

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии ремонта дефектных участков линейных трубопроводов Ø325x8 мм

УДК 621.791:75.621.644.074-034.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Демидов Сергей Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Князьков Анатолий Федорович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Жаворонок Анастасия Валерьевна	К.Э.Н.		

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	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

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
Отделение электронной инженерии
15.03.01 Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Демидов Сергей Владимирович

Тема работы:

Разработка технологии ремонта дефектных участков линейных трубопроводов Ø325x8 мм	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.03.2019г. №1860/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Технология ремонта дефектных участков линейных трубопроводов Ø325x8 мм</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Литературный обзор 2 Виды дефектов трубопроводов и методы их устранения 3 Описание сварной конструкции 4 Обоснование выбора способа сварки и сварочных материалов 5 Выбор сварочного оборудования 6 Разработка технологии сварки 7 Контроль качества сварных соединений 8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 9 Социальная ответственность 10 Заключение.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Эскиз конструкции. 2 Способы модуляции сварочного тока. 3 Выбор режимов сварки. 4 Заготовительная и сборочная операции. 5 Менеджмент и социальная ответственность.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Жаворонок Анастасия Валерьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОЭИ</p>	<p>Князьков Анатолий Федорович</p>	<p>к. т. н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Демидов Сергей Владимирович		



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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Уровень образования бакалавриат

Отделение электронной инженерии

Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2019 г.	Литературный обзор	10
19.04.2019 г.	Виды дефектов трубопроводов и методы их устранения	10
23.04.2019 г.	Описание сварной конструкции	10
27.04.2019 г.	Обоснование выбора способа сварки и сварочных материалов	10
30.04.2019 г.	Выбор сварочного оборудования	10
04.05.2019 г.	Разработка технологии сварки	10

08.05.2019 г.	Контроль качества сварных соединений	10
11.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
16.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
18.05.2019 г.	Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Князьков Анатолий Федорович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна	к.т.н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра состоит из 87 страниц, 22 рисунков, 27 таблиц.

Ключевые слова: модулированный ток, дефектный участок трубопровода, ручная дуговая сварка.

Объектом исследования является дефектный участок линейного трубопровода Ø325x8 мм.

Цель работы: разработать технологию ремонта дефектных участков линейных трубопроводов Ø325x8 мм ручной дуговой сваркой с применением модулированного тока.

Актуальность данной работы обоснована строительством и эксплуатацией большого количества линейных трубопроводов на территории России.

В процессе разработки проводились исследования основных преимуществ использования ручной дуговой сварки с применением модулированного тока.

В результате работы выбраны сварочные материалы и оборудование, определены режимы сварки. Достигнуты технико-эксплуатационные показатели: высокое качество сварного соединения несмотря на снижение квалификации сварщика, увеличение производительности за счёт модуляции сварочного тока.

Разработанная технология ремонта дефектных участков трубопроводов может применяться как при ремонте дефектных участков линейных трубопроводов различных диаметров, так и при строительстве новых трубопроводов.

Экономическая эффективность данной технологии обусловлена снижением уровня брака сварных соединений, а также меньшими затратами на заработную плату сварщиков, за счёт снижения требований к квалификации.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

В данной выпускной квалификационной работе бакалавра использованы следующие термины и определения:

трубопровод – Инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки газообразных и жидких веществ, пылевидных и разжиженных масс, а также твёрдого топлива и иных твёрдых веществ в виде раствора под воздействием разницы давлений в поперечных сечениях трубы.

участок трубопровода – Часть технологического трубопровода из одного материала, по которому транспортируется вещество при постоянных давлении и температуре;

сварка – Процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого;

сварное соединение – Неразъёмное соединение, выполненное сваркой. Сварное соединение включает три характерные зоны, образующиеся во время сварки: зону сварного шва, зону сплавления и зону термического влияния, а также часть металла, прилегающую к зоне термического влияния;

контроль качества строительных работ - Соответствие качества построенных зданий проектным решениям и нормативам;

охрана окружающей среды – Это комплекс мероприятий, предназначенных для ограничения отрицательного действия человеческой деятельности на природу;

правила безопасности – Совокупность мероприятий, которые субъект должен соблюдать, чтобы исключить или свести к минимуму отрицательный фактор, причиняемый источником повышенной опасности, либо предотвратить причинение ущерба объекту повышенной охраны любым источником опасности.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
2. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод (с Изменением N 1).
3. ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов. Технические условия.
4. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования к безопасности.
5. ГОСТ 21014-88 Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности.
6. РД 153-006-02-2002 Инструкция по технологии сварки при строительстве и капитальном ремонте магистральных трубопроводов.
7. СТО Газпром 2-2.4-083-2006 Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов.
8. СТО Газпром 2-2.3-231-2008 Правила производства работ при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов.
9. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Обозначение и сокращения

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

- РДС – ручная дуговая сварка;
- СМТ – сварка модулированным током;
- ВАХ – вольтамперная характеристика;
- НД – нормативный документ;
- НАКС – Национальная ассоциация контроля сварки;
- НК – неразрушающий контроль;
- ВИК – визуальный и измерительный контроль;
- РК – радиографический контроль;
- УЗК – ультразвуковой контроль;
- ПБ – промышленная безопасность;
- ПН – продолжительность нагрузки;
- ПВ – продолжительность включения.
- И_и – ток импульса;
- И_п – ток паузы;
- И_{и.доп} – ток дополнительного импульса;
- Т_{ц.осн} – период основного цикла;
- t_{п.осн} – период основной паузы;
- Т_{ц.доп} – период дополнительного цикла;
- t_{и.доп} – период дополнительного импульса;
- t_{п.доп} – период дополнительной паузы;
- И_{ср} – средний ток;
- U_{разр} – напряжение при разрыве дуги;
- U_п – пороговое напряжение;
- U_з – заданное напряжение.

Оглавление

Введение	12
1 Литературный обзор	13
2 Виды дефектов трубопроводов и методы их устранения	14
2.1 Виды дефектов трубопроводов	14
2.2 Методы устранения дефектов	18
3 Описание сварной конструкции	20
3.1 Химический состав и свойства стали	21
3.2 Свариваемость металла	22
4 Обоснование выбора способа сварки и сварочных материалов	24
4.1 Достоинства и недостатки ручной дуговой сварки.	27
4.2 Сварка модулированным током.	29
4.3 Выбор сварочных материалов	33
5 Выбор сварочного оборудования	38
5.1 Выбор источника питания	39
5.2 Выбор модулятора сварочного тока	40
6 Разработка технологии сварки	43
6.1 Вырезка дефектного участка	43
6.2 Подготовка конструкции под сварку	43
6.3 Выбор параметров режима сварки	44
6.4 Технологические операции	45
7 Контроль качества сварных соединений	46
8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	47
8.1 Планирование научно-технических работ	47
8.1.1 Структура работ в рамках научно-технической работы	47
8.1.2 Трудоемкость выполнения работ	49
8.2 Смета на осуществление научно-технической работы (НТР)	52
8.2.1 Материальные затраты НТР	54
8.2.2 Полная заработная плата исполнителей темы	56
8.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	58

8.2.4 Накладные расходы	59
8.2.5 Формирование сметы на научно–техническую работу	62
8.3 Оценка научного -технического уровня	63
9 Социальная ответственность	64
9.1.1 Правовые и вопросы обеспечения безопасности	65
9.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	66
9.2 Производственная безопасность	66
9.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов	69
9.2.1.1 Микроклимат	69
9.2.1.2 Шум и вибрация	70
9.2.1.3 Освещение	73
9.2.1.4 Повышенная яркость света. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение	73
9.2.1.5 Электроопасность	75
9.2.1.6 Повышенная температура обрабатываемого материала, изделий, наружной поверхности оборудования и внутренней поверхности замкнутых пространств, расплавленный металл	77
9.2.1.7 Вредные психофизиологические факторы	78
9.2.1.8 Комбинации опасных факторов	80
9.2.1.9 Специальная оценка условий труда (СОУТ)	81
9.3 Экологическая безопасность	82
9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	83
Заключение	84
Список используемых источников	85
Приложение А	87

Введение

В России функционирует более 250 тыс. километров стальных трубопроводов (магистральных и промысловых), предназначенных для транспортировки нефти, газа, нефтепродуктов. Многие из них отслужили четверть века и более. Под воздействием перекачиваемых по ним продуктов, внешней среды и режима эксплуатации постепенно снижается несущая способность трубопроводов, что неминуемо требует ремонта дефектных участков или перевода состарившихся трубопроводов на новый, более щадящий режим. Вместе с этим, ежегодно продолжается строительство сотен новых нефтегазопроводов, чем обоснована актуальность темы ремонта дефектных участков трубопроводов на этапе строительства.

Целью данной выпускной квалификационной работы бакалавра является разработка технологии ремонта дефектных участков линейных трубопроводов Ø325x8 мм на этапе строительства, с использованием ручной дуговой сварки электродами с покрытием (РДС) и применением модулированного тока (СМТ).

Достигнутые результаты в вопросах повышения эффективности процесса ручной дуговой сварки электродами с покрытием характеризуются появлением способов сварки модулированным током. Большой вклад в развитие модулированных процессов внесли: Зайцев М.П., Петров А.В., Князьков А.Ф., Дедюх Р.И., Славин Г.А., Заруба И.И., Вагнер А.Ф., Патон Б.Е., Потапьевский А.Г., Дюргеров Н.Г., Сагиров Х.Н., Ленивкин В.А., Букаров В.А., Ищенко Ю.С., Шигаев Т.Г.

1. Литературный обзор

Ведущие российские компании по эксплуатации линейных трубопроводов давно позаботились о разработке нормативных документов регламентирующих порядок ремонта трубопроводов.

При ремонте газопроводов в ПАО «Газпром» главным документом по проведению ремонтных работ является СТО Газпром 2-2.3-231-2008, стандарт устанавливает основные положения к производству работ при капитальном ремонте участков линейной части газопроводов с использованием различных организационно-технологических методов и средств выполнения ремонтно-восстановительных работ, включая сплошную замену труб на ремонтируемом участке, масштабную переизоляцию с частичной заменой труб, а также выборочный ремонт дефектных участков по данным различных методов диагностики их технического состояния. Положения настоящего стандарта обязательны для применения структурными подразделениями, дочерними обществами и организациями ПАО «Газпром», а также сторонними организациями, выполняющими работы по проектированию, эксплуатации и ремонту магистральных газопроводов, эксплуатируемых ПАО «Газпром».

ПАО «Транснефть» использует в качестве регламентирующего документа Правила капитального ремонта магистральных нефтепроводов РД 39-00147105-015-98. Руководящий документ устанавливает основные требования к технологическому процессу и организации механизированного ремонта линейной части магистральных нефтепроводов диаметром 219...1220 мм с заменой труб, заменой изоляционного покрытия с восстановлением или без восстановления стенки трубы в нормальных условиях, а также выборочному ремонту нефтепроводов.

2. Виды дефектов трубопроводов и методы их устранения

Дефект трубопровода – это отклонение геометрического параметра трубы, сварного шва, качества материала трубы, не соответствующее требованиям действующих нормативных документов, возникающее при изготовлении трубы, строительстве или эксплуатации трубопровода, а также недопустимые конструктивные элементы и соединительные детали, установленные на магистральные трубопроводы и обнаруживаемые внутритрубной диагностикой, визуальным или приборным контролем. Дефекты подразделяются на: неопасные, опасные и недопустимые. По происхождению дефекты изделий подразделяют на производственно-технологические, технологические и эксплуатационные. Дефекты первого

вида связаны с изготовлением материала и заготовок изделий. Технологические дефекты связаны с изготовлением и ремонтом деталей (сваркой, пайкой, механической, термической и другими видами обработки). Дефекты последнего вида возникают после некоторой наработки изделия в результате усталости металла деталей, коррозии, изнашивания и т.д., а также неправильного технического обслуживания и эксплуатации.

2.1 Виды дефектов трубопроводов

Комбинированный дефект - два и более дефекта разных типов, для которых минимальное расстояние от границы одного дефекта до границы другого дефекта меньше или равно значения 4-х толщин стенки трубы. Приведен на рисунке 1.

Дефект считается примыкающим к сварному шву, если минимальное расстояние от линии перехода шва к основному металлу до границы дефекта меньше или равно значения 4-х толщин стенки трубы.



Рисунок 1 – Комбинированный дефект на стенке трубопровода

Дефекты геометрии трубы – дефекты, связанные с изменением формы трубы. К ним относятся:

Вмятина - местное уменьшение проходного сечения трубы без излома оси газопровода, возникшее в результате поперечного механического воздействия. Глубина вмятины определяется как максимальное расстояние от

образующей трубы до поверхности трубы во вмятине.

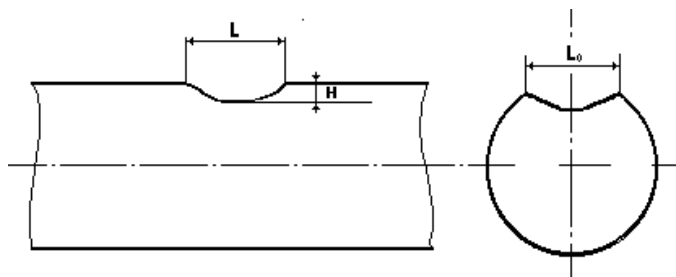


Рисунок 2 – Вмятина

Гофр - уменьшение проходного сечения трубы, сопровождающееся чередующимися поперечными выпуклостями и вогнутостями стенки, в результате потери устойчивости от поперечного изгиба с изломом оси газопровода. Глубина гофра определяется как сумма высоты выпуклости и глубины вогнутости, измеренных от образующей трубы.

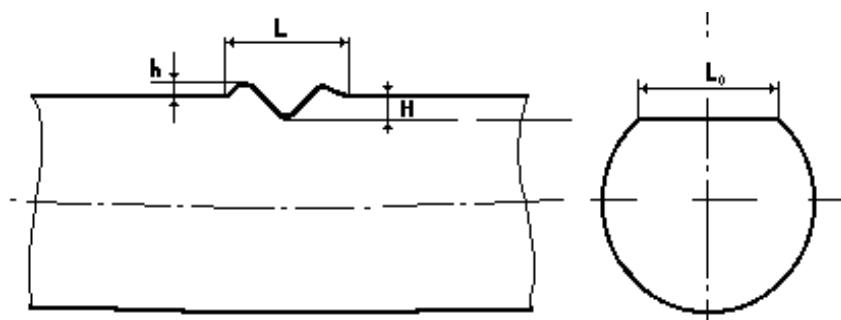


Рисунок 3 – Гофр

Сужение (овальность) - уменьшение проходного сечения трубы, при котором сечение трубы имеет отклонение от окружности.

