
8.3 Определение норм времени на сварку	49
8.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	55
8.4.1 Затраты на сварочные материалы.....	45

8.4.2 Затраты на заработную плату рабочих.....	45
8.4.3 Затраты на отчисления на социальные цели.....	45
8.4.4 Затраты на электроэнергию	45
8.4.5 Затраты на ремонт оборудования	45
8.4.6 Текущие затраты и расчет себестоимости сварочного шва	45
9 Социальная ответственность	61
9.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	61
9.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	61
9.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	61
9.2 Производственная безопасность.....	63
9.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	61
9.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	63
9.3 Экологическая безопасность.....	72
9.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	72
9.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	72
9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	74
9.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	74
9.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	74
Заключение	77
Список используемой литературы	77

Диск CD-R

На конверте на
обороте обложки

ФЮРА.470820.015 Презентация.

Файл Презентация Куркин.ppt в формате PowerPoint 2007
ФЮРА. 470820.015 Пояснительная записка.

Файл Диплом Куркин. docx в формате Word 2007
Графический материал:

Введение

В период, когда экономика страны переживает глубокий кризис, особенно актуальным кажется вопрос рационального использования материалов.

В настоящее время разрабатывается и строится много новых и производится ремонт старых магистральных и промысловых трубопроводов. При изготовлении, ремонте и монтаже нефтепроводов ручная дуговая сварка электродами с покрытием является одним из ведущих технологических процессов (60 %). Такой значительный объём применения РД в сравнении с другими способами объясняется простотой и надёжностью оборудования его универсальностью, маневренностью, возможностью вести сварку в труднодоступных местах.

Объектом исследования является технология ремонта трубопроводов 1220x16 мм способом наложения галтельной муфты.

Целью данного проекта является разработка технологического описания процесса ремонта участка нефтепровода методом наложения галтельной муфты ручной дуговой сваркой

Для решения задачи необходимо произвести расчет режимов сварки, сварочного оборудования и составить технологическую операционную карту ремонта.

1 Характеристики сварной конструкции

1.1 Описание сварной конструкции

Магистральный нефтепровод сооружается из стальных труб диаметром 720-1420 мм. Прокладка магистральных нефтепроводов бывает: подземная (на глубину 0,8–0,1 м до верхней образующей трубы); надземная – на опорах; наземная – в насыпных дамбах.

Трубы магистральные производятся из низколегированной горячекатаной, спокойной и полуспокойной стали, обладают повышенной коррозионной стойкостью и длительным сроком эксплуатации. [1]

Рассматривается ремонт кольцевого стыка нефтепровода с применением галтельной муфты. Галтельная муфта типа ПЗ применяется исключительно при ремонте дефектов сварных кольцевых швов. Состоит из двух полуобечеек, имеющих полость (галтель) (рисунок 1).

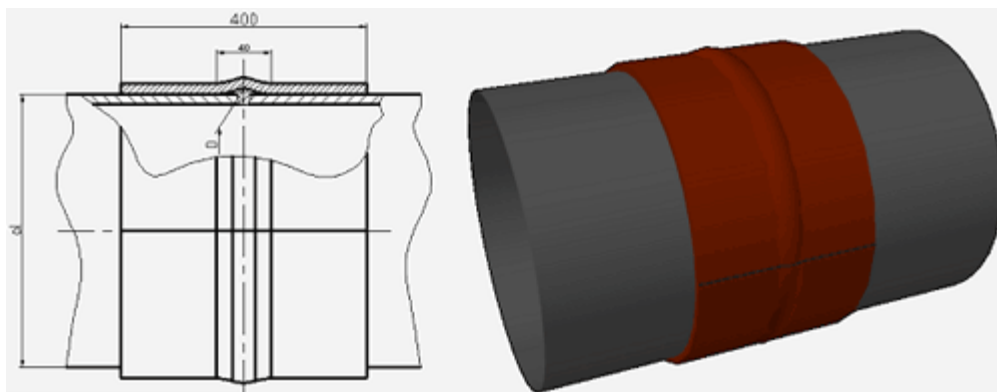


Рисунок 1 – Конструкция муфты

Способ применения: полуобечайки муфты свариваются между собой продольными швами, для предотвращения сплавления со стенкой трубопровода, муфты комплектуются подкладочными пластинами (4 шт). Основные параметры галтельной муфты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры муфты типа ПЗ

Диаметр трубопровода, мм	Толщина металла муфты, мм	Внутренний диаметр полости (галтели), мм
1220	16	1240

1.2 Материал сварной конструкции

Для изготовления галтельных муфт используется низколегированная конструкционная сталь 17Г1С. Сталь 17Г1С обладает гарантированными механическими характеристиками и химическим составом, высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению при низких температурах и повышенной коррозионной стойкости [3].

Легированными называются стали, содержащие специально введенные элементы. Марганец считается легирующим компонентом при содержании его в стали более 0,7% по нижнему пределу, а кремний свыше 0,4%. Поэтому углеродистые стали марок Ст3Гпс, 17Г1С с повышенным содержанием марганца соответствуют низколегированным конструкционным сталям. Легирующие элементы, вводимые в сталь, вступая во взаимодействие с железом и углеродом, изменяют ее свойства. Это повышает механические свойства стали и, в частности, снижает порог хладноломкости. В результате появляется возможность снизить массу конструкций.

Сталь 17Г1С низколегированная конструкционная кремнемарганцового типа. Микроструктура феррито-перлитная [3]. Наличие марганца в стали 17Г1С повышает ударную вязкость и хладноломкость, способствует уменьшению содержания кислорода в стали, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. Кремний вводится как раскислитель и упрочняющий элемент. По сравнению с другими низколегированными сталями данная сталь позволяет получить сварные соединения с более высокой прочностью при знакопеременных и ударных нагрузках.

При производстве сварных конструкций широко используют низкоуглеродистые низколегированные конструкционные стали. Суммарное содержание легирующих элементов в этих сталях обычно не превышает 4,0%, а углерода 0,25%. Химический состав стали, приведен в таблице 2.

Наличие марганца в сталях повышает ударную вязкость и хладноломкость, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. По

сравнению с другими низколегированными сталями марганцевые позволяют получить сварные соединения более высокой прочности при знакопеременных и ударных нагрузках. Введение в низколегированные стали небольшого количества меди (0,3–0,4%) повышает стойкость стали против коррозии атмосферной и в морской воде. Для изготовления сварных конструкций низколегированные стали используют в горячекатаном состоянии. Термообработка значительно улучшает механические свойства стали, которые, однако зависят от толщины проката. При этом может быть достигнуто значительное снижение порога хладноломкости [3].

Таблица 2 – Химический состав стали 17Г1С, % [4]

С	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	S	P
0,15-0,2	0,4-0,6	1,15-1,6	до 0,3	до 0,3	до 0,3	до 0,04	до 0,035

Повышение прочности низколегированных сталей достигается легированием их элементами, которые растворяются в феррите и измельчают перлитную составляющую. Наличие этих элементов при охлаждении тормозит процесс распада аустенита и действует равносильно некоторому увеличению скорости охлаждения. Поэтому при сварке в зоне термического влияния при повышенных скоростях охлаждения могут образовываться закалочные структуры. Металл, нагревавшийся до температур значительно будет иметь более грубозернистую структуру.

Качество и свойства материалов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и подтверждаться сертификатами поставщиков. При отсутствии или неполноте сертификата, или маркировки изготовитель труб должен провести все необходимые испытания с оформлением их результатов протоколом, дополняющим или заменяющим сертификат поставщика материала.

В сертификате должен быть указан режим термообработки полуфабриката на предприятии-изготовителе.

Механические характеристики стали [4], приведены в таблице 3, где

- σ_T – предел текучести;
- σ_B – временное сопротивление разрыву;
- δ_5 – относительное удлинение.

Таблица 3 – Механические свойства стали 17Г1С при температуре 20 С°

σ_B , МПа	σ_T , МПа для толщин до 20 мм	δ_5 , %, для толщин до 20 мм
520	360	23

Данная сталь содержит пониженное количество серы и фосфора, применяется для изготовления сварных конструкций в основном в состоянии поставки (горячекатаном) и в меньшем объёме после термической обработки (нормализации). Работы по термическому упрочнению этих сталей (закалка с отпуском). [4]

1.3 Оценка технологической свариваемости материала

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

Свариваемость металла зависит от его химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов, как указано в [3].