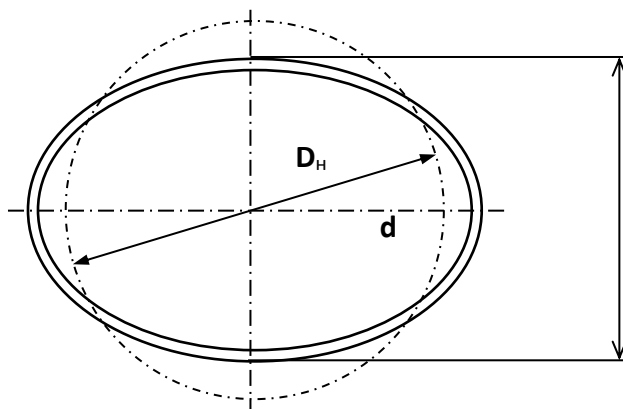


Рисунок 4 – параметров дефекта "сужение"

Фактический центр сужения может быть смещен от центра трубы с

номинальным диаметром.

Дефекты стенки трубы. К ним относятся:

Потеря металла (коррозионная) - локальное уменьшение толщины стенки трубы в результате коррозионного повреждения.

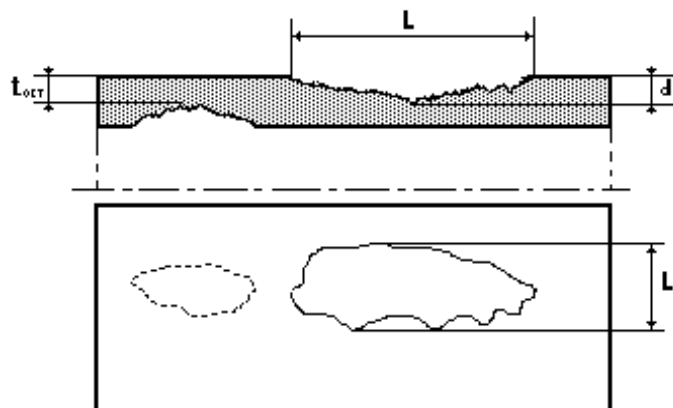


Рисунок 5 – Внутренняя и внешняя коррозия

Уменьшение толщины стенки технологическое - плавное утонение стенки, образовавшееся в процессе изготовления горячекатаной трубы или технологический дефект проката.

Механическое повреждение типа «риска» - механическое повреждение стенки трубы (риска, царапина, задира, продир) в виде углубления с уменьшением толщины стенки трубы, образованное перемещающимся по поверхности трубы твердым телом.

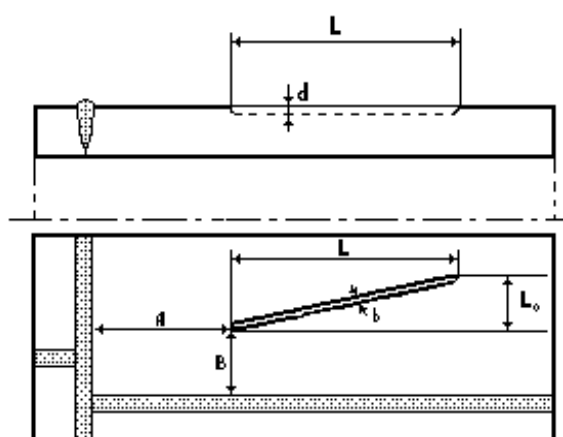


Рисунок 6 – Риска

Расслоение - внутреннее нарушение сплошности металла трубы в продольном и поперечном направлении, разделяющее металл стенки трубы на слои, технологического происхождения.

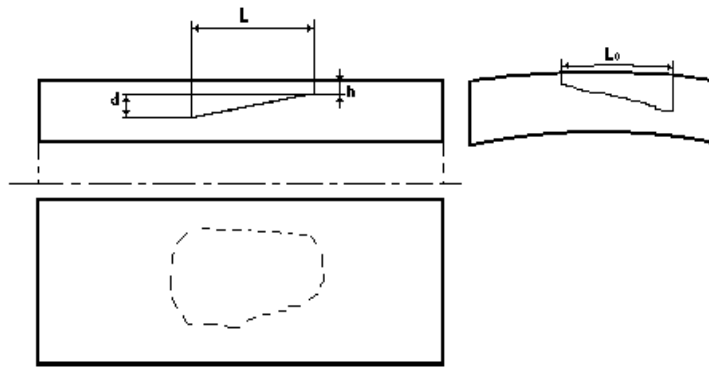


Рисунок 7 – Расслоение

Расслоение с выходом на поверхность - расслоение, выходящее на внешнюю или внутреннюю поверхность трубы.

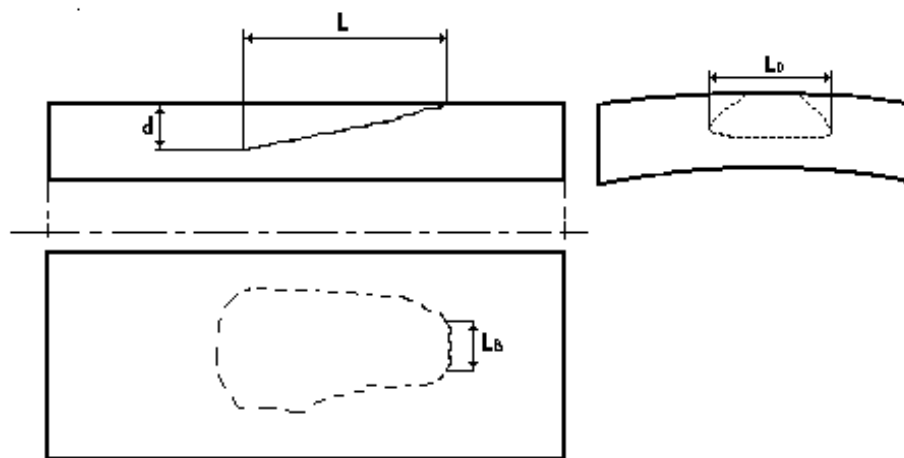


Рисунок 8 – Расслоение с выходом на поверхность

Расслоение в околошовной зоне - расслоение, примыкающее к сварному шву (расстояние линии перехода шва к основному металлу до края расслоения меньше или равно значению 4-х толщин стенки трубы).

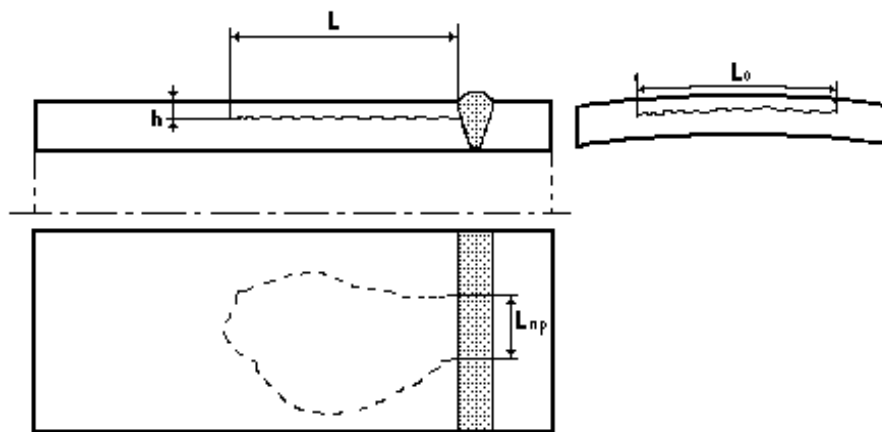


Рисунок 9 – Расслоение в околошовной зоне

Трещина - дефект в виде разрыва (несплошности) металла, геометрия которого определяется двумя размерами (протяженность, глубина).

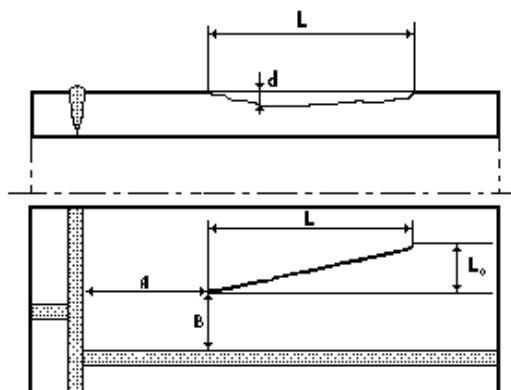


Рисунок 10 – Трещина

Трещиноподобный коррозионно-механический дефект - дефект в виде одиночной трещины или группы трещин, скорость роста которых определяется воздействием на металл, как коррозионной среды, так и напряжений (коррозионное растрескивание под напряжением).

Потери металла делятся на объединенные и одиночные.

Объединенная потеря металла – это группа из двух и более коррозионных дефектов, объединенных в единый дефект, если расстояние между соседними дефектами меньше или равно значению 4-х толщин стенки трубы в районе дефектов. Объединенная потеря металла характеризуется ее габаритной площадью, определяемой крайними точками дефектов из состава группы и равной произведению длины объединенного дефекта L вдоль оси трубы на ширину объединенного дефекта W по окружности трубы рисунок 11. Дефекты, сгруппированные по указанным критериям, в технических отчетах по диагностике, базе данных «Дефект» и актах ДДК описываются как «объединенные потери металла».

Одиночная потеря металла – это один дефект потери металла, расстояние от которого до ближайших потерь металла превышает значение 4-х толщин стенки трубы в районе дефекта.

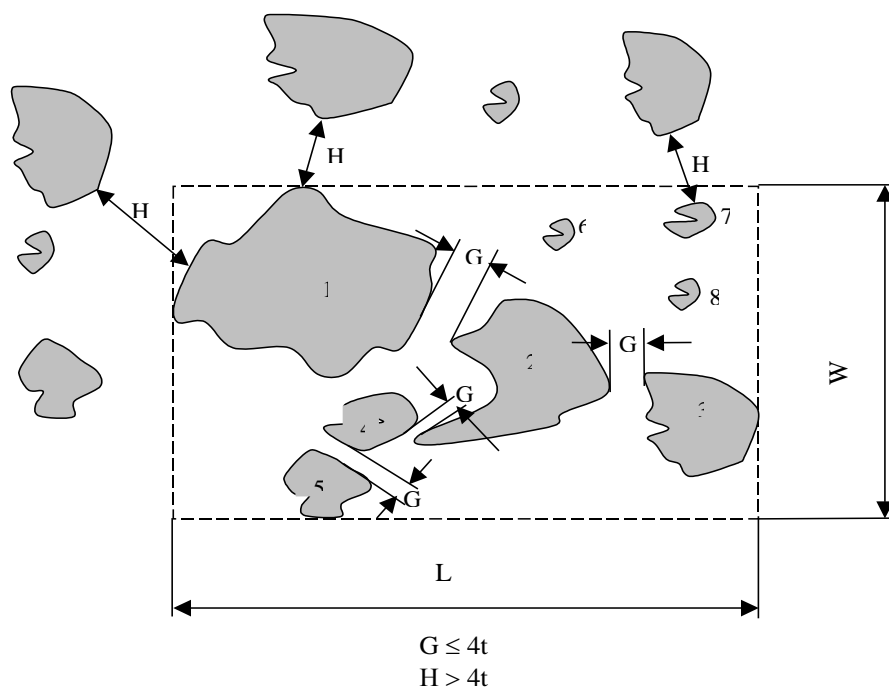


Рисунок 11 – Дефект «объединенная потеря металла» и его габаритная площадь

Механические повреждения поверхности стенки трубы, классифицируемые по ГОСТ 21014-88 как «риска», «царапина», «задир», «продир», «поверхностная вмятина».

Дефекты сварного соединения (шва) – это дефекты в самом сварном шве или в околошовной зоне. Типы и параметры дефектов сварных соединений регламентируются соответствующими нормативными документами.

2.2 Методы устранения дефектов

Для ремонта дефектных секций и отдельных дефектов магистральных и технологических трубопроводов применяются следующие методы ремонта:

- шлифовка;
- заварка;
- установка ремонтной конструкции;
- вырезка.

В данной выпускной квалификационной работе разработаем технологию ремонта дефектного участка линейного газопровода $\text{Ø}325 \times 8$ мм на примере метода вырезки дефектной секции.

На рисунке 12 изображен дефектный участок газопровода, требующий ремонта методом вырезки дефектного участка и сварки катушки.



Рисунок 12 Дефектный участок газопровода

Вырезку будем выполнять безогневым способом, труборезной машинкой МРТ 325-1420 «Волжанка 3» с электроприводом во взрывобезопасном исполнении с частотой вращения режущего инструмента не более 60 об/мин и подачей не более 30 мм/мин. До начала резки труб изоляционное покрытие в местах резки должно быть удалено по всей окружности трубы на ширину не менее 600 мм. Поверхность газопровода в местах резки должна быть очищена от остатков клея, праймера и мастики.

Выбор обусловлен тем, что после выреза нет необходимости подготавливать кромки под сварку, так она предназначена для резки труб лезвийным режущим инструментом с одновременной разделкой кромок под сварку. Краткие характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики труборезной машины «Волжанка 3»

Наименование основных параметров	Показатели
1 Частота вращения режущего инструмента, об/мин	не более 53
2 Подача режущего инструмента, мм/мин	27±3,0

После вырезки дефектного участка газопровода производится подготовка и подгонка новой трубы, путём замера по месту проведения работ. Для этого, при помощи рулетки измеряют расстояния по торцам в месте

выреза дефектного участка. Затем вырезают катушку длиной с запасом на 100 – 200 мм и подготавливают с одной стороны катушки кромки под сварку согласно ГОСТ 16037-80 соединение С17 Рисунок 13.

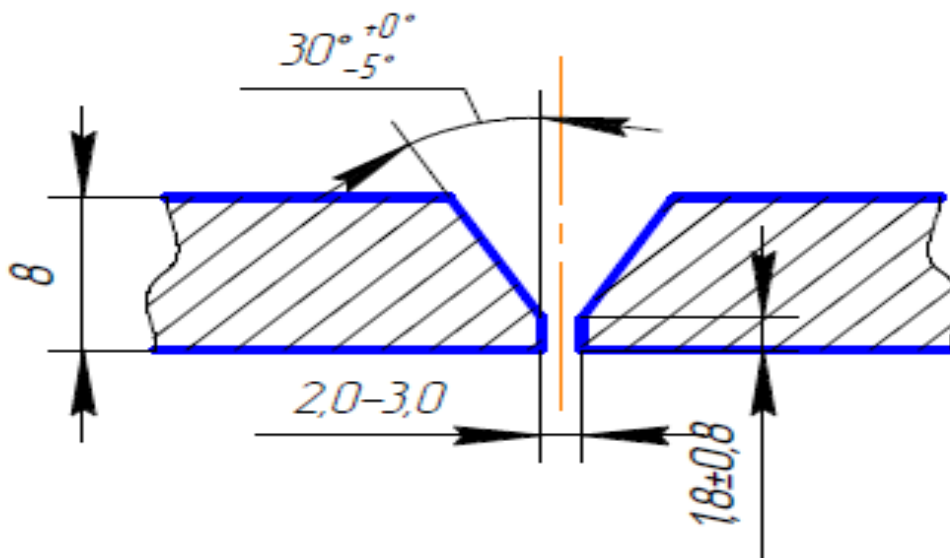


Рисунок 13 – Соединение С17 по ГОСТ 16037-80.

3. Описание сварной конструкции

Сварная конструкция состоит из труб диаметром 325x8 мм и вставки «катушки» того же диаметра с аналогичными характеристиками. Эскиз катушки показан на рисунке 14.

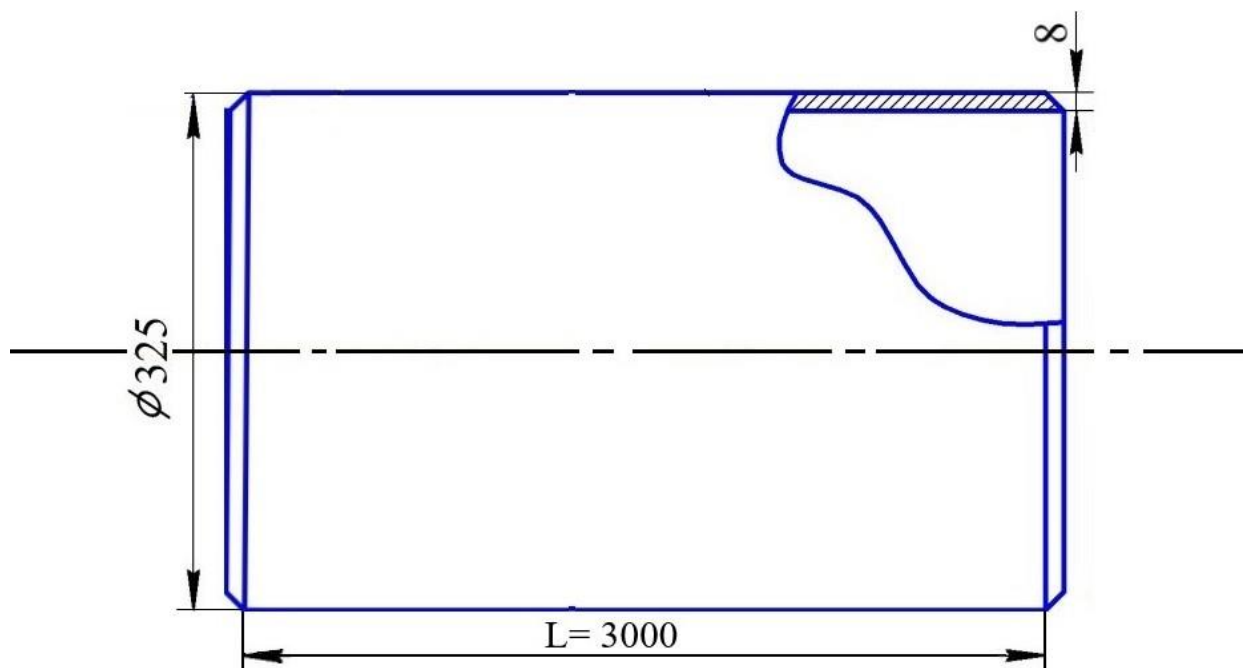


Рисунок 14 – Эскиз катушки

Катушка должна соответствовать требованиям эксплуатации данного трубопровода, т.е. соответствовать по таким характеристикам как класс прочности, марка стали, диаметр и толщина стенки трубы и т.д.

В Томской области при строительстве магистральных и промысловых газопроводов в большинстве случаев применяется марка стали 09Г2С. Это одна из немногих низколегированных сталей, имеющих хорошую свариваемость, что играет не маловажную роль при выборе марки стали на этапе проектирования объектов строительства.

Важной составляющей характеристикой труб является ее климатическое исполнение в зависимости от условий строительства и эксплуатации. Сталь для труб должна быть хорошо свариваемой дугowymi методами сварки.

Чаще всего прокат из данной марки стали используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы чем при использовании других сталей. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от минус 70 до плюс 450 градусов Цельсия. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой

марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей. Применяя закалку и отпуск изготавливают качественную трубопроводную арматуру. Высокая механическая устойчивость к низким температурам также позволяет с успехом применять трубы из стали 09Г2С на севере нашей страны.

3.1 Химический состав и свойства стали

Для разработки технологии ремонта в данной выпускной квалификационной работе была выбрана сталь 09Г2С по ТУ 14-ЗР-44-2001 классом прочности 345.

Сталь является конструкционной, низколегированной. Механические свойства и химический состав по ГОСТ 19281-2014 представлены в таблице 2 и таблице 3, соответственно.

Таблица 2 –Химический состав по ГОСТ 19281-2014

C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	Cr, %	Cu, %	S, %	P, %
≤0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	<0,3	<0,3	<0,3	<0,04	<0,035

Таблица 3 – Механические свойства стали 09Г2С при температуре 20 °С

$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	δ_5 , %
480	345	21

Где $\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести;
 $\sigma_{\text{в}}$ – временное сопротивление разрыву;
 δ_5 – относительное удлинение.

Сварка стали 09Г2С может производиться как без подогрева, так и с подогревом до 100-200°С. Так как толщина стенки трубы составляет 8 мм то предварительный подогрев не требуется, при наличии влаги на торцах трубы необходимо просушить при помощи горелки при температуре от плюс 20 до плюс 50 градусов Цельсия. Сталь имеет малое количество углерода, что делает сварку довольно простой, при этом сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки. Поэтому не происходит увеличение зернистости и не

снижается пластичность металла. Также эта сталь не склонна к отпускной хрупкости, а вязкость после отпуска не снижается.

3.2 Свариваемость металла

Свариваемость низкоуглеродистых сталей оценивается как без ограничений. Воспользуемся методикой определения полного эквивалента углерода [1]:

$$C_{\Sigma} = C + Mn/6 + Si/24 + Cr/5 + Ni/40 + Cu/13 + V/14 + P/2 \quad (1)$$

где C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P – содержание легирующих элементов в процентах.

Следовательно, для стали 09Г2С:

$$C_{\Sigma} = 0,12 + 1,2/6 + 0,5/24 + 0,35 + 0,3/40 + 0,3/13 + 0,12/14 + 0,03/2 = 0,43\%$$

Согласно ГОСТ 19281–2014 гарантирована свариваемость для класса прочности 345, если нормированный углеродный эквивалент не более 0.46%.

В нашем случае для стали 09Г2С $C_{\Sigma} < 0,46\%$, что гарантирует хорошую свариваемость стали.

4. Обоснование выбора способа сварки и сварочных материалов

Ручная дуговая сварка, как известно, классифицируется на множество режимов работы и способов, подразумевает использование различных

устройств, оборудования и приспособлений, но конечная цель всегда остается одной – изготовить и получить в конечном результате качественный шов. Это качество во многом зависит не только от того, какие виды ручной сварки используются, но и от множества различных факторов и нюансов, например материалы, с которыми будет работать сварка, внешнее состояние и оценка поверхности, которая сваривается, качество подготовленных для сваривания кромок и так далее. Одним словом, выбирая ту или иную технику для сварки, нельзя говорить, что предопределяется конечный результат.

В зависимости от того, какая форма изделия используется при сварке, и какой размер этого изделия, возможна работа в различных положениях относительно пространства. Так, такие положения разделяются на нижние и потолочные, а также вертикальные и горизонтальные, соответственно. Это тоже довольно важный момент, поскольку от этого может зависеть способ ручной сварки.

Ручная дуговая сварка позволяет выполнять любые сварные швы в любых пространственных положениях, что делает ее незаменимой в строительстве трубопроводов. Однако стоит заметить, что при сварке в положениях отличных от нижнего, под действием силы тяжести, сварочная ванна стекает, ухудшая формирование сварочного шва. В этом случае конечный результат, а именно качественный шов, будет напрямую зависеть от умений и квалификации сварщика. Кроме того, сложно переоценить роль корневого слоя шва при ремонте газопровода, который определяет прочность всей конструкции.

Немаловажным является и то, что переизбыток тепловых вложений в сварочный шов сказывается на структуре шва, вызывая рост кристаллов.

Кроме этого, большие тепловложения в изделие способствуют большим сварочным деформациям и остаточным напряжениям. Данное обстоятельство будет немаловажным при строительстве газопровода с высоким давлением газа.

Поэтому остается немаловажным контролировать процесс сварки, а именно правильно регулировать режимы. Но для расплавления электродного покрытия и поддержания стабильной дуги необходим ток определенного значения, который называется критическим. Поэтому данное решение проблемы имеет ограничения.

Самым распространенным методом сварки при ремонте газопроводов является ручная дуговая сварка. Конечно, скорость работы при применении такого метода сварки ниже, чем скорость сварки с применением автоматического или механизированного метода – если при ручной сварке максимальная скорость составляет 20 метров в час, то при автоматической может достигать 60 метров в час. Но довольно часто сварочные работы просто невозможно производить при помощи автоматизированной сварки. При этом ручная сварка труб может применяться практически в любом месте и при любом положении стыка труб – и вертикальном, и горизонтальном, и нижнем, и потолочном.

В данной ВКР при разработке технологии ремонта отдадим предпочтение ручному дуговому способу сварки т.к. в нашем случае работы проводятся в стесненных условия (в траншее).

4.1 Достоинства и недостатки ручной дуговой сварки.

Достоинства и недостатки ручной дуговой сварки покрытыми электродами при строительстве, монтаже газопровода.

Ручная сварка, как известно, классифицируется на множество режимов работы и способов, подразумевает использование различных устройств, оборудования и приспособлений, но конечная цель всегда остается одной – изготовить и получить в конечном результате качественный шов. Это качество во многом зависит не только от того, какие виды ручной сварки используются, но и от множества различных факторов и нюансов, например материалы, с которыми будет работать сварка, внешнее состояние и оценка поверхности, которая сваривается, качество подготовленных для сваривания кромок и так

далее. Одним словом, выбирая ту или иную технику для сварки, нельзя говорить, что предопределяется конечный результат.

В зависимости от того, какая форма изделия используется при сварке, и какой размер этого изделия, возможна работа в различных положениях относительно пространства. Так, такие положения разделяются на нижние и потолочные, а также вертикальные и горизонтальные, соответственно. Это тоже довольно важный момент, поскольку от этого может зависеть способ ручной сварки.

Ручная дуговая сварка позволяет выполнять любые сварные швы в любых пространственных положениях, что делает ее незаменимой в строительстве газопроводов и других трубопроводов. Однако стоит заметить, что при сварке в положениях отличных от нижнего, под действием силы тяжести, сварочная ванна стекает, ухудшая формирование сварочного шва. В этом случае конечный результат, а именно качественный шов, будет напрямую зависеть от умений и квалификации сварщика. Кроме того, сложно переоценить роль корневого шва при сварке трубопровода, который определяет прочность всей конструкции.

Немаловажным является и то, что переизбыток тепловых вложений в сварочный шов сказывается на структуре шва, вызывая рост кристаллов.

Кроме этого, большие тепловложения в изделие способствуют большим сварочным деформациям и остаточным напряжениям. Данное обстоятельство будет немаловажным при строительстве газопровода с высоким давлением газа.

Поэтому остается немаловажным контролировать процесс сварки, а именно правильно регулировать режимы. Но для расплавления электродного покрытия и поддержания стабильной дуги необходим ток определенного значения, который называется критическим. Поэтому данное решение проблемы имеет ограничения.

Если же технологией предусмотрен высокий сварочный ток то, чтобы предупредить протекание расплавленного металла во внутрь трубы, сварку

выполняют при наименьших зазорах от 1 до 2 мм при толщине стенки труб от 5 до 25 мм. Кроме того, первый слой следует наваривать так, чтобы получить плоскую или несколько вогнутую поверхность шва. Это обеспечивает лучший провар корня шва и более качественное формирование последующего слоя. И в данной ситуации сварщик обязан следить за тем, чтобы не было прожогов.

Немаловажной характеристикой сварного шва является его структура, особенно это важно при сварке и эксплуатации труб в условиях крайнего севера. Но, к сожалению, этот параметр средствами ручной дуговой сварки контролировать практически невозможно.

Для того чтобы устранить вышеперечисленные недостатки ручной дуговой сварки покрытыми электродами применим модуляцию сварочного тока.

4.2 Сварка модулированным током.

Процесс сварки модулированным током предполагает периодическое, заранее запрограммированное изменение энергетических параметров системы источник питания – сварочная дуга между высоким (импульс) и низким (пауза) уровнями. В течение импульса тока расплавляется основная часть электродного и свариваемого металла, а в последующий период паузы происходит кристаллизация большей части сварочной ванны.

Основная схема изменения силы тока при РД сварке покрытым электродом, модулированным током приведена на рис. 15.

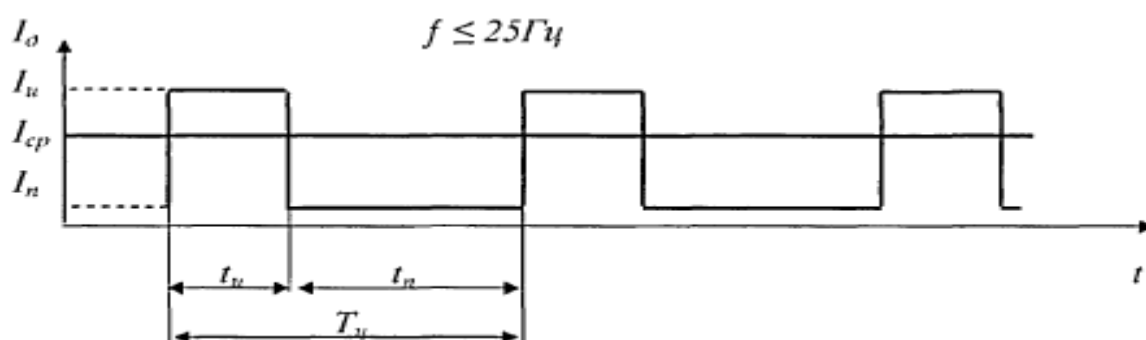


Рисунок 15 - Схема изменения тока при способах сварки модулированным током применяемая для улучшения формирования металла

шва во всех пространственных положениях за счет уменьшения размеров сварочной ванны и увеличения скорости кристаллизации.