Большое влияние на свариваемость металлов и сплавов оказывает их химический состав. Свариваемость углеродистой стали изменяется в зависимости от содержания основных примесей. Углерод является, наиболее важным элементом в составе стали, определяющим почти все основные свойства стали в процессе обработки, в том числе и свариваемость. С увеличением содержания углерода в стали свариваемость ухудшается. В околошовных зонах появляются закалочные структуры и трещины, а шов получается пористым. Поэтому для получения качественного сварного соединения возникает необходимость применять различные технологические приемы [3].

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали, известного химического состава является эквивалентное содержание углерода. Воспользуемся методикой определения полного эквивалента углерода [3] для определения необходимого подогрева:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p, \quad (1)$$

где C_s – химический эквивалент углерода;

C_p – размерный эквивалент углерода.

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле [3]:

$$C_s = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}, \quad (2)$$

$$C_s = 0,17 + \frac{1,4}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2} = 0,52 \%,$$

где C, Mn, Cr, Ni, Cu, P – процентное содержание легирующих элементов в металле шва (см. таблицу 2).

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_s = 0,005 \cdot 16 \cdot 0,52 = 0,042 \%, \quad (3)$$

где δ – толщина свариваемой стали, мм.

Находим полный эквивалент углерода:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p = 0,52 + 0,042 = 0,562 \%.$$

Полный эквивалент углерода $C_s \leq 0,45$, следовательно, требуется подогрев.

Необходимая для подогрева температура определяется по формуле:

$$T_n = 350 \cdot \sqrt{\Sigma C_s - 0,25} = 350 \cdot \sqrt{0,562 - 0,25} = 195 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Стали с содержанием до 0,2% C имеют высокую критическую скорость охлаждения при закалке, поэтому после сварки в наплавленном металле и зоне термического влияния не образуются структуры подкалки [3].

2 Описание применяемого способа сварки

Согласно документу, РД-23.040.00-КТН-386-09 «Технология ремонта магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов с давлением до 6,3 МПа», для ремонта трубопровода применяются следующие виды сварки: ручная дуговая сварка (заварка) электродами с основным видом покрытия; механизированная сварка самозащитой проволокой; механизированная сварка сплошной электродной проволокой в защитных газах [17].

Наибольшее применение находит ручная дуговая сварка покрытыми электродами, т.к. она отличается универсальностью процесса и простотой оборудования.

При этом способе выполняется газоплазменная защита расплавленного металла от взаимодействия с воздухом. Кроме того, шлаки позволяют проводить необходимую металлургическую обработку металла в ванне. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств шва при выполнении соединений на разных металлах для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований [5].

При сварке покрытыми электродами перемещение электрода вдоль линии сварки и подачу электрода в зону дуги по мере его плавления осуществляют вручную. При этом возникают частые изменения длины дуги, что отражается на постоянстве основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока. С целью поддержания более стабильного теплового режима в ванне при ручной дуговой сварке применяют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками.

Кроме источника питания дуги основным инструментом сварщика при ручной сварке покрытыми электродами является электрододержатель, предназначенный для крепления электрода, подвода к нему сварочного тока и

возможности манипулирования электродом в процессе сварки. По способу закрепления электро-держатели разделяют на вилочные, пружинные, зажимные [5].

Рациональная область применения дуговой сварки покрытыми электродами — изготовление конструкций из металлов с толщиной соединяемых элементов более 2 мм при небольшой протяженности швов, расположенных в труднодоступных местах и различных пространственных положениях.

Достоинства:

- Возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;
- Большой спектр свариваемых материалов;
- Значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- Низкая производительность;
- Самый тяжелый способ по технике исполнения;
- Многофакторность качества.

Попытка автоматизировать сварку покрытыми электродами не увенчалась успехом. Невысокая производительность обусловлена малыми допустимыми значениями плотности тока. Для увеличения производительности используют сварку погружённой дугой, гребёнкой, пучком электродов или применяют электроды с железным порошком в покрытии [5].

3 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки

Для ремонтных работ должны применяться материалы, включённые в реестр ПАО Транснефть.

LB-52U (ЛБ 52У) - сварочный электрод с пониженным содержанием водорода, что позволяет значительно улучшить характеристики сварного шва. Использование данного электрода позволяет получить отличный наплавленный металл шва и аккуратный корневой чешуйчатый валик без дефектов при сварке с одной стороны соединения. Электрод LB 52U обеспечивает высокую ударную вязкость и его часто используют для сварки труб, морских конструкций и сооружений типа резервуаров, которые необходимо сваривать только, с одной стороны. Обеспечивает намного лучшую стабилизацию дуги и проплавление, чем другие низководородные электроды.

Назначение: электроды LB-52U (ЛБ 52 У) предназначены для сварки труб из сталей прочностных классов до K54 включительно и от K55 до K60 включительно. Электроды LB-52U аттестованы НАКС (Национальной Ассоциацией Контроля Сварки) и рекомендованы ВНИИСТ для использования при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. Электрод с покрытием основного типа для односторонней ручной дуговой сварки труб и ответственных конструкций из углеродистых сталей прочностью до 588 МПа.

OK 53.70 – широко известный высококачественный сварочный электрод с покрытием основного вида и с низким содержанием водорода Разработан для односторонней сварки трубопроводов и других ответственных конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей. Отличается большой глубиной проплавления, дает плоский шов с легко удаляемым шлаком. Обеспечивает высокое качество сварки корневого прохода с формированием обратного валика. Хорошо сбалансированная шлаковая система обеспечивает стабильное горение дуги и позволяет легко вести сварку во всех пространственных положениях.

Назначение: предназначен для сварки и ремонта корневого слоя шва стыков труб из сталей с нормативным пределом прочности до 588 МПа (API X 70) включительно, так же может быть использован для сварки и ремонта заполняющих и облицовочного слоев шва стыков труб из сталей с нормативным пределом прочности до 529 МПа (API X 60) включительно

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

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

Таблица 4 – Химический состав наплавленного металла, %

Марка	C	Mn	Si	S	P
УОНИ-13/55	0,10	0,7	0,25-0,35	0,03-0,04	0,035
LB-52U	0,06	1,02	0,51	0,006	0,011
ОК 53.70	0,06	1,1	0,4	0,015	0,015

Таблица 5 – Механические свойства наплавленного металла

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
УОНИ-13/55	350	500	25-28	70-75
LB-52U	446	540	34	71
ОК 53.70	440	530	30	70

Таблица 6 – Прокалка перед сваркой

Марка электрода	Температура прокалки, С ⁰	Время прокалки, ч
УОНИ-13/55	350-400	1-2

LB-52U	300-350	0,5-1
OK 53.70	300	1

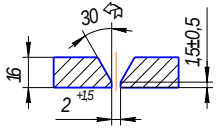
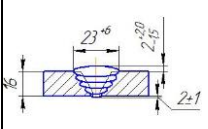
Из сравнительной характеристики электродов можно сделать вывод, что электроды LB 52U и OK 53.70 обладают лучшими химическими и механическими свойствами, имеют меньшую температуру и время прокали, по сравнению с электродами УОНИ-13/55. К тому же данные электроды можно использовать для сварки, как на переменном, так и на постоянном токе. Поэтому для нашей конструкции выбираем электрод марки LB 52U для сварки корневого слоя шва, электрод OK 53.70 для сварки заполняющего и облицовочного слоев шва.

4 Расчёт режимов ручной дуговой сварки

Галтельной муфта собирается из двух обечаек, при этом свариваются два продольных (С17) и два кольцевых шва (Н1) муфты.

Расчет режимов сварки следует начать с определения геометрического строения шва (таблица 7).

Таблица 7 – Конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 16037-80 [9]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		b		c		e		g	
	Подготовка кромок сварных деталей	Шва сварного соединения	Номин мм.	Номин мм.	Гредел откл. мм.	Гредел откл. мм.	Номин мм.	Гредел откл. мм.	Номин мм.	Гредел откл. мм.
C17			2	+1 -2	1	±1	23	+6	2	+2 -1,5

Расчет режимов сварки производится согласно методике, изложенной в [10]. Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла.