СМТ позволяет более тонко, чем непрерывная сварка, обеспечивать дозирование теплоты, поступающей в сварочную ванну. Эта особенность позволяет значительно облегчить сварку в вертикальном и потолочном положениях. При выполнении сварки в указанных пространственных положениях сварщик вынужден регулировать жидко-текучесть ванны и совершать различные манипуляции концом электрода для обеспечения удовлетворительного формирования шва. При этом сварщик постоянно находится в напряженном состоянии и не может обеспечить стабильность качества шва.

Модулирование сварочного тока представляет возможность освободить сварщика от трудоемкой операции по дозированию теплоты, вводимой в сварочную ванну и переложить ее на специальное устройство – модулятор. Сварщику же остается лишь заполнять разделку шва, техника сварки значительно упрощается и становится доступной даже начинающему.

Наложение импульсов тока на дугу небольшой мощности при сварке плавящимся электродом позволяет получить управляемый мелкокапельный перенос электродного металла. Если амплитудное значение тока импульса превышает критическую для данных условий величину, а частота следования импульсов ≥ 25 Гц, то каждым импульсом в сварочную ванну будет переноситься одна капля электродного металла. Под термином «критический ток» понимают такую величину сварочного тока, при которой размер переносимых через дуговой промежуток капель металла резко уменьшается, а частота их образования соответственно увеличивается. Средняя величина тока при этом на 30-40% меньше номинального значения. За счет устранения коротких замыканий дугового промежутка каплями электродного металла значительно улучшается стабильность процесса сварки, характер переноса капель практически не зависит от пространственного положения шва.

Преимущества СМТ:

- обеспечивается управляемый мелкокапельный перенос электродного металла при средних токах дуги;
- снижаются тепловложения в основной металл при неизменной глубине проплавления, размеры зоны перегрева, остаточные напряжения и деформации сварного соединения;
- улучшаются качество наплавленного металла шва и механические свойства, обеспечиваются условия для однородного формирования сварного шва независимо от его пространственного положения;
- измельчается структура металла шва и зоны термического влияния за счет воздействия пульсирующего теплового поля;
- облегчаются сварка неповоротных стыков трубопроводов и укладка шва в труднодоступных местах.

Параметры режима СМТ, помимо обычных, включают: ток в период импульса, ток в период паузы, время импульса и время паузы.

4.3 Способы модуляции сварочного тока.

Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией по программе с дополнительными импульсами.

При данном типе модуляции темп сварки составлен заранее; параметры режима на стадии каплеобразования остаются неизменными. Амплитуда тока и напряжение дугового промежутка в импульсе постоянные, а среднее значение тока, расплавляющего основной металл, определяется частотой и длительностью импульсов. Сварщик не может ускорить или замедлить темп сварки. Данный процесс применяется при сварки массивных деталей, когда не происходит накопления тепла и повышения температуры в изделии перед дугой, а зазор в стыке и притупление кромок достаточно стабильны. Циклограмма тока при данном способе модуляции представлена на рис. 16.

На рисунках 16, 17, 18 19, 20 приняты следующие обозначения:

- $I_{и}$ – ток импульса;
- $I_{п}$ – ток паузы;

- $I_{и.доп}$ – ток дополнительного импульса;
- $T_{ц.осн}$ – период основного цикла;
- $t_{п.осн}$ – период основной паузы;
- $T_{ц.доп}$ – период дополнительного цикла;
- $t_{и.доп}$ – период дополнительного импульса;
- $t_{п.доп}$ – период дополнительной паузы;
- $I_{ср}$ – средний ток;
- $U_{разр}$ – напряжение при разрыве дуги;
- $U_{п}$ – пороговое напряжение;
- $U_{з}$ – заданное напряжение.

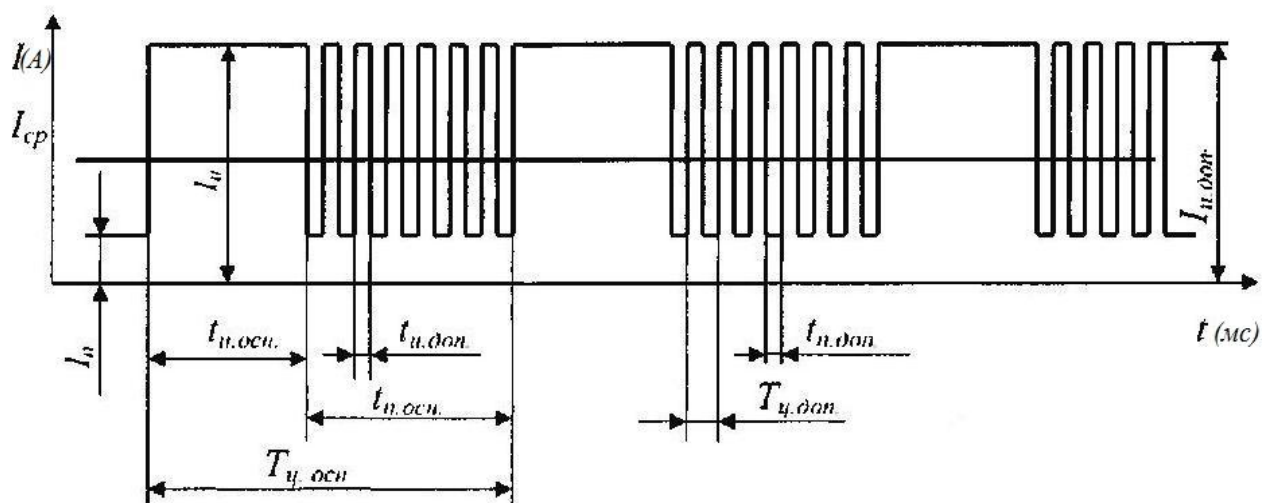


Рис. 16 – Способ электродуговой сварки плавящимся электродом по программе с дополнительными импульсами

Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса.

В этом методе сварки в роли модулирующего параметра выступает напряжение дуги, которое сварщик изменяет в пределах нескольких вольт, а модулируемым параметром - длительность основного импульса. Сварщик подстраивает параметры режима в соответствии с удобным ему режимом и обстановкой в дуговом промежутке, получая качественное формирование шва

и удобную для него скорость сварки. Циклограмма данного способа приведена на рис. 17.

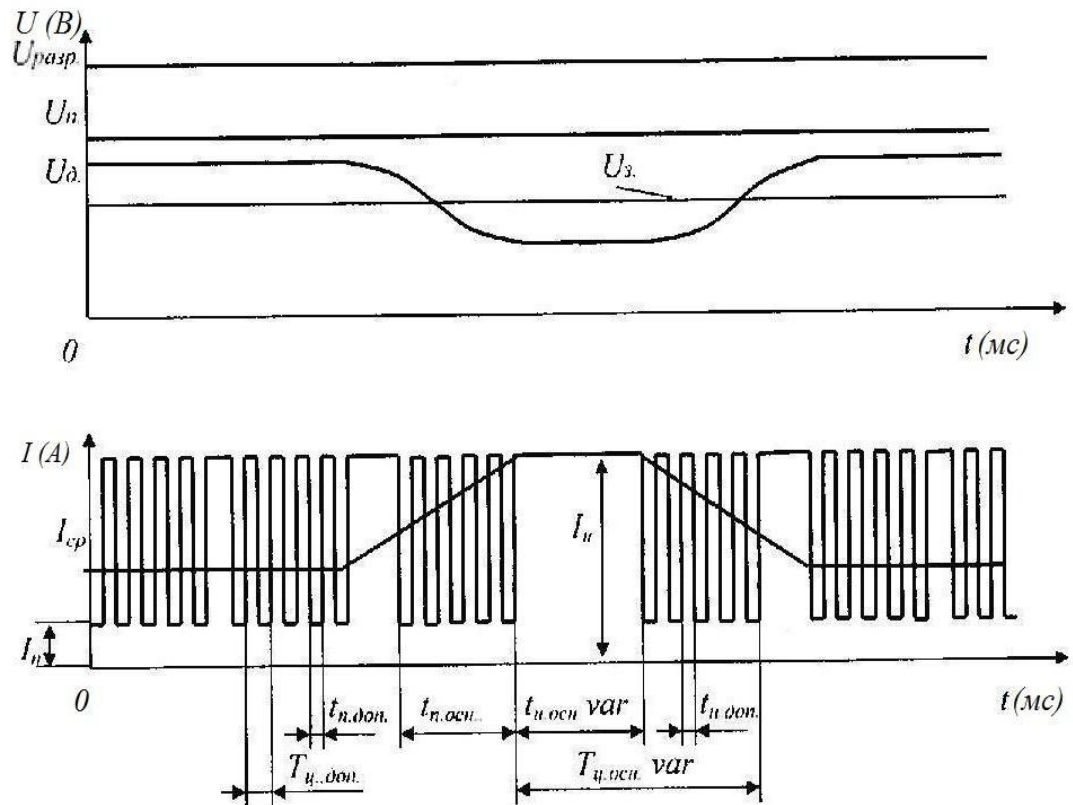


Рисунок 17 – Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса

Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основной паузы.

В этом методе длительность основной паузы устанавливают автоматически прямо пропорционально отклонению среднего напряжения дуги на интервале основной паузы. Длительность основных импульсов остается постоянной. Циклограмма данного метода показана на рис. 18.

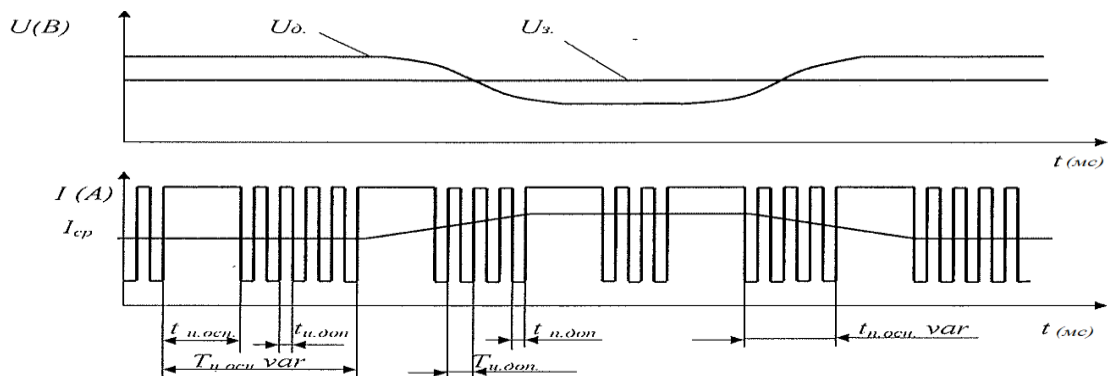


Рисунок 18 - Способ модуляции сварочного тока с импульсной модуляцией основной паузы

Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса и основной паузы одновременно совмещение двух вышеперечисленных методов модуляции рисунок 19.

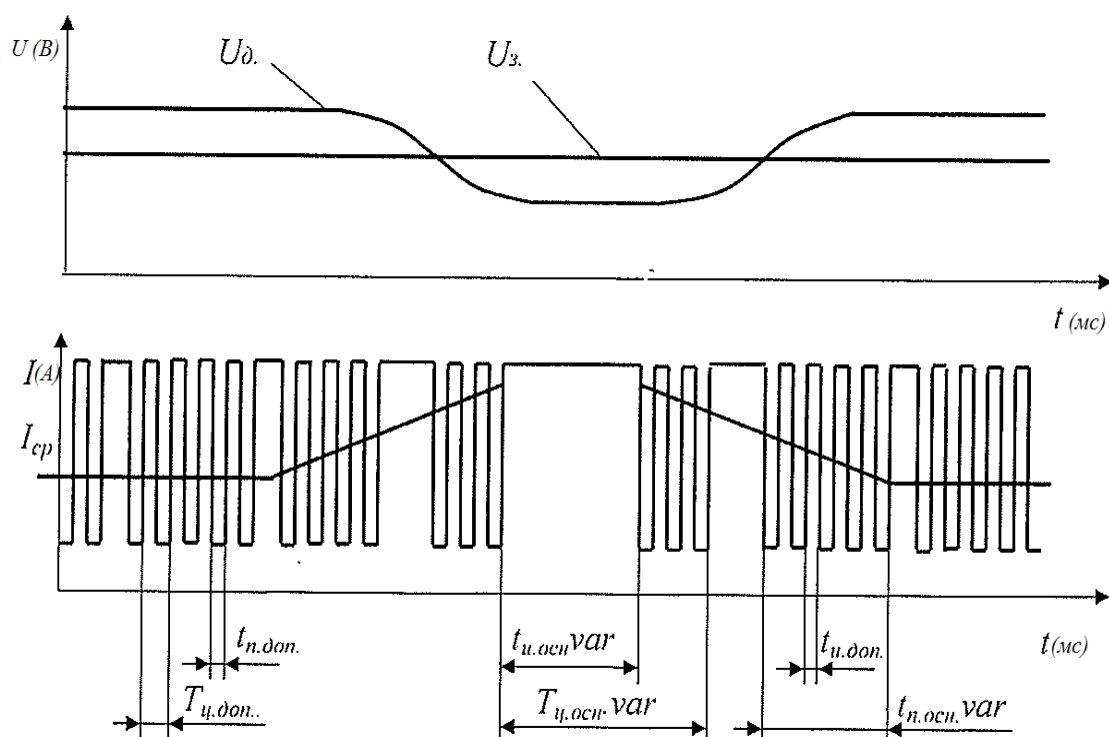


Рисунок 19. - Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией длительности основного импульса и основной паузы одновременно

Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с релейным режимом.

В данном методе отклонения среднего напряжения дуги от заданного автоматически реализуют релейный режим. Дуга может гореть в непрерывном режиме при значении тока основного импульса или с наложением вспомогательных импульсов при значении тока основной паузы. При снижении напряжения дуги менее 1 В от заданного автоматически включается основной ток, а при увеличении выше заданного на 1 В ток импульса снижается до тока паузы. Метод удобен для сварки малых толщин и обучения

сварке модулированным током. Циклограмма метода представлена на рисунке 20.

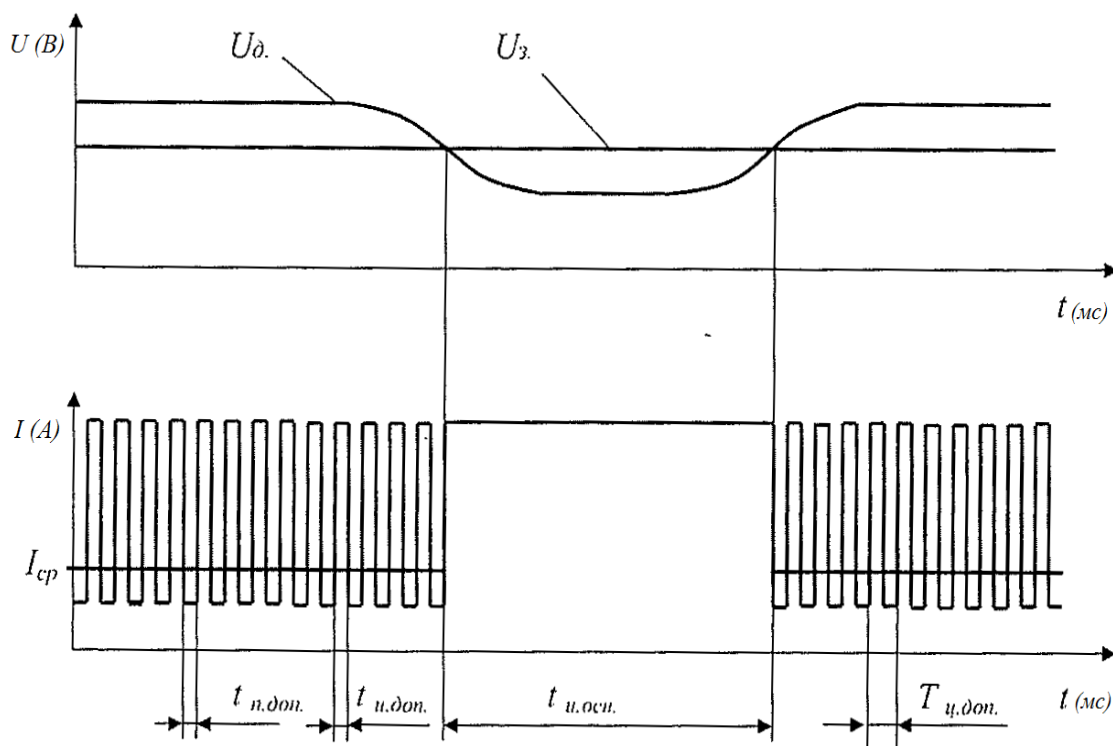


Рисунок 20 – Способ электродуговой сварки плавящимся электродом, реализующий релейный режим.

4.4 Выбор сварочных материалов

Рассмотрим к применению Электроды для сварки низколегированных сталей типа Э50 и Э50А такие как УОНИ 13/55, LB 52U, ОК 53.70 по ГОСТ 9467-75. Они применяются для сварки различных конструкций из малоуглеродистой, углеродистой и низколегированных сталей в тех случаях, когда наплавленный металл должен иметь предел прочности при высоких значениях ударной вязкости.

ЛБ 52У (LB-52U) – это сварочный электрод, который имеет пониженное количество содержание углерода, что преимущество дает значительное улучшение параметров сварного шва. В положительных сторонах применение данного электрода является получение наплавленного качественного металла шва и аккуратного корневого чешуйчатого валика, который при процессе сварки должен быть бездефектным. Предназначен для процесса сварки труб

прочностным классам K54, K55 и K56 включительно. Электрод LB-52U входит в реестр Национальной Ассоциации Контроля Сварки (НАКС) и рекомендован ВНИИСТ для применения при ремонте и строительстве магистральных газопроводов. Их описывают как электроды с покрытием основного типа предназначенные для одностороннего ручного дугового процесса сварки труб.

ОК 53.70 – это электрод хорошо известен тем, что имеет высококачественную сварочную характеристику. Имеет основной тип покрытия. Его разработали именно для одностороннего процесса сварки труб и других ответственных конструкций из низколегированных, малоуглеродистых сталей. В отличие от других имеет большую глубину проплавления и дает ровный плоский шов, который можно удалить шлак с легкостью. Обнадеживает высоким качеством процесса сварки с корневым проходом, который формирует обратный валик. Благодаря хорошей сбалансированной шлаковой системой, дает отличное горение дуги, позволяя легко провести сварку в любых направлениях. Характеристики электродов представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Химический состав наплавленного металла, %

Марка	C	Mn	Si	S	P
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 , %
LB-52U	446	540	34	71
ОК 53.70	440	530	30	70

Режим прокали электродов перед сваркой представлен в таблице 6. Прокалка электродов является важным моментом по отношению к качеству

сварного шва, так как если электроды не будут прокалены, то в процессе сварки могут появляться такие дефекты как поры.

Таблица 6 – Режимы прокалки электродов перед сваркой

Марка электрода	Температура прокалки, °С	Время прокалки, ч
LB-52U	300-350	0,5-1
OK 53.70	300	1

В данной работе будем использовать электроды LB52U диаметром 2,5 мм для сварки корня шва и 3,2 мм на заполняющий и облицовочный слои, так как они удовлетворяют по характеристикам и качеству всем требованиям при сварке стали 09Г2С. А также рекомендованы НД для сварки корневого и заполняющего слоя шва

5. Выбор сварочного оборудования

Источник питания для РДС модулированным током покрытыми электродами должен обеспечивать легкое и надежное возбуждение дуги, ее устойчивое горение в установленном режиме, плавную регулировку тока. Кроме того, он должен поддерживать большую скорость нарастания тока при коротком замыкании и определенную ею величину. Для соблюдения данных требований необходимо учитывать:

- тип используемых электродов;
- технологические требования модулятора;
- обеспечение необходимой величины сварочного тока.

5.1 Выбор источника питания

При сварке электродами марки LB52U для обеспечения технических требований модулятора необходимо, чтобы источник питания был постоянного тока и имел крутопадающую внешнюю вольтамперную характеристику (ВАХ).

Выпрямители для РДС выпускаются по ГОСТ 13821-77 на токи значением 200, 315 и 400 А при ПН = 60% и имеют крутопадающие ВАХ.

Выпрямители выполняются по трехфазной мостовой схеме на кремниевых диодах. Основу выпрямителя составляет трансформатор с подвижными обмотками.

Выпрямитель имеет:

- плавную регулировку сварочного тока в пределах двух ступеней переключения;
- защиту от тепловой перегрузки;
- класс изоляции Н по ГОСТ 8865-70;
- принудительное охлаждение.

Исходя из вышеперечисленного, выбираем выпрямитель ВД-306. Устройства выпрямителя ВД 306 показано на рисунки 21.

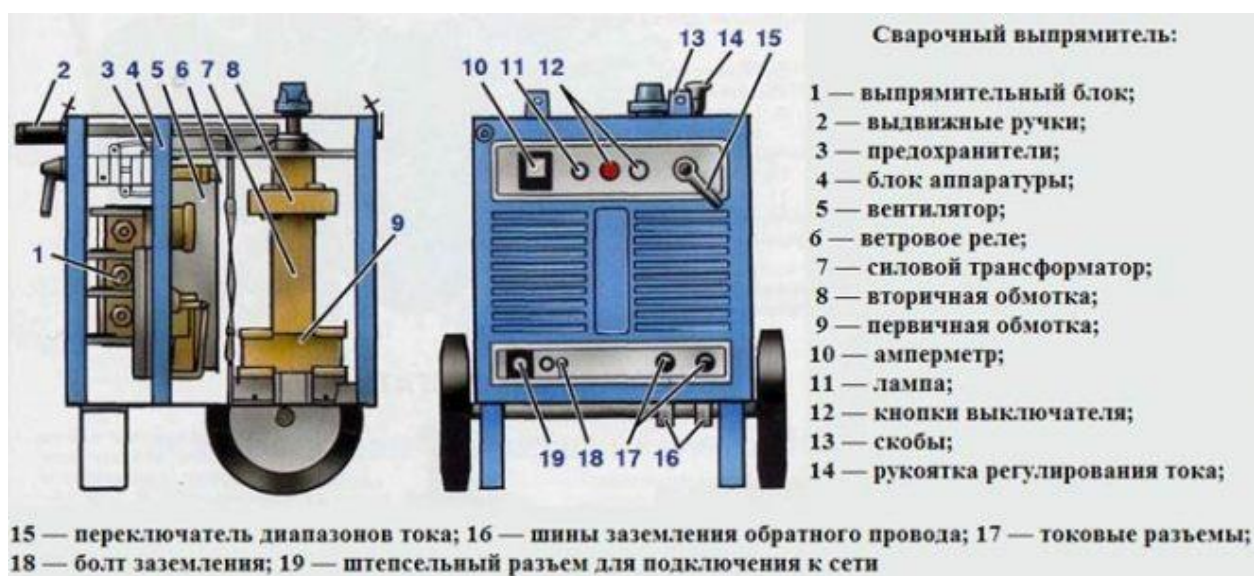


Рисунок 21 – Устройства выпрямителя ВД 306

5.2 Выбор модулятора сварочного тока

В данной выпускной квалификационной работе выбираем импульсный модулятор тока ИРС–300 РП с импульсным питанием сварочной дуги.

Модулятор сварочного тока выполнен в виде приставки к выпрямителю постоянного тока с крутопадающей внешней вольтамперной характеристикой. Все основные элементы модулятора расположены в одном корпусе. Корпус модулятора выполнен из листовой стали толщиной 1 мм.

Для охлаждения силовых элементов тиристорного ключа и реостатов балластного сопротивления применяется принудительный обдув воздухом, поток которого создается вентилятором. Для свободной циркуляции воздушного потока на боковой части корпуса с противоположной стороны вентилятора установлена вентиляционная решетка.

К основным узлам модулятора относятся: блок силовых вентилялей; блок коммутирующих конденсаторов; вентилятор; коммутирующий дроссель; схема управления сварочным циклом с обратными связями; блок фильтров; предохранитель в зарядной цепи коммутирующих конденсаторов.

Для питания схемы управления используется напряжение 220В, которое подводится посредством штепсельного разъема, установленного на стенке корпуса модулятора. Для подключения модулятора к сварочной цепи и к

выпрямителю сварочного тока используется специальный штепсельный разъем.

На панель управления, расположенную в верхней части, вынесены ручки управления длительностью импульса и паузы, ручка управления заданным напряжением, тумблер для подключения напряжения к блоку управления, тумблер для подключения цепи обратной связи.

Основные технические характеристики импульсного модулятора ИРС–300 РП представлены в таблице 7.

Таблица 7 – характеристики импульсного модулятора ИРС–300 РП

Амплитуда импульсов, А	300
Ток паузы, А	$\geq 15 \div 35$
Средний ток, А	40 - 300
Частота доп. импульсов, Гц	30 - 80
Длительность доп. импульсов, с	$(2 - 5)10^{-3}$
Напряжение холостого хода источника питания, В	55 - 70
Длительность импульсов, с	$\geq 0,1 \div 1$
Длительность паузы, с	0,1÷1
Габаритные размеры, мм	590×320×685
Масса, кг	40
Цена	50000

Импульсный модулятор позволяет осуществлять активное управление процессом плавления и переноса электродного металла. При этом вся энергия необходимая для расплавления и переноса капли вводится во время импульсов, а в паузе вводится энергия необходимая для поддержания непрерывного горения дуги. Применение модулятора повышает интенсивность плавления основного и электродного металла, снижает потери на разбрызгивание. Модулятор поставляется в комплектации, указанной в таблице 8.

Таблица 8 – Комплект поставки

Наименование	Количество	Цена, руб
Клемма заземления КЗ–31, 315А	1	138
Электрододержатель 400А (ЭД–40М)	1	171
Кабель КГ–50 5м	1	800
ИРС–300 РП	1	50000
Итого	–	51109

5.3 Выбор параметров режима сварки

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных параметров сварочного процесса, обеспечивающих получение шва с заданными характеристиками.

При РДС модулированным током покрытыми электродами основными параметрами режима сварки являются:

- диаметр электрода;
- сила сварочного тока в основной паузе;
- сила сварочного тока в основном импульсе;
- длительность основной паузы;
- длительность основного импульса;
- длительность вспомогательного импульса;
- частота вспомогательных импульсов;
- заданное напряжение сварочной дуги.

Исходя из литературных и экспериментальных данных были назначены следующие режимы сварки, представленные в таблице 9 и 10 для электродов диаметром 2,5 мм на корень шва и 3,2 мм заполнение и облицовку.

Таблица 9 – Параметры режимов сварки модулированным током

$d_{\text{электр}}$ (мм)	$I_{\text{и}}$ (А)	$t_{\text{ои}}$ (мс)	$f_{\text{ди}}$ (Гц)	$t_{\text{ди}}$ (мс)	$I_{\text{п}}$ (А)	$I_{\text{ср}}$ (А)	$U_{\text{зад}}$ (В)
2,5	140	20	80	3	30	52	24

Таблица 10 – Параметры режимов сварки модулированным током

$d_{\text{электр}}$ (мм)	$I_{\text{и}}$ (А)	$t_{\text{ои}}$ (мс)	$f_{\text{ди}}$ (Гц)	$t_{\text{ди}}$ (мс)	$I_{\text{п}}$ (А)	$I_{\text{ср}}$ (А)	$U_{\text{зад}}$ (В)
3,2	170	20	80	3	30	52	24

Выбранные режимы сварки обеспечат оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва, а также характеристики формы и размер шва.

6. Разработка технологии сварки

6.1 Подготовка и очистка труб

Внутреннюю и наружную поверхности концов труб, свободных от изоляции, очистить от земли и других загрязнений. Осмотреть поверхность и кромки труб. На торцах соединяемых труб произвести замер (с точностью 1 мм) их периметров по внутренней и наружной поверхностям. На основании полученных результатов произвести выбор трубы для изготовления катушки. Определить длину ввариваемой катушки таким образом, чтобы после монтажа ее длина была не менее 250 мм. Освободить от грунта не заземленный участок трубопровода на длине, необходимой для манипулирования плетью при сборке стыка захлеста. Подготовить под сварку заземленную плеть трубопровода выкопав приямок, размеры которого достаточны для безопасного проведения работ по сварке и контролю.

6.2 Подготовка кромок

Устранить шлифованием на наружной поверхности торцов труб царапины, риски, задиры глубиной от 0,2 мм до 0,4 мм, при этом толщина стенки не должна быть выведена за пределы минусового допуска. Зачистить до чистого металла, прилегающие к кромкам, внутренние и наружные поверхности на ширину не менее 10 мм.

6.3 Сборка, подогрев и сварка стыка №1

Приподнять трубоукладчиком не заземлённую плеть и пристыковать катушку. Произвести сборку стыка с зазором 2,0-3,0 мм на наружном центраторе. Смещение кромок должно быть равномерно распределено по периметру стыка. Наружное смещение не нормируется, однако при выполнении облицовочного слоя шва должен быть обеспечен плавный переход поверхности шва к основному металлу. Внутреннее смещение кромок труб не должно превышать 2,0 мм. Допускается на длине не более 100 мм местные внутренние смещения кромок труб, не превышающие 3,0 мм.