Площадь наплавленного металла рассчитывается следующим образом [10]:

$$F_H = h^2 \times \operatorname{tg} 30 + b \times S + 0,73 \times g \times e, \quad (5)$$

где h , b , S , g , e – геометрические параметры разделки, определяемые в соответствии с ГОСТ 16037-80, тогда подставим значения в формулу (5), получим:

$$F_H = 14,5^2 \times \operatorname{tg} 30 + 2 \times 16 + 0,73 \times 2 \times 23 = 187 \text{ мм}^2.$$

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов найдем по формуле [10]:

$$F = 0,73 \times e \times (S + g) = 0,73 \times 23 \times (2 + 16) = 302 \text{ мм}^2. \quad (6)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{пп} = F - F_H = 302 - 187 = 115 \text{ мм}^2 \quad (7)$$

Первый проход выполняем электродом диаметром LB 52U Ø3 мм; все последующие проходы выполняем электродами ОК 53.70 диаметром 4 мм.

При сварке швов стыковых соединений площадь поперечного сечения металла, наплавляемого за один проход, при которой обеспечиваются оптимальные условия формирования, должна составлять не более 30 мм² для первого прохода (при сварке корня шва) и не более 40 мм² для последующих проходов.

Воспользуемся формулой, описанной в [10], для определения первого прохода:

$$F_1 = (6...8) \times d_э = 8 \times 3 = 24 \text{ мм}^2, \quad (8)$$

принимаем $F_1 = 24 \text{ мм}^2$.

Для определения последующих проходов [10]:

$$F_n = (8...12) \times d_э = 11 \times 4 = 44 \text{ мм}^2. \quad (9)$$

принимаем $F_n = 44 \text{ мм}^2$.

Число проходов рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{F_H - F_1}{F_n} + 1 = \frac{187 - 24}{44} + 1 = 4,7, \quad (10)$$

назначаем пять проходов.

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока [10]:

$$I_{св} = \frac{\pi \times d_э^2}{4} \times j, \quad (11)$$

где $d_э$ - диаметр электродного стержня, мм;

j – допускаемая плотность тока, А/мм².

Для корневого слоя электроды диаметра 3 мм силу сварочного тока по формуле (20) [10]:

$$I_{св} = \frac{3,14 \times 3^2}{4} \times (13...18,5) = 92...131 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 90 \text{ А}$, так как сварка корня самое ответственное место, то не рекомендуется использовать большие значение силы сварочного тока.

Для заполняющего и облицовочного слоев электроды диаметра 4 мм силу сварочного тока по формуле [10]:

$$I_{св} = \frac{3,14 \times 4^2}{4} \times (10 \dots 14,5) = 126 \dots 182 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 160 \text{ А}$.

Для приближённого расчёта напряжения на дуге воспользуемся выражением [10]:

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \times I_{св}. \quad (12)$$

Для сварки корневого слоя шва согласно формуле (12):

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \times 160 = 26 \text{ В},$$

принимаем $U_{\delta} = 24 \text{ В}$.

Для сварки заполняющего и облицовочного слоев шва согласно формуле (12):

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \times 160 = 26,4 \text{ В},$$

принимаем $U_{\delta} = 27 \text{ В}$.

Скорость дуговой сварки покрытыми электродами обычно задается и контролируется косвенно по необходимым размерам получаемого шва и может быть определена по формуле [10]:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_n}, \quad (13)$$

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 (22) и получаем:

для сварки корневого слоя шва:

$$V_{св} = \frac{9,5 \times 90}{3600 \times 7,8 \times 20 \times 10^{-2}} = 0,15 \text{ см / с} = 5,4 \text{ м / ч};$$

для сварки заполняющего и облицовочного слоев шва:

$$V_{св} = \frac{9,5 \times 160}{3600 \times 7,8 \times 35 \times 10^{-2}} = 0,16 \text{ см / с} = 5,8 \text{ м / ч}.$$

Сварку осуществляем, как показывает расчет, с одинаковой скоростью на всех слоях шва.

Значение погонной энергии определяет количество энергии, вводимое в единицу длины шва (Дж·с/см) [10].

$$q_n = \frac{q_{эф}}{V_{св}} = \frac{I_{св} \times U_{д} \times \eta_u}{V_{св}}, \quad (14)$$

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

$I_{св}$ – ток сварочной дуги, А;

$U_{д}$ – напряжений на дуге, В;

η_u – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для дуговых методов сварки находится в пределах 0,6...0,9: покрытыми электродами на постоянном токе 0,75...0,85;

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

Подставляем значения в формулу (23) и получаем:

для сварки корневого слоя шва:

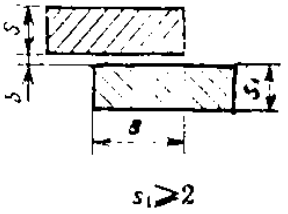
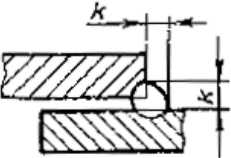
$$q_n = \frac{90 \times 24 \times 0,8}{0,15} = 11520 \text{ Дж / см};$$

для сварки заполняющего и облицовочного слоев шва:

$$q_n = \frac{160 \times 27 \times 0,8}{0,16} = 21600 \text{ Дж / см}.$$

Расчет режимов сварки нахлесточного соединения (Н1) следует начать с определения геометрического строения шва (таблица 8).

Таблица 8 – Конструктивные элементы сварного соединения

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		b		B	S
	Подготовка кромок сварных деталей	Шва сварного соединения	Номин, мм.	Предел. отклонение, мм.		
H1			0	+2,0	12-100	Св.10 до 29

Для определения числа проходов при сварке угловых тавровых и нахлесточных соединений общая площадь поперечного сечения, наплавленного вычисляется по формуле:

$$F_n = \frac{K_y \cdot K^2}{2}, \quad (15)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла, мм;

K – катет шва, мм;

K_y – коэффициент, учитывающий усилие шва выбирают в зависимости от катета шва [3]: $K_y=1,25$.

Тогда подставив значения в формулу (15), получим:

$$F_n = \frac{1,15 \cdot 16^2}{2} = 130 \text{ мм}^2.$$

Т.к. данный объем металла нельзя наплавить за один проход, определяем количество проходов по следующей формуле:

$$n = \frac{F_n}{F_n}, \quad (16)$$

где F_n – площадь наплавленного за один проход.

$$F_n = (8...12) \cdot d_s = (8...12) \cdot 3 = 24...36 \text{ мм}^2, \quad (7)$$

принимаем $F_n = 30 \text{ мм}^2$.

Тогда по формуле (16) получаем:

$$n = \frac{130}{30} = 4,3,$$

принимаем $p=5$, сварку осуществляем за пять проходов.

Сила сварочного тока при ручной дуговой сварке определяется в зависимости от диаметра электрода и допускаемой плотности тока:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_{\text{э}}^2}{4} \cdot j, \quad (17)$$

где $d_{\text{э}}$ – диаметр электрода мм ;

j – допускаемая плотность тока А/мм^2 [4].

Тогда подставив все известные значения в формулу (17), получаем:

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 9}{4} \cdot 14 = 99 \text{ А},$$

принимаем силу тока $I_{св} = 100 \text{ А}$.

Напряжение дуги:

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,04 \cdot I_{св} = 20 + 0,04 \cdot 100 = 24 \text{ В}. \quad (18)$$

Скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{\text{н}}}, \quad (19)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки выбранных электродов, $(\text{г/А} \times \text{ч})$;

γ – плотность наплавленного металла равная $7,8 \text{ г/см}^3$;

F – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см^2 ;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

Тогда используя формулу (19) найдем скорость сварки для одного прохода:

$$V_{св} = \frac{10 \cdot 100}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,3} = 0,12 \text{ см / с} = 4,3 \text{ м / ч}.$$

Погонная энергия:

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{н}}}{V_{св}}, \quad (20)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$U_{\text{д}}$ – напряжение дуги, В;

$V_{св}$ – скорость сварки;

$\eta_{\text{и}}=0,8-0,85$ - эффективный КПД для дуговых методов.