Произвести просушку до температуры плюс 20 - 50 градусов Цельсия при наличии влаги на кромках, а также при температуре окружающего воздуха ниже + 5°C. Ширина зоны просушки должна быть не менее 75 мм от оси стыка в обе стороны. Замерить температуру нагрева не менее чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10,15 мм от свариваемых кромок. Выполнить прихватки равномерно по периметру стыка, их количество должно быть не менее 3-х, а длина каждой 40-50 мм. Режимы сварки как для корневого слоя шва. Зачистить прихватки и обработать шлифовальным кругом начальный и конечный участки каждой из них. Выполнить сварку корневого слоя шва согласно выбранным режимам. Зачистить корневой слой шва от шлака и брызг с помощью шлифмашинки. Выполнить сварку заполняющих и облицовочного слоев шва выбранными электродами производя послойную зачистку от шлака и брызг металла. Необходимое минимальное количество слоев – 3, рисунок 22.

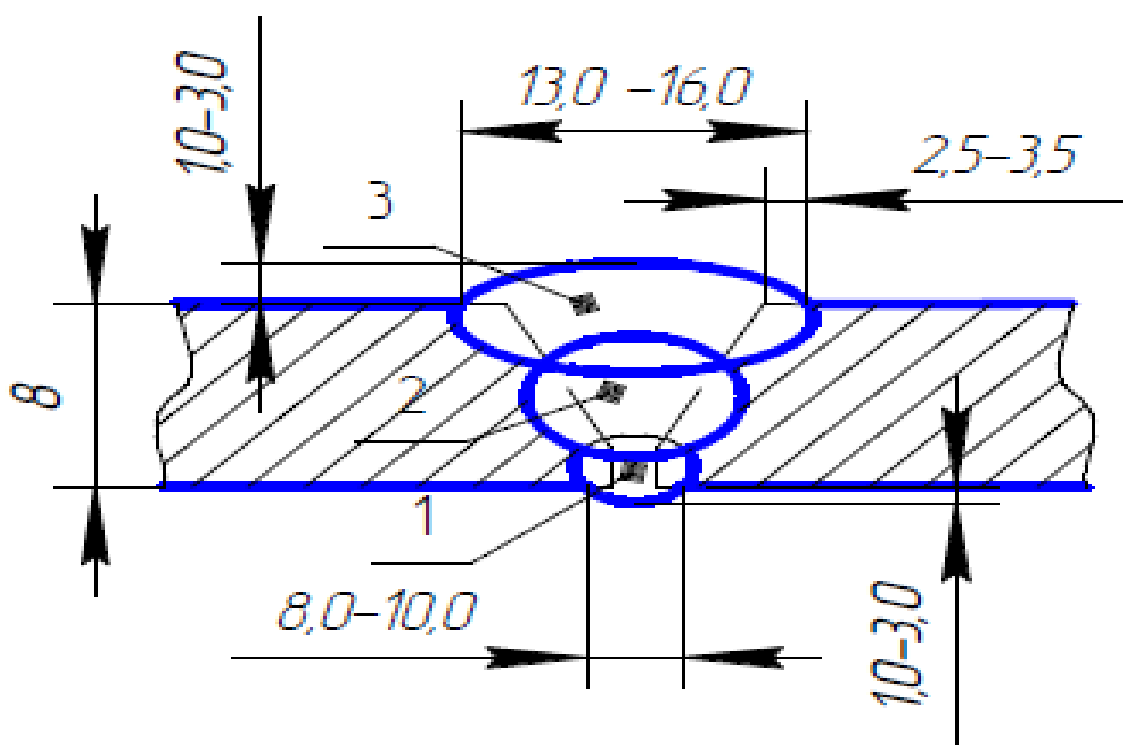


Рисунок 22 – Порядок наложения швов

Выровнять шлифмашинкой или напильником дефекты поверхности облицовочного слоя шва и зачистить прилегающие поверхности от шлака и брызг металла. Произвести контроль качества сварного соединения

неразрушающими методами в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

6.4 Разметка и резка стыка №2

Вывесить трубоукладчиком незаземленную плетть с приваренной катушкой и разметить на катушке место реза. Разметка линии реза должна быть выполнена с помощью шаблона, чтобы обеспечить перпендикулярность плоскости реза оси трубопровода. Обрезать конец трубы газовой резкой с последующей обработкой фасок шлифмашинкой. Угол скоса кромки должен составлять 30 - 35 град., притупление $1,8 \pm 0,8$ мм. Зачистить до чистого металла обрезанную кромку и прилегающие к ней внутреннюю и наружную поверхности на ширине не менее 10 мм. Поднять трубоукладчиком не заземлённую плетть на высоту, необходимую для совмещения ее торца с торцем заземленной плети трубопровода. Рекомендуется поддержание поднятого конца трубопровода вторым трубоукладчиком вблизи зоны сварки. Выполнить сборку труб на наружном центраторе. Снятие наружного центратора допускается только после сварки 60% периметра корневого слоя шва. Произвести просушку до температуры плюс 20 - 50 градусов Цельсия при наличии влаги на кромках, а также при температуре окружающего воздуха ниже + 5°C. Ширина зоны просушки должна быть не менее 75 мм от оси стыка в обе стороны. Замерить температуру нагрева не менее чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10, 15 мм от свариваемых кромок. Выполнить прихватки равномерно по периметру стыка, их количество должно быть не менее 3-х, а длина каждой 40-50 мм. Режимы сварки как для корневого слоя шва. Зачистить прихватки и обработать шлифовальным кругом начальный и конечный участки каждой из них. Выполнить сварку корневого слоя шва согласно выбранным режимам. Зачистить корневой слой шва от шлака и брызг с помощью шлифмашинки. Выполнить сварку заполняющих и облицовочного слоев шва выбранными электродами производя послойную зачистку от шлака и брызг металла. Необходимое минимальное количество слоев – 3, рисунок 22.

7. Контроль качества сварных соединений

Контроль качества сварных соединений выполнить в соответствии с требованиями главы 6 СТО Газпром 2-2.4-083-2006. Сварные соединения считаются годными, если по результатам НК не обнаружено дефектов превышающих размеры установленные нормативным документом.

Лаборатория неразрушающего контроля (ЛНК) должна обеспечить в полевых условиях на месте производства работ проявку пленок и получение результатов рентгеногаммаграфирования. ЛНК должна быть оснащена приборами для проведения визуально измерительного, радиографического, ультразвукового и других необходимых методов согласно НД на контроль.

По окончании проведения неразрушающих видов контроля лабораторией должны быть выданы заключения на все виды проведенного контроля. При проведении радиографического контроля должен постоянно контролироваться уровень дозы излучения. В штате лаборатории специалисты должны иметь квалификационные удостоверения 2 требований ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля». Персонал лаборатории должен быть проинструктирован по правилам охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности в объеме возложенных на него обязанностей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Демидов Сергей Владимирович

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.03.01 Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научно-технической работы (НТР): материально-технических, энергетических, финансовых и, информационных</i>	<i>Стоимость ресурсов научно-технической работы (НТР):</i> – Прейскурант; – Положение об оплате труда.
<i>2. Используемая система налогообложения, ставки налогов</i>	<i>Используемая система налогообложения, ставка налогов</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика</i>	<i>Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка календарного плана-графика проведения НТР</i>
<i>2. Планирование и формирование сметы НТР</i>	<i>Планирование и формирование сметы НТР:</i> – материальные затраты НТР; – полная заработная плата исполнителей темы; – отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); – накладные расходы.
<i>3. Оценка научного - технического уровня</i>	<i>Оценка научного технического уровня на основе интегральной оценки эффективности НТР</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- 1. Календарный план-график проведения научно-технической работы;*
- 2. Смета на разработку технологического процесса.*

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Демидов Сергей Владимирович		

8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- планирование научно-исследовательских работ;
- определение сметы на осуществление научно-технической работы;
- оценка научного - технического уровня работы.

8.1 Планирование научно-технических работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных работ.

8.1.1 Структура работ в рамках научно-технической работы

Для выполнения научно-технической работы была сформирована рабочая группа в составе: научного руководителя (к.т.н., доцент) и студента.

В рамках проведения научного исследования, в данном разделе был составлен перечень этапов:

1. Составление и утверждение темы проекта - определение задачи и цели научной работы, отражающих сущность и характер работ;
2. Календарное планирование работ - устанавливает логическую последовательность, очередность и сроки выполнения отдельных этапов работы и их контроля;
3. Анализ актуальности темы – определение востребованности темы в теории и практике для решения конкретной задачи;

4. Поиск и изучение материала по теме - выбор научных и методических источников по проблеме;

5. Выбор направления исследований - формулирование идеи решения научно-технической задачи, и определение оптимального варианта выполнения работ;

6. Изучение литературы по теме – изучение научных и методических источников по проблеме;

7. Подбор нормативных документов – выбор нормативных документов регламентирующих выполнение работ по данной теме;

8. Выбор параметров сварки, анализ влияния правильного выбора параметров режима сварки на качество сварного шва, определение дефектов сварных соединений, вызванных неправильным подбором параметров режима сварки;

9. Сварка образцов - проведение сварочных работ для определения параметров режимов сварки;

10. Изучение результатов - изучение экспериментальных образцов, определение полученных в ходе сварки дефектов;

11. Анализ результатов - подведение итогов и обобщение результатов научно-технической работы, сопоставление результатов анализа научно-информационных источников и экспериментальных исследований, выпуска обобщенной отчетной научно-технической документации по НТР, оценки эффективности полученных результатов;

12. Оформление отчета ВКР – оформление результатов проектной деятельности, окончательная проверка работы преподавателем, подготовка к защите;

13. Защита ВКР.

Произведено распределение исполнителей по видам работ.

Полученные данные приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Календарное планирование работ	Научный руководитель, студент
	3	Анализ актуальности темы	Научный руководитель
Выбор направления исследования	4	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	5	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Научный руководитель, студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Выбор параметров сварки	
Практические исследования	9	Сварка образцов	Научный руководитель, студент
	10	Изучение результатов	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Оформление отчета ВКР	Научный руководитель, студент
	13	Защита ВКР	Студент

8.1.2 Трудоемкость выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научно-технической работы оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож i}$ используется следующая формула[1]:

$$t_{ож i} = \frac{3t_{мин i} + 2t_{маx i}}{5}, \quad (1)$$

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

$t_{мин i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{маx i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Полученные значения вносим в таблицу (таблица 12).

После заполнения таблицы 12 строим календарный план-график (таблица 13). График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 12 – Временные показатели проведения научно-технической работы

№	Название работы	Трудоемкость работ, раб. дни						Длительность работ в рабочих днях	
		t_{min}		t_{max}		$t_{ож}$		Научный руководитель	Студент
		Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Студент		
1	Составление и утверждение темы проекта	1	-	1	-	1	-	1	-
2	Календарное планирование работ								
3	Анализ актуальности темы	2	1	2	10	2	4,6	2	5
4	Поиск и изучение материала по теме	1	15	1	30	1	21	1	21
5	Выбор направления исследований	1	1	1	3	1	1,8	1	2
6	Изучение литературы по теме	-	10	-	30	-	18	-	18
7	Подбор нормативных документов	1	3	1	10	1	5,8	1	6
8	Изучение влияния параметров сварки на качество шва	-	5	-	10	-	7	-	7
9	Сварка образцов	1	3	1	10	1	5,8	1	6
10	Изучение результатов проведенной обработки	1	5	1	10	1	7	1	7
11	Анализ результатов	1	2	1	6	1	3,6	1	4
12	Оформление отчета ВКР	1	14	1	30	1	20,4	1	20
13	Защита ВКР	-	1	-	-	-	1	-	1

Таблица 13 – Календарный план-график проведения научно-технической работы

№ Ра- бот	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. Дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Март			Апрель			Май			Июнь			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	1	-												
2	Календарное планирование работ															
3	Анализ актуальности темы	Руководитель	2	-												
		Студент	5	—												
4	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	1			-										
		Студент	21	—	—	—										
5	Выбор направления исследований	Руководитель	1			-										
		Студент	2			-										
6	Изучение литературы по теме	Студент	18				—	—								
7	Подбор нормативных документов	Руководитель	1						-							
		Студент	6						—							
8	Изучение влияния параметров сварки на качество шва	Студент	7							—						
9	Сварка образцов	Руководитель	1								-					
		Студент	6							—						
10	Изучение результатов	Руководитель	1									-				
		Студент	7									—				
11	Анализ результатов	Руководитель	1										-			
		Студент	4										—			
12	Оформление отчета ВКР	Руководитель	1												-	
		Студент	20										—	—	—	
13	Защита ВКР	Студент	1												-	

Общая продолжительность выполнения работ для преподавателя составила 10 раб. дн., для студента - 92 раб. дн.

8.2 Смета на осуществление научно-технической работы (НТР)

При расчете сметы НТР должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с ее выполнением. В процессе формирования сметы НТР используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТР;
- полная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

8.2.1 Материальные затраты НТР

Расчет материальных затрат осуществляется согласно формуле [2]:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (2)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (в нат. ед.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. $k_T = 0,15$.

Перечень стоимости материалов необходимых для данной разработки приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Материальные затраты

Наименование	Единица изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Электроды Ø2,6 и 3,2мм	кг.	5	254,6	1273
Катушки из стали 09Г2С, Ø325x8мм	шт.	6	800	4800
Итого				6073

С учетом транспортных расходов (5%), материальные затраты составят:

$$Z_M = 1,05 \cdot 6073 = 6,4 \text{ тыс. руб.}$$

8.2.2 Полная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом. Полная заработная плата определяется по формуле [3]:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (3)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [4]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 11);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [5]:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M}{T}, \quad (5)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

T- количество рабочих дней в месяце. T=26 дней, при 6-дневной рабочей неделе.

Месячный должностной оклад работника [6]:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot k_p, \quad (6)$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

Результаты расчета фонда заработной платы показаны в таблице 15.

Таблица 15 – Основная заработная плата

Исполнители	Должность, ученая степень	Трудоемкость выполнения работы $T_{исп}$, дн.	Оклад, руб/мес	Месячный должностной оклад, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Основная заработная плата исполнителя $Z_{осн}$, руб.
Руководитель	доцент, к.т.н.	10	33664	43763,2	1683	16830
Студент		91	12300	15990,0	615	55965
Итого						72797

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 12-15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы [7]:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (7)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,12 для студента и 0,15 для руководителя.

Результаты расчета дополнительной заработной платы приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Полная заработная плата

Исполнители	Коэффициент дополнительной заработной платы, $k_{\text{Доп}}$	Основная заработная плата исполнителя $Z_{\text{осн}}$, руб.	Дополнительная заработная плата исполнителя $Z_{\text{доп}}$, руб.	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	16832	2524,8	19300
Студент	0,12	55965	6715,8	62700
Итого		72797	9240,6	82000

В данном разделе были определены затраты на фонд заработной платы, который равен 72797 рублей и на дополнительную заработную плату – 9240,6 рублей.

8.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [8]:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (8)$$

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

В соответствии с "Налоговым кодексом Российской Федерации (часть вторая)" от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 01.05.2019) установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 82 = 24,8 \text{ тыс. руб.} \quad (9)$$

8.2.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и

телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина составляет 16 % от общей суммы НТР.

8.2.5 Формирование сметы на научно-техническую работу

Расчет сметы на разработку приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Смета на разработку технологического процесса

№	Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1	Материальные затраты	6,4	4,7
2	Затраты на полную заработную плату исполнителей	82,0	60,9
3	Отчисления во внебюджетные фонды	24,8	18,4
4	Накладные расходы	21,8	16,0
	ИТОГО	135,0	100,0

В данном разделе были определены основные статьи расходов на реализацию данного проекта. Таким образом, затраты на разработку НТР составили 135 тыс. руб., в том числе примерно 61% на оплату труда.

8.3 Оценка научного - технического уровня

Результатом НТР является достижение научно-технического, экономического и социального эффектов. Научно-технический эффект характеризует возможность использования результатов выполняемых исследований в других научных исследованиях и обеспечивает получение информации, необходимой для создания новой продукции. Оценка научной и научно-технической результативности НТР производится с помощью системы взвешенных балльных оценок. На основе оценок новизны результатов, их ценности, масштабам реализации определяется показатель научно-технического уровня по формуле [10]:

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \Pi_i, \quad (10)$$

где K_i - весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта, Π_i - количественная оценка i -го признака научно-технического уровня работы .

Значения весовых коэффициентов признаков научно-технического эффекта отражены в таблице 18.

Таблица 18 - Весовые коэффициенты признаков НТР

Признак научно-технического эффекта НТР(i)	Примерные значения весового коэффициента (K_i)
Уровень новизны	0,4
Теоретический уровень	0,1
Возможные реализации	0,5

Количественная оценка уровня новизны НТР определяется на основе значения баллов по таблице 19.

Таблица 19 - Количественная оценка уровня новизны НТР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8 - 10
Новая	По новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5 - 7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, определяют пути дальнейших исследований	2 - 4
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты которой носят информационный характер	1
Не обладающая новизной	Получен результат который ранее был известен	0

Теоретический уровень полученных результатов НТР определяется на основе значения баллов, приведенных в таблице 20.

Таблица 20 - Количественная оценка теоретического уровня НТР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установление закона; разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство и т.п.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера	2
Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств и отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5

Возможность реализации научных результатов определяется на основе значения баллов по таблице 21.

Таблица 21 - Возможность реализации научных результатов

Время реализации	Баллы
В течении первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль (министерство)	4
Народное хозяйство	10

Примечание: Баллы по времени и масштабам складываются

Результаты оценок признаков отображены в таблице 22.

Таблица 22 - Количественная оценка признаков НТР

Признак научно-технического эффекта НТР	Характеристика признака НТР	K_i	Π_i
Уровень новизны	Систематизируют и обобщают сведения, определяют пути дальнейших исследований	0,4	3
Теоретический уровень	Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера	0,1	2
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	0,5	12

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \Pi_i, \quad (11)$$

$$H_m = 0,4 \cdot 3 + 0,1 \cdot 2 + 0,5 \cdot 12 = 7,4 .$$

Таблица 23 - Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень научно-технического эффекта	Показатель научно-технического эффекта
Низкий	1 - 4
Средний	5 - 7
Сравнительно высокий	8 - 10
Высокий	11 - 14

В соответствии с таблицей 23 уровень научно-технического эффекта настоящей работы – средний.

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы была определена рабочая группа в составе двух исполнителей, разработан календарный план-график проведения НТР, по его результатам продолжительность выполнения работ для преподавателя составила 10 раб. дн., для студента - 92 раб. дн.

Кроме этого была рассчитана смета научно-технической работы, которая включает материальные затраты, затраты по основной и дополнительной заработной плате исполнителей, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы. Сумма по смете составила 135 тыс. руб.

Работа имеет средний уровень научно-технического эффекта.

9 Социальная ответственность

Социальная ответственность — это этический принцип, заключающийся в том, что для реализации общественного долга в процессе принятия решений необходим учёт не только интересов индивидов или организаций, принимающих эти решения, но и интересов, ценностей и целей широких социальных групп и общества в целом.

Объектом исследования является дефектный участок линейного трубопровод диаметром 328 мм толщиной стенки трубы 8 мм. Задачи исследования: анализ возможных опасностей при проведении сварочно-монтажных работ и последствий их воздействия на организм человека, анализ эффективных мероприятий по защите от выявленных опасностей.

9.1.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Регулирование трудовых отношений в соответствии с Конституцией РФ осуществляется: трудовым законодательством, состоящим из Трудового кодекса, иных федеральных законов и законов субъектов РФ, содержащих нормы трудового права; иными нормативными правовыми актами (указы Президента РФ; постановления Правительства РФ и нормативно правовые акты федеральных органов исполнительной власти), а также коллективными договорами, соглашениями и локальными нормативными актами.

9.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Производство сварочно-монтажных работ должно осуществляться с оформлением наряда-допуска на огневые работы. При производстве работ должен быть организован контроль воздушной среды на загазованность.

Применяемые при проведении работ сварочное оборудование, переносной электроинструмент, освещение, средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям правил устройства электроустановок, правил эксплуатации электроустановок потребителей.

К проведению сварочных работ и работ с переносным электроинструментом допускаются лица, прошедшие предварительное обучение, проверку знаний инструкций по охране труда.

Перед началом электросварочных работ необходимо проверить исправность изоляции сварочных кабелей и электрододержателей, а также плотность соединений всех контактов.

Кабели, подключенные к сварочным аппаратам, распределительным щитам и другому оборудованию, а также в местах сварочных работ, должны быть надежно изолированы от действия высокой температуры, химических воздействий и механических повреждений.

Переносной электроинструмент, светильники, ручные электрические машины должны быть подключены только через устройство защитного отключения (УЗО).

На корпусе электросварочного аппарата должен быть указан инвентарный номер, дата следующего измерения сопротивления изоляции и принадлежность подразделению.

Запрещается проведение сварочных работ во время снега или дождя без применения навеса над местом производства работ и ветра со скоростью свыше 10м/сек.

Запрещается проведение сварочно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в грозу.

При оставлении места работы сварщик должен отключить сварочный аппарат.

При транспортировании газовых баллонов на них должны быть накручены колпаки, кроме того, на баллонах с горючими газами на боковом штуцере должны быть установлены заглушки.

Совместная транспортировка кислородных баллонов и баллонов с горючими газами не допускается. В исключительных случаях допускается одновременная транспортировка не более 10 баллонов с кислородом и горючими газами (суммарно).

Баллоны должны подвергаться техническому освидетельствованию. На горловине баллона должна быть выбита дата следующего освидетельствования. Использование баллонов с истекшим сроком освидетельствования не допускается.

Расстояние от баллонов до источников открытого огня должно составлять не менее 5м. Баллоны должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

Редукторы, используемые для снижения давления, должны быть окрашены в тот же цвет, что и баллон. Пользоваться редукторами, имеющими неисправные или с истекшим сроком поверки манометры – запрещается. Замерзшие редукторы допускается отогревать только горячей водой. Запрещается подогревать баллоны для повышения давления.

Периметровое ограждение должно быть реализовано с использованием ограждений или чувствительного защитного оборудования в соответствии с НД.

9.2 Производственная безопасность

В данном пункте проведем анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать на строительной площадке при проведении сварочно-монтажных работ или эксплуатации проектируемого РВС.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015.

Таблица 24 – Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	

1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	<p>Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по ГОСТ 12.1.005-88.</p> <p>Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-2014 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002.</p> <p>Нормы освещенности по СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1) для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК.</p> <p>Знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками).</p> <p>ГОСТ Р 54578-2011 Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие</p>
2. Превышение уровня шума и вибрации		+	+	
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
5. Повышенная яркость света при осуществлении процесса сварки		+	+	
6. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение		+	+	
7. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	
8. Повышенная температура обрабатываемого материала, деталей, наружной поверхности оборудования и внутренней поверхности замкнутых пространств, расплавленный металл;		+	+	
9. Физические и нервно-психические перегрузки	+	+	+	

10. Падающие предметы (элементы оборудования) и инструмент	+	+	+	<p>принципы гигиенического контроля и оценки воздействия.</p> <p>СП 2.2.2.1327-03</p> <p>Гигиенические требования к</p>
11. Движущиеся транспортные средства, грузоподъемные машины, перемещаемые материалы и инструмент	+	+	+	<p>организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту</p> <p>СанПиН 2.2.4.3359-16</p> <p>"Санитарно-</p>
12. Пожароопасность	+	+	+	<p>эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"</p> <p>ПРИКАЗ от 12 апреля 2011 года N 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (с изменениями на 6 февраля 2018 года)</p>

9.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

9.2.1.1 Микроклимат

На рабочих местах большое значение отводится созданию допустимых комфортных условий труда, которое обеспечиваются параметрами микроклимата и степенью запыленности воздуха.

Оптимальные параметры микроклимата — такое сочетание температуры, относительной влажности и скорости воздуха, которое при длительном и систематическом воздействии не вызывает отклонений в состоянии человека.

По ГОСТ 12.1.005-88 установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ $q_{\text{пдк}}$ (мг/м³) в воздухе рабочей зоны производственных помещений. Вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на четыре класса. Сварочные работы относятся к 1 классу опасности. Сварочная пыль на 99% состоит из частиц размером 10^{-3} ...1мкм, около 1% – 1...5мкм, частицы размером более 5мкм составляют всего десятые доли процента. Химический состав выделяющихся при сварке загрязнений зависит в основном от состава сварочных материалов (проволоки, покрытий, флюсов) и в меньшей степени от состава свариваемых металлов. В состав сварочного аэрозоля входят соединения хрома, марганца, фториды и др. Пыль, образующаяся при сварке, а также шлифовании, может быть причиной профзаболеваний.

Наиболее частыми профессиональными заболеваниями сварщиков являются:

- пылевой бронхит;
- пневмокониоз;
- бронхиальная астма;
- профессиональная экзема;
- нейротоксикоз (интоксикация марганцем).

Признаками отравления обычно являются: головокружение, головные боли, тошнота, рвота, слабость, учащенное дыхание и др. Отравляющие вещества могут также откладываться в тканях организма человека и вызывать хронические заболевания.

Мероприятиями по борьбе с загрязнениями воздуха служат внедрение новых марок покрытий электродов и порошков с наименьшими токсичными свойствами; приточно-вытяжная вентиляция; устройство передвижных отсосов; приток свежего воздуха от воздухопроводов через электрододержатель или шлем; пользование респиратором с химическим фильтром, а иногда и противогазом.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Движение воздуха в помещениях является важным фактором, влияющим на тепловое самочувствие человека. Относительная высокая скорость воздуха (более 0,3-0,5) может мешать технологическому процессу при сварке в среде защитных газов. В сварочном цехе значения микроклимата не должны превышать допустимых значений, приведенных в таблице 25.

Таблица 25 – Оптимальные нормы микроклимата в сварочном цеху

Сезон года	Температура, °С	Относ. влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более	Температура воздуха вне постоянных рабочих мест, °С	Тепловое облучение, Вт/м ²
Холодный и переходный периоды	18-20	60-40	0,2	13-24	800-1000
Теплый период	21-23	60-40	0,3	24-28	1000-1500

При выполнении указанных мероприятий, условия труда на строительной площадке по микроклимату и воздействию среды соответствуют допустимым нормам.

9.2.1.2 Шум и вибрация

Производственный шум, это сочетание различных по частоте и силе звуков. Вибрация — механические колебания материальных точек или тел.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- движущиеся транспортные средства, грузоподъемные машины;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток, шабер, машинка ручная шлифовальная и др.

Потенциальные последствия шумового воздействия на организм человека:

- потеря слуха;
- потеря равновесия;
- потеря понимания ситуации, дезориентация;
- любые другие последствия (например, механические) воздействия на условия окружающей среды или отвлечение внимания.

Если уровень шума не снижается в пределах нормы, используются индивидуальные средства защиты (наушники, шлемофоны).

Источниками вибраций на производстве является различное производственное оборудование.

Последствия вредного воздействия вибрации на организм человека: утомление;

- неврологическое поражение;
- сосудистые нарушения;
- соударения.

Предельно допустимые нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8ч) приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_o, Y_o, Z_o			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с · 10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

Методы снижения вибрации: снижение вибрации в источнике ее возникновения, конструктивные методы (виброгашение, вибродемпфирование - подбор определенных видов материалов,

виброизоляция). Виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на фундаментах. Для защиты от вибраций на автоматических и полуавтоматических установках установлены виброизоляции.

При механизации сварочного производства, а также применении указанных методов для снижения вибрации на рабочем месте, условия труда на строительной площадке соответствуют допустимым нормам.

9.2.1.3 Освещение

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

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывает человек, должно быть предусмотрено естественное освещение, создаваемое светом неба.

В вечернее или ночное время, а также при недостаточности естественного освещения в дневное время применяют искусственное освещение, создаваемое электрическими лампами. Для сборочно-сварочных мест можно применять общее или комбинированное (общее и местное) освещение. Общее освещение может быть равномерным или локализованным.

Уровень освещенности должен быть не менее 500Лк (см. ИСО 8995-1).

Освещение рабочей зоны на строительной площадке соответствует установленным требованиям.

9.2.1.4 Повышенная яркость света. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение

В процессе электросварки сварочной дугой излучается свет различных диапазонов.

Спектр излучения сварочной дуги включает в себя диапазон инфракрасных волн (3430–750нм), видимый диапазон (750–400нм) и ультрафиолетовый диапазон (400–180нм).

Интенсивность оптического излучения сварочной дуги и его спектральные характеристики зависят от мощности дуги, способа сварки, вида сварочных материалов, защитных и плазмообразующих газов.