Тогда используя формулу (20) найдем значение погонной энергии:

$$q_n = \frac{100 \cdot 24 \cdot 0,8}{0,12} = 16000 \text{ Дж / см} .$$

5 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки

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

- обеспечение возможности ручной дуговой сварки электродами с различным типом покрытия, применяемыми в трубопроводном строительстве;
- устойчивая работа источника при ручной дуговой сварке во всем диапазоне рабочих токов, в том числе при минимальных, начиная с 40 А;
- возможность регулирования внешних вольтамперных характеристик и настройки тока короткого замыкания в зависимости от типа покрытия электрода при сварке различных слоев шва и в разных пространственных положениях;
- высокие динамические свойства, обеспечивающие время перехода от короткого замыкания к рабочему режиму не более 0,01 секунды;
- наличие малогабаритных дистанционных регуляторов сварочного тока, удобно размещаемых в руке сварщика и обеспечивающих возможность регулирования тока, не обрывая дуги;
- эффективное регулирование сварочного тока с пульта дистанционного управления при длине кабеля подключения до 40 метров;
- возможность использования источников тока в составе передвижных и самоходных агрегатов при пониженном качестве автономной электросети переменного тока, характерного для сетей ограниченной мощности;
- возможность эксплуатации источников в диапазоне температур от минус 40 °С до плюс 40 °С;
- номинальный сварочный ток при ПВ = 60 % должен составлять не менее 250 А.

Учитывая, что источники сварочного тока могут использоваться как стационарно, так и в составе автономных агрегатов питания, к ним предъявляются дополнительные требования по стойкости к воздействию

внешних климатических и механических факторов:

- степень защиты IP23 по ГОСТ 14254-96 [11];
- относительная влажность окружающей среды 80 % при $t = 20^{\circ}\text{C}$;

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами выбираем многопостовой сварочный выпрямитель LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400.

Надежный универсальный источник питания для сварки в защитном газе, порошковой проволокой, сварки под флюсом, РДС, аргонодуговой сварки на постоянном токе и дуговой строжки. Встроенные ампер- и вольтметр позволяют контролировать ключевые параметры сварки. Регуляторы индуктивности и форсирования дуги позволяют оператору быстро настроить аппарат для текущей задачи.

Система регулировки параметров сварки постоянно контролирует пинч-эффект дуги, чтобы ограничить разбрызгивание, обеспечить текучесть металла и хороший внешний вид шва при сварке в защитном газе или порошковой проволокой.

Основные технические характеристики выпрямителя LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400 представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики выпрямителя LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400

Параметр	IDEALARC DC-400
Климатическое исполнение, категория размещения	У3, Т3
Напряжение питающей сети, В	230\400
Частота питающей сети, Гц	50-60
Номинальный сварочный ток, А	400
ПВ, %	100
Потребляемый ток, А	77\45
Диапазон сварочного тока, А	60-500
Габаритные размеры, мм	698×566×840
Масса, кг	215

6 Технология ремонта дефектного участка нефтепровода

6.1 Обнаружение дефектов в стенке трубопровода

Обнаружение дефектов в стенке трубопровода реализуется следующими "интеллектуальными" снарядами-дефектоскопами.

Дефектоскоп магнитный трубный ДМТ – для определения дефектов потери металла, дефектов геометрии трубы, продольных трещин и других.

Дефектоскоп магнитный трубный поперечного намагничивания ДМТП – для определения дефектов потери металла, дефектов геометрии трубы, поперечных трещин и других.

Запуски внутритрубных инспекционных снарядов выявили следующие дефекты:

- дефекты геометрии;
- дефекты стенки трубы;
- дефекты сварного шва;
- комбинированные дефекты;
- недопустимые конструктивные элементы. [18]

Методика ремонта дефектного участка нефтепровода изложена в [19,20].

После обнаружения дефектов производится перекрытие участка трубопровода. Длина участка составляет 30 км (рисунок 2).

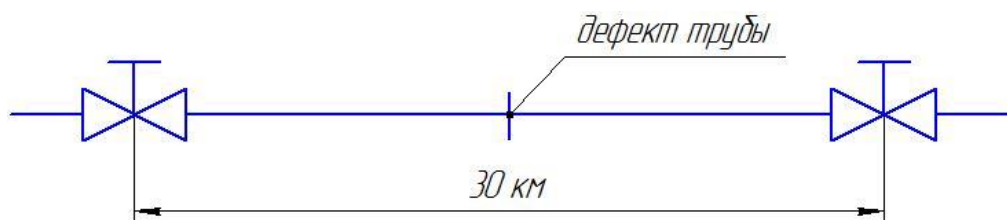


Рисунок 2 – Участок нефтепровода

На место обнаружения дефекта выезжает бригада УАВР.

6.2 Последовательность сварочно-ремонтных работ

Сборка и сварка стальных полноохватных муфт должна выполняться в следующем порядке:

- сборка полумуфт на трубе и сварка продольного шва, включающая:

- 1) сборку полумуфт на трубе с помощью наружных центраторов;
- 2) подгонку (в случае необходимости) муфты к трубе путем доработки продольной кромки одной из полумуфт;
- 3) предварительный и сопутствующий (в процессе сварки) подогрев свариваемых кромок полумуфт;
- 4) сварку корневого слоя продольных швов полумуфт;
- 5) сварку заполняющих и облицовочного слоев шва;
- 6) визуальный и измерительный контроль продольных стыковых швов полумуфт.

- приварка муфты к трубе, включающая:

- 1) установку нагревательных элементов на муфты в зоне кольцевых угловых швов приварки муфты к трубе (в случае использования);
- 2) просушку поверхности трубы на участке выполнения кольцевых угловых швов;
- 3) предварительный и сопутствующий (в процессе сварки) подогрев свариваемых кромок муфты;
- 4) выполнение кольцевых угловых швов приварки муфты к трубе;
- 5) остывание сварного соединения;
- 6) визуальный и измерительный контроль выполненных кольцевых угловых сварных швов.

Операционная технологическая карта сборки и сварки ремонтной галтельной муфты представлена в приложении А.

7 Технический контроль качества и исправление брака

Технический контроль качества и исправление брака выбирается в соответствии с требованиями указанными в [16, 17].

В процессе изготовления, монтажа и ремонта необходимо осуществлять систематический контроль качества сварочных работ и сварных соединений, предварительный контроль (включая входной контроль), операционный контроль и приемочный контроль сварных соединений.

Для обеспечения требуемого уровня качества необходимо производить:

- проверку квалификации сварщиков;
- контроль исходных материалов, труб и трубных заготовок, запорной и распределительной арматуры (входной контроль);
- систематический операционный (технологический) контроль, осуществляемый в процессе сборки и сварки;
- визуальный контроль (внешний осмотр) и обмер готовых сварных соединений (для сварных соединений, выполненных двусторонней автоматической сваркой под слоем флюса - дополнительно по макрошлифам);
- проверку сварных швов неразрушающими методами контроля.

7.1 Квалификация сварщиков

К прихватке и сварке стыков трубопроводов в случае применения дуговых методов допускаются сварщики, окончившие специализированные профессионально-технические училища или курсы (школы), имеющие установленной формы удостоверение и аттестованные для сварки соответствующей группы труб по диаметру и (или) соответствующего спецсоединения (технологические трубопроводы диаметром менее 89 мм, захлесты, разнотолщинные элементы, прямые врезки, тройниковые соединения, заварка технологических отверстий).

Аттестацию и проверку квалификации сварщиков осуществляет постоянно действующая комиссия треста под председательством его главного инженера. В состав комиссии должны быть включены инженерно-

технические работники служб сварки, контроля, охраны труда и техники безопасности, а также представители профсоюзной организации.

Комиссия проводит аттестацию и проверку квалификации сварщиков в случаях, объемах и с использованием методик, определяемых требованиями ВСН 006-89 [23].

7.2 Сварочные материалы

Для проведения сварочных работ на строительстве магистральных и промысловых трубопроводов допускается применение электродов, флюсов, проволок, защитных газов только тех марок, которые регламентируются требованиями [23].

Все поступающие на участок централизованного хранения и подготовки к использованию сварочные материалы подвергают количественному и качественному контролю.

Контроль сварочных материалов осуществляют работники специализированной службы входного контроля или комиссия, в состав которой входят представители монтажной организации, сварочной службы или ПИЛ (включая сварщика, выполняющего технологические пробы) отдела снабжения.

При определении качества сварочных материалов устанавливают: наличие сертификатов на каждую партию и марку материалов, а также соответствие маркировки и условного обозначения сварочных материалов в сертификате и на этикетке упаковки; состояние упаковки; состояние поверхности покрытия электродов; состояние поверхности сварочной проволоки; однородность и цвет зерен флюса и т.д.

Сварочные материалы, которые по результатам входного контроля не соответствуют требованиям нормативных документов, признают некачественными, и на них составляется акт в соответствии с положениями [23].

7.3 Визуальный контроль и обмер сварных соединений

Все (100%) сварные соединения труб, труб с деталями трубопроводов, арматурой и т.д. после их очистки от шлака, грязи, брызг металла, снятия грата подвергают визуальному контролю и обмеру.

Визуальный контроль и обмер производят работники службы контроля (ПИЛ, специализированных управлений по контролю и т.п.). [22]

При осмотре сварного соединения:

- проверяют наличие на каждом стыке клейма сварщика, выполнявшего сварку. Если сварку одного стыка выполняли несколько сварщиков, то на каждом стыке должно быть проставлено клеймо каждого сварщика в данной бригаде, или одно клеймо, присвоенное всей бригаде;

- проверяют наличие на одном из концов каждой плети ее порядкового номера;

- убеждаются в отсутствии наружных трещин, незаплавленных кратеров и выходящих на поверхность пор.

Примечание. Клеймо сварщика (бригады) и порядковый номер плети (секции) на трубы из сталей с нормативным пределом прочности до 55 кгс/мм² допускается наносить сваркой электродами с основным покрытием, а на трубы из сталей с нормативным пределом прочности 55 кгс/мм² и более - только несмываемой краской. [22]

По результатам обмера сварные соединения, выполненные дуговыми методами, должны удовлетворять следующим требованиям:

- величина наружного смещения кромок не должна превышать допустимых значений;

- глубина подрезов не должна превышать допустимых значений;

- усиление внешнего и внутреннего швов должно иметь высоту не менее 1,0 мм и не более 3,0 мм и плавный переход к основному металлу;

- сварной шов облицовочного слоя должен перекрывать основной металл: при ручной сварке - на 2,5-3,5 мм;

при сварке порошковой проволокой - на 1,5-3,5 мм.

В случае отклонения геометрических параметров сварных швов от значений сварку необходимо остановить, отладить оборудование и скорректировать режимы сварки, а 199 стыков, предшествующих вырезанному, считают годными, если по результатам неразрушающего контроля в них отсутствуют недопустимые дефекты [23].

7.4 Неразрушающий контроль

Сварные соединения трубопроводов, выполненные дуговыми методами сварки, которые по результатам визуального контроля и обмера отвечают требованиям предыдущих пунктов, а также требованиям ВСН 006-89, подвергают неразрушающему контролю.

Заключения, радиографические снимки, зарегистрированные результаты ультразвуковой дефектоскопии, магнитные ленты и диаграммы фактического режима стыковой сварки оплавлением хранятся в производственной испытательной лаборатории (ПИЛ) до сдачи трубопровода в эксплуатацию.

К проведению неразрушающего контроля допускаются дефектоскописты, окончившие специализированное профессионально-техническое училище, техникум по соответствующей специальности или курсы по подготовке дефектоскопистов, имеющие документ об окончании учебного заведения и (или) удостоверение установленной формы [23].

Заключение о качестве проконтролированных соединений имеют право выдавать и подписывать дефектоскописты и инженерно-технические работники, аттестованные по категории "В" в соответствии с требованиями "Положения об аттестации дефектоскопистов". [24]

Дефектоскописты и инженерно-технические работники подразделений контроля должны проходить повторную аттестацию (переаттестацию). Повторная аттестация (переаттестация) проводится:

- периодически, не реже одного раза в 12 мес.;
- при перерыве в работе свыше 6 мес.

В удостоверении должны быть пометки о прохождении аттестации или вкладыши установленной формы.

Методы и объемы неразрушающего контроля определяются проектом и в зависимости от назначения и диаметра трубопровода, проектного давления транспортируемой по нему среды, а также категории трубопровода и (или) его участков могут быть выбраны по таблице 10.

Таблица 10 – Объемы неразрушающего контроля [22]

Рабочее давление Р, МПа	Условный Диаметр Ду, мм	Категория трубопровода и его участков, условия прокладки	Количество сварных соединений, подлежащих неразрушающему контролю, %				
			всего	Радиографический, не менее	Ультразвуковой	Магнитогрaфический	Контроль на герметичность
>10	57-1420	В	100	50	Остальное	-	-
		І	100	25		-	-

7.5 Ультразвуковой контроль

Ультразвуковой контроль сварных соединений трубопроводов осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86 [26].

Контроль может осуществляться в ручном, механизированном или автоматизированном вариантах.

Для ручного контроля и контроля в механизированном варианте сканирования следует применять ультразвуковые эхо-импульсные дефектоскопы и интроскопы УД-11ПУ, УД-12ПУ, УИ-70 или другие (в том числе импортные), близкие указанным по своим техническим характеристикам.

Для автоматизированного контроля должно применяться оборудование отечественного и (или) зарубежного производства, по своим техническим характеристикам обеспечивающее выявление всех недопустимых дефектов.

Поверхность сварного соединения, подлежащего ультразвуковому контролю, должна быть с обеих сторон шва очищена от брызг металла, шлака, окалины, грязи, льда и снега [23].

Подготовленные для контроля поверхности непосредственно перед прозвучиванием необходимо тщательно протереть ветошью и покрыть слоем контактной смазки. В качестве смазки в зависимости от температуры окружающей среды применяют:

- при температурах выше плюс 25°C - солидол, технический вазелин;
- при температурах от плюс 25 до минус 25°C - моторные и дизельные масла различных марок, трансформаторное масло и т.п.;
- при температурах ниже минус 25°C - моторные и дизельные масла, разбавленные до необходимой консистенции дизельным топливом.

Допускается применение в качестве контактных смазок других веществ (специальные пасты, глицерин, обойный клей и др.) при условии обеспечения стабильного акустического контакта при заданной температуре контроля.

Контролируемое соединение следует прозвучивать, как правило, прямым и однократно отраженным лучом.

В ручном варианте контроля прозвучивание сварного соединения выполняют по способу продольного и (или) поперечного перемещения преобразователя при постоянном или автоматически изменяющемся угле ввода луча.

При механизированном и автоматизированном контроле способ сканирования определяется конструкцией акустической системы применяемого оборудования.

При обнаружении дефекта производят определение следующих его характеристик:

- амплитуду эхо-сигнала от дефекта;
- наибольшую глубину залегания дефекта в сечении шва;
- условную протяженность дефекта;

- суммарную условную протяженность дефектов на оценочном участке. Суммарную условную протяженность дефектов на оценочном участке (в мм) определяют как сумму условных протяженностей дефектов, обнаруженных на этом участке [23].

Дефекты сварных соединений по результатам ультразвукового контроля относят к одному из следующих видов:

- непротяженные (одиночные поры, компактные шлаковые включения);
- протяженные (трещины, непровары, несплавления, удлиненные шлаки);
- цепочки и скопления (цепочки и скопления пор и шлака).

К непротяженным относят дефекты, условная протяженность которых не превышает значений, указанных в таблице 11. Этими дефектами могут быть одиночные поры или неметаллические включения.

Таблица 11 – Протяженность дефектов [23]

Толщина стенки контролируемого соединения, мм	Условная протяженность дефекта, мм
12,0-25,5	15

К протяженным относят дефекты, условная протяженность которых превышает значения, указанные в таблице 11. Этими дефектами могут быть одиночные удлиненные неметаллические включения и поры, непровары (несплавления) и трещины.

Цепочкой и скоплением считают три и более дефекта, если при перемещении искателя соответственно вдоль или поперек шва огибающие последовательностей эхо-сигналов от этих дефектов при поисковом уровне чувствительности пересекаются (не разделяются). В остальных случаях дефекты считают одиночными.

По результатам ультразвукового контроля годным считают сварное соединение, в котором отсутствуют:

- непротяженные дефекты, амплитуда эхо-сигнала от которых превышает амплитуду эхо-сигнала от контрольного отражателя в СОП, или суммарная условная протяженность которых в шве превышает $1/6$ периметра этого шва;

- цепочки и скопления, для которых амплитуда эхо-сигнала от любого дефекта, входящего в цепочку (скопление), превышает амплитуду эхо- сигнала от контрольного отражателя в СОП или суммарная условная протяженность дефектов, входящих в цепочку (скопление), более 30 мм на любые 300 мм шва;
- протяженные дефекты в сечении шва, амплитуда эхо - сигнала от которых превышает амплитуду эхо-сигнала от контрольного отражателя в СОП, или условная протяженность которых более 50 мм, или суммарная условная протяженность которых более 50 мм на любые 300 мм шва;
- протяженные дефекты в корне шва, амплитуда эхо-сигналов от которых превышает амплитуду эхо-сигналов от контрольного отражателя в СОП или условная протяженность такого дефекта превышает $1/6$ периметра шва.

Результаты ультразвукового контроля оформляют в виде заключения установленной формы. К заключению должна быть приложена схема проконтролированного соединения с указанием на ней мест расположения выявленных дефектов [23].

8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сварки трубы диаметром 1220 мм толщиной стенки 16 мм ручной дуговой сваркой.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- провести расчет норм времени на сварку;
- рассчитать смету технического проекта;

8.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Выпускная квалификационная работа по теме «» выполняется для организации «Ленское РНУ» ООО «Транснефть-Восток». Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Суть работы заключается в разработке процесса сварки труб ручной дуговой сваркой. Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Отрасль		
		Нефтяная	Коммунальная	Газовая
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			
Уровень потребления продукции	Высокий			
	Средний			
	Низкий			

ЖКХ		ПАО Транснефть		ПАО Газпром	
-----	--	----------------	--	-------------	--

Из таблицы видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании нефтяной и газовой отраслей с высоким и средним уровнем использования на объектах трубопроводов. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

8.2 Планирование технического проектирования работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения работ.

8.2.1 Структура работ в рамках проектирования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 13:

№ 1 – Ознакомление с производственной документацией – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к проекту, составление задания и плана;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 – Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия – расчет электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм;

№ 4 – Построение картограммы нагрузок и определение ЦЭН – выбор конфигурации схемы электроснабжения, расчет суммарных электрических нагрузок;

№ 5 – Выбор трансформаторов подстанций – выбор защитной аппаратуры, подбор трансформаторов согласно картограммы нагрузок;

№ 6 – Расчет внутризаводской сети предприятия – построение схемы внутризаводского электроснабжения с расчетом и нанесением картограммы нагрузок по заводу, построение схемы внутрицехового электроснабжения.

№ 7 – Моделирование электроснабжения площадки сбора руды – создать модель электроснабжения ремонтно-механического цеха инструментального завода с использованием профильных САПР.

№ 8 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсо- и энергоэффективности;

№ 9 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

№ 10 – Проверка выпускной квалификационной работы руководителем - в рамках учебно-практической работы, включает в себя окончательную проверку руководителем, устранение недочетов дипломником.

№ 11 – Подготовка к защите ВКР – подготовка презентации, согласование с преподавателем для защиты перед аттестационной государственной комиссией.

Таблица 13 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Ознакомление с производственной документацией	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник

Продолжение таблицы 13

Расчеты и разработка технологии сварки трубы	3	Выбор основного материала трубы	Дипломник, научный руководитель
	4	Выбор сварочных материалов и оборудования	Дипломник, научный руководитель
	5	Расчет режимов сварки	Дипломник, научный руководитель
	6	Разработка технологической документации на сварку трубы	
	7	Выбор средств и методов неразрушающего контроля сварного шва	Дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник, Научный руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию	9	Составление пояснительной записки	Дипломник
	10	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной работы	11	Подготовка к защите ВКР	Дипломник, Научный руководитель

В результате определения структуры работ в рамках технического проекта было выявлено шесть основных этапов (разработка технического задания, выбор направления технического проектирование завода, расчеты и разработка технологии сварки трубы, обобщение и оценка результатов, оформление отчета по техническому проектированию, сдача выпускной квалификационной работы) и 11 работ.

8.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

8.2.3 Разработка проведения технического проектирования

В рамках планирования технического проекта необходимо построить ленточный график проекта.

Диаграмма Ганта – представляет собой ленточную диаграмму, которая имеет две шкалы: шкала выполняемых задач и временная шкала.

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 13 строим план-график проведения работа (таблица 14)

Продолжительность выполнения технического проекта заняла 12 декад, начиная со второй декады февраля и заканчивая первой декадой июня. Продолжительность выполнения технического в календарных днях заняла 100 дней. Из них:

100 дней – продолжительность выполнения работ дипломника;

10 дней – продолжительность выполнения работ научный руководителя;

Таблица 14 – Расчёт продолжительность работ чел.-дн.

№	Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни					
		Минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i-ой работы		Максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i-ой работы		Ожидаемая трудоёмкость выполнения i-ой работы	
		Науч. рук-ль	Дипломник	Науч. рук-ль	Дипломник	Науч. рук-ль	Дипломник
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	3	-	7		5
3	Выбор основного материала трубы	1	19	1	23	1	21
4	Выбор сварочных материалов и оборудования	1	17	1	25	1	20
5	Расчет режимов сварки	1	14	1	21	1	17
6	Разработка технологической документации на сварку трубы	1	3	1	6	1	4
7	Выбор средств и методов неразрушающего контроля сварного шва	1	14	1	18	1	16
8	Оценка эффективности полученных результатов	1	6	1	8	1	7
9	Составление пояснительной записки	-	3	-	12	-	7
10	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	1	-	1	-	1	-
11	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	1	2	3	4	2	3

Таблица 15 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	T_{pi} , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Ознакомление с производственной документацией	Руководитель	1	—												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	5	—												
3	Выбор основного материала трубы	Руководитель	1			—										
		Дипломник	21	—	—	—										
4	Выбор сварочных материалов и оборудования	Руководитель	1				—	—	—							
		Дипломник	20				—	—	—							
5	Расчет режимов сварки	Руководитель	1							—	—					
		Дипломник	17						—	—	—					
6	Разработка технологической документации на сварку трубы	Руководитель	1									—				
		Дипломник	4								—	—				
7	Выбор средств и методов неразрушающего контроля сварного шва	Руководитель	1										—	—		
		Дипломник	16									—	—			
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1											—		
		Дипломник	7										—	—		
9	Составление пояснительной записки	Дипломник	7											—	—	
10	Проверка ВКР руководителем	Руководитель	1												—	
11	Подготовка к защите ВКР	Руководитель	2													—
		Дипломник	3													—

8.3 Определение норм времени на сварку

В данном разделе производится экономическая оценка двух сравниваемых способов сварки (ручной дуговой сварки и ручной дуговой сварки покрытыми электродами модулированным током) при сборке и сварки участка трубопровода.

Определение норм времени для ручной дуговой сварки [19,21] и РД модулированным током.

Расчет средней силы тока сварки модулированным током производится по следующей формуле:

$$I_{cp} = \frac{I_u \times t_u + I_n \times t_n}{t_u + t_n}. \quad (2)$$

Таблица 16 – Основное время для ручной дуговой сварки и сварки модулированным током на обратной полярности

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы	
	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК53.70
F_n – площадь наплавленного металла, мм ²	90	69
γ – плотность наплавляемого металла, г/см ³	7,8	7,8
$I_{св}$ – сварочный ток, А		
1 проход	90	125
2 проход	160	183
3 проход	160	183
α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч	9,5	10

Определение основного времени на сварку производится по формуле:

$$t_0 = \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_{св} \times \alpha_n} \quad (3)$$

где F_n – площадь наплавленного металла, мм²;

γ – плотность наплавляемого металла, г/см³;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Подставляем значения в формулу (3) и получаем для РДС:

$$t_0 = \frac{7,8 \times 60}{9,5} \times \left(\frac{20}{90} + \frac{35}{160} + \frac{35}{160} \right) = 33 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (3) и получаем для РДС МТ:

$$t_0 = \frac{7,8 \times 60}{10} \times \left(\frac{20}{125} + \frac{26}{183} + \frac{26}{183} \right) = 21 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между РДС и РДС МТ, составляет 12 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 36 %.

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш}$, $t_{в.из}$ а также коэффициента $k_{об}$ для сварки модулированным током и ручной дуговой получены из [19].

Таблица 17 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	Сравниваемые процессы	
	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
Очистка перед сваркой свариваемых кромок от налета, ржавчины и осмотр, мин	0,4	0,4
Установка и смена электродов, мин	0,39	0,39
Осмотр и промер шва, мин	0,3	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла, мин	0,4	0,2
Всего	1,49	1,29

Разница во вспомогательном времени сварки между РДС и РДС МТ, составляет 0,2 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 13 %.

Таблица 18 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
Время на установку, мин	7,4	7,4
Снятие и транспортировка, мин	6,4	6,4
Перемещение сварщика, мин	0,2	0,2
Клеймение шва, мин	0,21	0,21
Всего	14,21	14,21

Разница во вспомогательном времени, связанном с изделием и работой оборудования между РДС и РДС МТ отсутствует.

Таблица 19 – Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Элементы работы	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
Получение производственного задания, указаний и инструктажа от мастера и его сдача, мин	6	6
Ознакомление с работой, мин	4	4
Установка, настройка и проверка режимов, мин	3	3
Подготовка рабочего места к работе, мин	4	4
Сдача работы, мин	3	3
Итого	20	20

Разница в подготовительно-заключительном времени между РДС и РДС МТ отсутствует.

Таблица 20 – Штучное время

Исходные данные	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
t_o – основное время на сварку, мин/м	33	21

Продолжение таблицы 20

$t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин	1,49	1,29
l – длина шва $l = \pi \times d$	3,2	3,2
$t_{виз}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин	14,21	14,21
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,1	1,1

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{ви}) \cdot l + t_{виз}] \cdot K_{об} \quad (4)$$

где t_0 - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{ви}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{виз}$ - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{об}$ - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (4) и получаем для РДС:

$$T_{шт} = [(33+1,49) \times 3,2 + 14,21] \times 1,1 = 80 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (4) и получаем для РДС МТ:

$$T_{шт} = [(21+1,29) \times 3,2 + 14,21] \times 1,1 = 57 \text{ мин}$$

Разница в штучном времени сварки между РДС и РДС МТ, составляет 23 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 29 %.

Таблица 21 – Количество сваренных труб в рабочую смену

Исходные данные	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч	8	8
$T_{шт}$ – штучное время, мин	80	57

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}} \quad (5)$$

где $T_{см}$ - продолжительность одной рабочей смены, ч

$T_{шт}$ – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (5) и получаем для РДС:

$$n = \frac{8 \times 60}{80} \approx 6 \text{ шт.}$$

Подставляем значения в формулу (5) и получаем для РДС МТ:

$$n = \frac{8 \times 60}{57} \approx 8 \text{ шт.}$$

Разница в размере партии между РДС и РДС МТ, составляет 2 шт, что в процентном соотношении дает увеличение количества на 25 %.

Таблица 22 – Штучно-калькуляционное время

Исходные данные	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
$T_{шт}$ – штучное время, мин	80	57
$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время, мин	20	20
n – размер партии, шт	6	8

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n} \quad (6)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время

n – размер партии

Подставляем значения в формулу (6) и получаем для РДС:

$$T_{\text{шк}} = 80 + \frac{20}{6} = 83 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (6) и получаем для РДС МТ:

$$T_{\text{шк}} = 57 + \frac{20}{8} = 60 \text{ мин.}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС и РДС МТ, составляет 23 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 28 %.

Таблица 23 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированн ым током LB 52; ОК 53.70
F _н – площадь наплавленного металла, мм ²	90	69
L – длина шва, м	3,2	3,2
γ – плотность наплавленного металла, г/см ³	7,8	7,8

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma \quad (7)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ - плотность наплавленного металла.

Подставляем значения в формулу (7) и получаем для РДС:

$$G = 90 \times 1,7 \times 7,8 = 1,2 \text{ кг}$$

Подставляем значения в формулу (7) и получаем для РДС МТ:

$$G = 69 \times 1,7 \times 7,8 = 0,9 \text{ кг}$$

Разница массе наплавленного металла между РДС и механизированной сваркой, составляет 0,3 кг, что в процентном соотношении дает уменьшение массы на 25 %.

8.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат. При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта. Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- Сварочные материалы;
- Основная зарплата;
- Социальные цели;
- Электроэнергия;
- Ремонт оборудования.

8.4.1 Затраты на сварочные материалы

Таблица 24 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
$g_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг/изд	1,2	0,9
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,6
$\Pi_{см}$ – цена электродов, руб	150	150

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{см} = g_{нм} \cdot k_n \cdot \Pi_{см} \quad (8)$$

где $g_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг/изд

k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла

Π_{cm} – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг

Подставляем значения в формулу (8) и получаем для РДС:

$$C_{cm} = 1,2 \times 1,6 \times 150 = 288 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (8) и получаем для РДС МТ:

$$C_{cm} = 0,9 \times 1,6 \times 150 = 216 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РДС и РДС МТ, составляет 72 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 25 %.

8.4.2 Затраты на заработанную плату рабочих

Таблица 25 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий, руб	60000	60000
$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мр} \approx 172$ часов/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	83	60

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мр} \cdot 60} \quad (9)$$

где $C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{\text{мр}}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{\text{шк}}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд.

Подставляем значения в формулу (9) и получаем для РДС:

$$C_3 = \frac{60000 \times 83}{172 \times 60} = 483 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (9) и получаем для РДС МТ:

$$C_3 = \frac{60000 \times 60}{172 \times 60} = 348 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между РДС и РДС МТ, составляет 135 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 28 %.

8.4.3 Затраты на отчисления на социальные цели

Таблица 26 – Отчисления на социальные цели

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РД ЛВ 52; ОК 53.70	РД модулированным током ЛВ 52; ОК 53.70
$k_{\text{отч}}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	30%	30%
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих, руб	483	348

Определение затрат на отчисления на социальные цели производится по формуле:

$$C_{\text{отч}} = \frac{k_{\text{отч}} \cdot C_3}{100} \quad (10)$$

где $k_{\text{отч}}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы;

C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (10) и получаем для РДС:

$$C_{отч} = \frac{30 \times 483}{100} = 145 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (10) и получаем для РДС МТ:

$$C_{отч} = \frac{30 \times 348}{100} = 104 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления на социальные цели между РДС и РДС МТ, составляет 41 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 28 %.

8.4.4 Затраты на электроэнергию

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
U – напряжение, В	24	24
I – сила тока, А	143	169
t_o – основное время сварки, мин/м	33	21
l – длина сварного шва, м/изд	3,2	3,2
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,75	0,8
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб	5,4	5,4

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл} \quad (11)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t_o – основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (11) и получаем для РДС:

$$C_{\text{эт}} = \frac{24 \times 143 \times 33 \times 1,7}{60 \times 0,75 \times 1000} \times 5,4 = 90 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (11) и получаем для РДС МТ:

$$C_{\text{эт}} = \frac{24 \times 169 \times 21 \times 1,7}{60 \times 0,8 \times 1000} \times 5,4 = 63 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и РДС МТ, составляет 27 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 30 %.

8.4.5 Затраты на ремонт оборудования

Таблица 28 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РД LB 52; ОК 53.70	РД модулированным током LB 52; ОК 53.70
Π_j – цена оборудования соответствующего вида	250000	262000
$k_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{\text{шк}}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	83	69
$F_{\text{ГО}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{\text{рем}} \cdot t_{\text{шк}}}{F_{\text{ГО}} \cdot k_3 \cdot 60} \quad (12)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

$k_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$t_{\text{шк}}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд;

$F_{го}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (12) и получаем для РДС:

$$C_p = \frac{250000 \times 0,25 \times 83}{2000 \times 0,8 \times 60} = 54$$

Подставляем значения в формулу (12) и получаем для РДС МТ:

$$C_p = \frac{262000 \times 0,25 \times 60}{2000 \times 0,8 \times 60} = 41$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и РДС МТ, составляет 13 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 24 %.

8.4.6 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Таблица 29 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	РД (1)	РД МТ (2)	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы	288	216	72
2. Основная зарплата	483	348	135
3. Социальные цели	145	104	41
4. Электроэнергия	90	63	27
5. Ремонт	54	41	13
Итого	1060	772	288

По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одной трубы изделия ручной дуговой сваркой и ручной дуговой сваркой модулированным током, составляет 288 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 27 %.

Заключение по разделу 8

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки труб диаметром 1220 мм толщиной стенки 16 мм из стали 17Г1С ручной дуговой сваркой и ручной дуговой сваркой модулированным током.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (83 мин) и РДС МТ (60 мин), составляет 23 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 28 %.

По затратам на сварку изделия выгодна РДС МТ. Она нам обходится дешевле на 288 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 27 %.

Можно сделать вывод, что применение ручной дуговой сварки модулированным током экономически оправдано.

9 Социальная ответственность

Объектом исследования является процесс ремонта нефтепровода диаметром 1220 мм толщиной стенки 16 мм при помощи галтельной муфты ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Рабочее место сварщика расположено на открытом воздухе. Трасса нефтепровода проходит в республике Саха (Якутия) Ленское Районное нефтепроводное управление участок трубы 1468-1646 обслуживаемый НПС13 "Чапаево". Местность равнинная. Климат умеренный.

9.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

9.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

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

Ответственность за соблюдение требований промышленной безопасности, а также за организацию и осуществление производственного контроля несут руководитель эксплуатирующей организации и лица, на которых возложены такие обязанности в соответствии с должностными инструкциями.

Согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» трубопровод и входящие в его состав объекты, относятся к опасным производственным объектам.

Декларация промышленной безопасности опасных производственных объектов должна содержать требования к трубопроводам.

К работам по эксплуатации трубопровода допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие в установленном порядке инструктаж, подготовку, не имеющие медицинских противопоказаний при работе на опасных производственных объектах.

Обслуживание и ремонт технических средств трубопроводов должны 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, лабораторий и т.д. в соответствии с перечнем по профессиям и видам работ, утвержденным руководителем предприятия.

Основными документами, нормирующими работу на строительном участке трубопровода, являются:

1 ВСН 006 - 89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов.

2 ВСН 012 - 88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ.

3 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»

4 ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности

5 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

6 СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

7 ГОСТ 12.4.123-83 Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования

8 СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях

9 Правила устройства электроустановок (ПУЭ)

10 ГОСТ 12.1.004 - 76 «Пожарная безопасность»

11 ГОСТ 12.1.010 - 76 «Взрывобезопасность. Общие требования»

12 СН-245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий

13 П-92-76 Строительные нормы и правила проектирования вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий

14 Санитарные правила по организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию № 1042-73

9.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При выполнении сварочных работ используются покрытые электроды LB52U диаметром 3 мм и ОК53.70 диаметром 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 LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-4001 шт.

В качестве основного материала используют сталь марки: 17Г1С.

Рабочее место сварщика соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

9.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование дуговой сварки и источника питания LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400, с точки

зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

9.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [2]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 30 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Ручная дуговая сварка покрытым электродом 2) Работа со сварочным оборудованием	1. Повышенный уровень электромагнитных полей [2, 17]; 2. Неудовлетворительное освещение рабочей зоны; [2,3, 17]; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17]; 4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17]; 5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля [2, 17].	1. Поражение электрическим током	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011

9.2.2.Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Электробезопасность:

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

- прикосновение к оголенным 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 отключенному, 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 напряженности.

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 [27].

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются:

- а) правильное устройство электроустановок;
- б) обученность электроперсонала;
- в) соблюдение правил по безопасному обслуживанию электроустановок;
- г) надзор за производством работ в электроустановках.

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

- необходимо надежно 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 поврежденной изоляцией;

- перед началом работ необходимо проверять исправность изоляции сварочных проводов, сварочного инструмента и оборудования, а также надежность 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). [21] Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок [18]. 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.

Электрозащитные средства:

-изолирующие (изолирующие штанги, изол. клещи, указатели напряжения, диэл. перчатки, галоши и боты, ручной изолирующий инструмент, диэл. 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, заш. ограждения, сигнализаторы наличия напряжения);

Средства защиты от электрических полей повышенной напряженности (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 [7].

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

Освещение:

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

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

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

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

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

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.

Применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029;

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.

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: противοшумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противοшумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противοшумные шлемы и каски; противοшумные костюмы (ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума»).

Согласно [17], уровень шума на рабочем месте сварщика не превышает 80 дБА и соответствует нормам.

Микроклимат

Вредными основными веществами, выделяющимися 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 вентиляцией. Значения ПДК вредных веществ в

воздухе рабочей зоны приведены в таблице 31 согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Таблица 31 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности
Твердая 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 (VI) 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 превышении ПДК) работодатель обязан использовать самый последний, и самый ненадёжный 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:

- 1) средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);
- 2) средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК);
- 3) 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.

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

9.3 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.

9.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

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

9.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Отходами в сварочном производстве газовой сварки являются:

- металлолом черных и цветных металлов и сплавов;
- отработанные абразивные круги;
- мусор от уборки территории;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов;

- в иные места (помещения) для временного хранения отходов.

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

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

9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

9.4.1 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. [24].

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

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара.

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

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

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

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

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

В нашем случае оборудуем участок специальными средствами пожаротушения:

- пожарной цистерной с водой (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОП-5 (порошковый) (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

Заключение

В результате выполненной выпускной квалификационной работы был разработан процесс ремонта участка нефтепровода диаметром 1220 мм и толщиной 16 мм с применением галтельной муфты.

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 1220 мм толщиной стенки 16 мм из стали 17Г1С ручной дуговой сваркой и ручной дуговой сваркой модулированным током.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (83 мин) и РДС МТ (60 мин), составляет 23 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 28 %.

По затратам на сварку изделия выгодна РДС МТ. Она нам обходится дешевле на 288 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 27 %.

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

Список используемой литературы

- 1 ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных нефтепроводов. Технические условия.
- 2 ВРД39-1.10-006-2000 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов
- 3 Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
- 4 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
- 5 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И. Акулова. 1978. 462с., ил.
- 6 Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG) / Ред. С 24 кол.: О.И. Стеклова (пред.) и др. – М.: Соуэло, 2008 г.
- 7 ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- 8 Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
- 9 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.
- 10 РД-25.160.10-КТН-004-08 Технология проведения сварочных работ на действующих магистральных нефтепроводах
- 11 РД 153-394-086-01 Технология сварочно-монтажных работ при установке ремонтных конструкций (муфт и патрубков) на действующие магистральные нефтепроводы, 2001 г

- 12 РД 153-39 4-067-00 Методы ремонта дефектных участков действующих магистральных нефтепроводов, ОАО АК "Транснефть" 2000г
- 13 РД 39-00147105-015-98 Правила капитального ремонта магистральных нефтепроводов, АК "Транснефть", ИПТЭР, 1998 г
- 14 РД 153-39.4Р-130-2002.* Регламент по вырезке и врезке "катушек", соединительных деталей, заглушек, запорной и регулирующей арматуры и подключению участков магистральных нефтепроводов.
- 15 Инструкция по применению современных сварочных материалов и оборудования при капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. ОАО "АК "Транснефть", 1998г.
- 16 Методика определения опасности повреждений стенки труб магистральных трубопроводов по данным обследования внутритручными дефектоскопами. АК "Транснефть". 1997 г.
- 17 Методика определения технического состояния магистральных трубопроводов с трещиноподобными дефектами. АК "Транснефть". 1998 г.
- 18 Порядок определения очередности ремонта дефектов магистральных нефтепроводов по результатам внутритрубной диагностики.. ОАО АК "Транснефть". 1.07.99г.
- 19 ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод
- 20 ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые
- 21 А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз, 1962.
- 22 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
- 23 ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности
- 24 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
- 25 СНиП II-4-79. Нормы проектирования. Глава 4. Естественное и искусственное освещение. Часть II.

- 26 ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 7
- 27 Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.
- 28 ГОСТ 12.1.004 - 76 «Пожарная безопасность»
- 29 ГОСТ 12.1.010 - 76 «Взрывобезопасность. Общие требования».
- 30 РД 39-0147103-360-89. Инструкция по безопасному ведению сварочных работ при ремонте нефте- и продуктопроводов под давлением. Уфа. Миннефтепром. ВНИИСПТнефть. 1989
- 31 ВППБ 01-05-99. Правила пожарной безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов ОАО "АК "Транснефть". Москва 2001г.
- 32 ОР-06.00-74.20.55-КТН-001-01. Регламент о порядке организации эколого-аналитического контроля за состоянием окружающей среды на промышленных объектах ОАО "АК "Транснефть".