Ультрафиолетовое излучение не воспринимается глазом человека и поэтому опасно вдвойне. Ультрафиолетовое излучение, прежде всего, действует на глаза, вызывая повреждение роговицы, хрусталика и сетчатки, что приводит к необратимым последствиям и потере зрения.

Слепящая яркость видимого света при высокой интенсивности облучения также вредно воздействует на глаза. Особенно опасна синяя часть спектра излучения дуги или газового факела, которая в сочетании с воздействием инфракрасного излучения вызывает фотохимические повреждения сетчатки глаза.

Инфракрасное излучение также, как и ультрафиолетовое, не воспринимается глазом человека. Инфракрасное излучение, особенно длинноволновое поглощается тканями организма человека, вызывая их нагрев, который может привести к ожогам. При отсутствии средств индивидуальной защиты воздействие теплового излучения с интенсивностью, превышающей допустимый уровень, может привести к нарушениям терморегуляции, тепловому удару.

Допустимая плотность потока энергии электромагнитного излучения оптического диапазона (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного) на рабочих местах должна соответствовать требованиям, установленным соответствующими нормативными правовыми актами представлено в таблице 27.

Таблица 27 – Допустимые уровни оптической облученности при сварочной операции

Область спектра	Область излучения	Длина волны, мкм	Допустимая плотность потока излучения, Вт/м ²
Ультрафиолетовая	С	200-280	0,001
Ультрафиолетовая	В	280-315	0,01
Ультрафиолетовая	А	315-400	10,0
Видимая		400-760	В соответствии со СП 52.13330.2016 естественное и искусственное освещение.
Инфракрасная		760-1000	

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги. Спецдежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Использование СИЗ при работе на строительной площадке позволяет сократить воздействие вредных факторов на организм.

9.2.1.5 Электроопасность

Согласно ПУЭ все электроустановки по условиям электробезопасности принято разделять на 2 группы:

- электроустановки напряжением до 1000В (1кВ);
- электроустановки напряжением выше 1000В (1кВ).

В нашем случае применяемое сварочное оборудование: ВДМ 201, напряжения 220/380В, а также УШМ, работающая от напряжения 220В., следовательно, оборудование относится к 1 категории опасности.

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на металлических конструкциях сооружений и т.д.); чаще всего это происходит вследствие повреждения изоляции;
- возможность прикосновения к незаземленным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;
- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;
- прочие причины: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на установку, где работают люди, оставление установки под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

В качестве обеспечения вопросов электробезопасности для наиболее актуальны:

- молниезащита;
- защита от статического электричества;
- защитное заземление.

Меры защиты от электротравм:

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
- устройства дистанционного управления;
- предохранительные устройства;
- молниеотводы и разрядники;
- знаки безопасности.

Применение указанных защитных мер обеспечивает электробезопасность при монтаже и сварочном производстве РВС.

9.2.1.6 Повышенная температура обрабатываемого материала, изделий, наружной поверхности оборудования и внутренней поверхности замкнутых пространств, расплавленный металл.

Причины опасного воздействия:

- горячие поверхности, связанные с рабочим органом, оборудованием или обрабатываемой деталью;
- взрывоопасная атмосфера, вызванная технологическим процессом. например, окраска (распыленные частицы, порошковая окраска), огнеопасные растворители, пыль при шлифовке и фрезеровании;
- огнеопасные материальные объекты (внутри пылеулавливающих систем, промывочных ванн, установок герметизации)

Последствия воздействия:

- ожоги (от горячего или холодного);
- лучевое поражение.

Для предотвращения получения ожогов при сварочных работах используются индивидуальные средства защиты.

При электросварочных работах основным таким приспособлением является защитная маска, смотровое отверстие которой оснащено светофильтром, задерживающим инфракрасные и ультрафиолетовые лучи и снижающим яркость светового потока дуги. Выбор светового фильтра производят в зависимости от мощности дуги и способа сваривания. Для защиты от ожогов кожного покрова применяют брезентовую спецодежду и рукавицы. Запрещается выполнять сварочные работы с закатанными рукавами и расстегнутым воротом. Спецодежда и обувь сварщика должны обеспечивать оптимальный теплообмен организма при работе с физическими нагрузками, эффективно защищать от брызг расплавленного металла и опасных метеофакторов, иметь оптимальные весовые характеристики, не стеснять свободу движений, отвечать эстетическим требованиям.

Для защиты ног следует применять кожаную (летом) или войлочную (зимой) обувь, защищающую от теплового излучения, холода, искр, брызг расплавленного металла.

Руки защищают рукавицами от теплового излучения, контакта с нагретыми выше 45°C поверхностями, от низких температур и сварочных брызг.

Для защиты окружающих от светового потока и искр расплавленного металла используют перегородки, переносные ширмы и т.д.

Использование СИЗ при работе на строительной площадке позволяет сократить воздействие вредных факторов на организм.

9.2.1.7 Вредные психофизиологические факторы

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки.

Физические перегрузки подразделяются на:

- статические;

- динамические.
- нервно-психические перегрузки подразделяются на:
 - умственное перенапряжение;
 - перенапряжение анализаторов;
 - монотонность труда;
 - эмоциональные перегрузки.

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам.

Статические и динамические физические нагрузки у сварщиков при ручной и полуавтоматической сварке вызывают перенапряжение нервной и костно-мышечной систем организма. Статические нагрузки зависят от массы сварочного инструмента (электрододержателя, шлангового держателя полуавтомата), гибкости шлангов и проводов, длительности непрерывной работы и поддержания рабочей позы (стоя, сидя, полусидя, стоя на коленях, лежа на спине).

Наибольшие физические нагрузки ощущаются при выполнении сварочных работ полусидя и стоя при сварке в потолочном положении или лежа на спине в труднодоступных местах.

Динамическое перенапряжение связано с выполнением тяжелых вспомогательных работ: доставка на рабочее место заготовок, сварочных материалов, подъем и переноска приспособлений, поворот свариваемых узлов. Такие нагрузки приводят к утомляемости сварщиков и ухудшению качества сварных швов.

Нервно-психические нагрузки приводят к перенапряжению зрительных анализаторов и возникновению нервно-эмоционального напряжения у сварщиков. Эти нагрузки зависят от напряжения зрения, вызванного непрерывными наблюдениями за недостаточно контрастными элементами зоны сварки небольших размеров (сварочная ванна, зазор в стыке, глубина кратера, шов, затвердевает и т.д.), ответственностью за высокое качество

сварных соединений и сложностью работы. Перенапряжение зрительных анализаторов может привести к усталости и как следствие - к нарушению сократительной функции мышц глаз. Нервно-эмоциональное напряжение может нарушить функциональное состояние сердечно-сосудистой и центральной нервной систем (повышение артериального давления, изменение латентного (скрытого) периода двигательной-моторной реакции).

Профилактика физиологической перегрузки: механизация и автоматизация труда, рационализация рабочей позы, производственная гимнастика, временное переключение на другую работу, обучение правильным методам и приемам работы, периодические медицинские осмотры и др.

Технологические меры - создание наиболее благоприятных технологических условий для уменьшения утомляемости (механизация, автоматизация, улучшение технических характеристик аппаратуры, инструментов и т.д.)

Рационализация трудового процесса (экономичность, ритмичность, перерывы, отдых и т.д.). Режим работы играет важную роль и определяется тяжестью работы: чем тяжелее работа, тем перерывы чаще и короче. В течение рабочего дня необходим большой перерыв (обеденный). Хороший эффект дает также производственная гимнастика.

Рационализация санитарно-гигиенических условий.

Повышение квалификации (тренированности) работников. Высококвалифицированные рабочие обычно утомляются позже.

9.2.1.8 Комбинации опасных факторов.

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная взаимосвязь. Например, чрезмерная влажность в производственном помещении и наличие токопроводящей стружки (вредные факторы) повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

Причины комбинированного воздействия опасных факторов на человека:

- опасности, вызванные многочисленными отказными ситуациями;
- неправильное понимание реальной проблемы или сложной проблемы и выполнение неправильных или ненужных действий;
- выполняемое действие повышает серьезность вреда;
- непреднамеренное открывание удерживающих устройств, вызывающее перемещение объектов под действием остаточных сил (инерции, тяжести, пружин, накопленной энергии);
- неисправность устройства обеспечения безопасности, не позволяющая ему работать надлежащим образом.
- устройства, обеспечивающие безопасность работы человека:
- стационарные или чувствительные ограждения вокруг рабочего пространства.

Производство сварочно - монтажных работ при ремонте трубопроводов должно быть спроектировано так, чтобы снизить воздействие потенциальных опасностей на персонал.

9.2.1.9 Специальная оценка условий труда (СОУТ).

Сама спецоценка условий труда заключается в выявлении и измерении вредных и опасных производственных факторов. По ее итогам каждому проверенному рабочему месту присваивается один из четырех классов опасности. Выбор класса зависит от наличия и интенсивности влияния на работника указанных отрицательных факторов.

Работникам, чьи рабочие места признаны вредными или опасными (3-4 класс) полагаются различные гарантии и компенсации в соответствии с ТК РФ и другими нормативными актами:

- сокращенное рабочее время (ст. 92 ТК РФ).
- повышенные тарифные ставки (ст. 146, 147 ТК РФ).
- дополнительные отпуска (ст. 117 ТК РФ).

- досрочный выход на пенсию (ст. 27 закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в РФ»).
- ограничения для работы на таких местах женщин и несовершеннолетних (ст. 253, 265 ТК РФ).
- регулярные медосмотры (ст. 213 ТК РФ).
- предоставление средств индивидуальной защиты.
- выдача молока и лечебно-профилактического питания (ст. 222 ТК РФ).

Своевременное проведение СОУТ способствует выявлению и сокращению рисков путем разработки и внедрения мероприятий по охране труда и улучшению его условий.

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.

Источники загрязнения окружающей среды:

- металлические отходы;
- вредные вещества, выделяемые при сварке (пыль, газ, аэрозоли окисей металлов, входящих в состав сварочных материалов).

Для утилизации металлических отходов используются специальные контейнеры. После наполнения контейнеров, отходы отправляются на переработку.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30% вредных веществ.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха.

Большое значение для оздоровления воздушной среды имеет надежная герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества. Через неплотности в соединениях, а также вследствие газопроницаемости материалов происходит истечение находящихся под давлением газов.

9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

- пожары, взрывы.

В ходе работы есть вероятность выхода из строя оборудования, что может привести к пожару и даже взрыву. Должны быть проведены и хорошо отработаны следующие превентивные меры при возникновении такой ЧС как пожар:

- прогнозирование пожара;
- порядок информирования вышестоящих организаций при возникновении пожара;
- разработка мероприятий по ликвидации пожара;
- правила поведения персонала при пожаре;
- ликвидация последствий пожара и защита персонала.

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения.

На участке проведения сварочно-монтажных работ должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители расположены на видных местах вблизи производства сварочных работ.

Персонал, отвечающий за проведение ремонтных работ и работ, связанных с устранением последствий пожара должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты кожных покровов и органов дыхания.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана технология ремонта дефектного участка линейного трубопровода диаметром 325 мм и толщиной стенки трубы 8 мм, с применением ручной дуговой сварки электродами с основным типом покрытия с модуляцией сварочного тока.

В ходе выполнения данной работы были выбраны сварочные материалы для выполнения работ, а именно электроды LB52U, также источник питания ВД-306 с крутопадающей вольтамперной характеристикой для получения качественных сварных соединений. Применен модулятор сварочного тока ИРС300РП, при помощи которого обеспечивается качественная сварка во всех пространственных положениях и повышается интенсивность плавления основного и электродного металла, снижаются потери на разбрызгивание.

Произведен анализ опасных и вредных производственных факторов, возникающих при проведении работ, рассмотрены технические мероприятия, направленные на обеспечение безопасной жизнедеятельности и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций.

Подводя итог, можно отметить, что использование выбранной технологии ремонта позволяет получить качественные сварные соединения и является наиболее оптимальным решением по восстановлению дефектных участков линейных трубопроводов при меньших затратах на обучение сварщиков и существенному снижению количества дефектов в сварных швах за счёт применения модулированного тока.

Список использованных источников

1. А.с. 100898 СССР 450109\К-578. Способ сварки тонколистовой стали электрической дугой. // М.П. Зайцев. – Оpubл. в Б.И., 1995. - №7.
2. Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный. Технология дуговой сварки с модуляцией параметров режима. // Автоматическая сварка, 1991. - №12, 63с.
3. Т.Г. Шигаев. О терминологии сварки модулированным током. Автоматическая сварка, 1991. - №8, 21с.
4. В.Н. Липодаев, В.В. Снисарь, В.П. Елагин, В.С. Сидорук. Влияние модуляции сварочного тока на структуру и трещиностойкость швов. // Автоматическая сварка, 1991. - №8, 21с.
5. Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный. Зависимость химического состава металла шва от параметров режима ручной дуговой сварки модулированным током. // Автоматическая сварка, 1989. - №2, 41с.
6. А.с. 619307. Устройство для модуляции тока сварочного генератора. // Князьков А.Ф., Сараев Ю.Н.
7. А.с. 727361. Устройство для ручной дуговой сварки модулированным током. // Князьков А.Ф., Сараев Ю.Н., Шиков В.П., Дедюх Р.И., Долгун Б.Г., Азаров Н.А., Ушаков С.В. Оpubл. в Б.И., 1980 - №14.
8. Б.Е. Патон, А.Г. Потапьевский, Н.В. Подола. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом с программным регулированием процесса. // Автоматическая сварка, 1964. - №1, С.1-6.
9. А.с. 768108 СССР. Способ электродуговой сварки с короткими замыканиями дугового промежутка. // Князьков А.Ф., Сараев Ю.Н., Дедюх Р.И.
10. А.с. 521089 СССР. Способ импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом. // Зайцев А.И., Князьков А.Ф., Дедюх Р.И. Оpubл. в Б.И. 1976. - №26.
11. А.с. 603520 СССР. Способ ручной дуговой сварки. // Казакевичюс Ч.А., Лаужадис А.И. Оpubл. в Б.И. 1978. - №15.

12. А.с. 904934 СССР. Способ ручной дуговой сварки модулированным током. // Князьков А.Ф., Мазель Л.Г., Дедюх Р.И., Бюл. №6, 15.02.82.
13. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
14. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. –36 с.
15. Клещева И.В. Оценка эффективности научно-исследовательской деятельности студентов. –СПб: НИУ ИТМО, 2014. –91 с.
16. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования
17. ГОСТ 12.1.035-81 ССБТ. Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений
18. ГОСТ Р 12.4.234-2012 ССБТ. Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги. Общие технические требования и методы испытаний
19. ГОСТ Р 12.4.238-2007 ССБТ. Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах