

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

Институт Электронного образования
Специальность Оборудование и технологии сварочного производства
Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология автоматической сварки под слоем флюса продольного сварного соединения цилиндрической заготовки

УДК 621.791.753.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Щипков К.Ю.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крекутулева Р.А.	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт дистанционного образования
 Направление подготовки (специальность) оборудование и технология сварочного производства
 Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ОТСП
 _____ « » _____ 2017 Киселев А.С.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Щипков Кирилл Юрьевич

Тема работы:

Технология автоматической сварки под слоем флюса продольного сварного соединения цилиндрической заготовки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	20.04.2017, №2789/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Технология автоматической сварки под слоем флюса стали 10Г2ФБЮ</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i></p>	<p>Обзор литературы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическая часть Задачи и метод исследования 2. Проектная часть Технология сборки и сварки 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 4. Социальная ответственность 5. Заключение
<p><i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Титульный лист (название работы) 2. Задачи и метод исследования 3. Сварочные материалы и оборудование 4. Технология сборки и сварки 5. Микротвердость 6. Микроструктура 7. Экономическая часть и социальная ответственность 8. Выводы
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Литературный обзор 1 Аналитическая часть 2 Проектная часть 3 Выводы	Крекутулева Раиса Алексеевна
5 Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна
6 Социальная ответственность	Сопруненко Элина Евгеньевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крекутулева Р.А.	к.ф.-м.н.		30.01.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Щипков К.Ю.		30.01.2017

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

Институт Электронного образования
 Направление подготовки 150301 Оборудование и технологии сварочного производства
 Уровень образования Высшее
 Кафедра Оборудование и технологии сварочного производства
 Период выполнения (весенний семестр 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа <small>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)</small>
--

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.04.2017	Обзор литературы	25
14.04.2017	1 Аналитическая часть	5
02.05.2017	2 Проектная часть	35
16.05.2017	Выводы	10
24.05.2017	3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.2017	4 Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крекутулева Р.А.	к.ф.-м.н.		30.01.2017

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		30.01.2017

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Щипков Кирилл Юрьевич

Институт	ИнЭО	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Рассчитана стоимость материальных затрат Рассчитаны затраты на специальное оборудование Рассчитаны затраты на оплату труда Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды Рассчитаны накладные расходы</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы 30,2%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определена эффективность на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>Альтернативы проведения НИ</i> 4. <i>График проведения и бюджет НИ</i> 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i> 	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова Кристина Алексеевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Щипков Кирилл Юрьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Щипков Кирилл Юрьевич

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	ОТСП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	<i>Описание рабочего места оператора ПК.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<p><i>1. При работе в лаборатории сварке, присутствуют следующие вредные и опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - производственный шум; - ультрафиолетовое и инфракрасное излучение; - освещенность рабочего места; - ожоги при сварке; - запыленность и загазованность рабочей зоны; - электробезопасность (расчет защитного заземления); - пожар взрывобезопасность (источники, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). <p><i>1.1 Электробезопасность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет защитного заземления. <p><i>1.2 Пожаробезопасность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные причины возникновения пожаров; - анализ помещения по категориям взрывопожарной и пожарной опасности; - меры при возникновении пожароопасной ситуации.
2. Экологическая безопасность:	<p><i>2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p><i>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор и описание рекомендуемых действий при одной из ЧС(пожар). <p><i>Сварочный комплекс «Линкольн электрик» является сложным техническим устройством, которое отличается повышенной пожарной опасностью. В ходе работы установки есть вероятность возгорания.</i></p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для оператора ПК) правовые нормы трудового законодательства; - место оператора ПК в эргономической системе.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Сопруненко Э.Е.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Щипков Кирилл Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит страниц 126, рисунков 24, таблиц 30, 63 формул, приложение А.

Ключевые слова: трубопроводная арматура, цилиндрическая заготовка, автоматическая сварка под флюсом, 10Г2ФБЮ.

Объектом исследования является технология автоматической сварки детали «цилиндрическая заготовка».

Цель работы – разработка технологии автоматической сварки под слоем флюса продольного сварного соединения цилиндрической заготовки.

В процессе исследования проводились: расчет режимов автоматической сварки под флюсом продольного шва цилиндрической заготовки, физико-механические испытания, металлографические исследования, неразрушающий контроль.

В результате исследования технология сварки была модернизирована, что непосредственно повлияло на качество сварного соединения, а также, как следствие, отразилось на экономической составляющей данного процесса.

Область применения: магистральные и обвязочные трубопроводы, запорная арматура.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	17
Обзор литературы	19
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	20
1.1 Анализ базовой технологии	20
1.1.1 Описание базовой технологии.....	20
1.1.2 Свойства применяемой стали	21
1.2 Автоматическая сварка под слоем флюса	26
1.2.1 Общие сведения	26
1.2.2 Достоинства и недостатки.....	28
1.3 Задачи и метод исследования	28
1.3.1 Теоретический анализ.....	30
1.3.2 Факторы риска.....	35
1.3.3 Сварочные материалы и оборудование	35
2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ	41
2.1 Параметры режимов сварки.....	41
2.2 Расчет ожидаемого химического состава.....	50
2.3 Расход сварочных материалов при автоматической сварке под слоем флюса.....	52
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	71
3.1 Анализ спроса и предложения на рынке услуги.....	72
3.2 Определение качества технологического процесса	73
3.3 Комплексный анализ проекта посредством SWOT-анализа	75
3.4 Структура работы в рамках научного исследования	79
3.5 Определение трудоемкости выполнения работ	80
3.6 Разработка графика проведения научного исследования	83
3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	87

3.8 Расчет затрат на специальное оборудование для научных.....	89
(экспериментальных) работ	
3.9 Основная заработная плата исполнителей темы	91
3.10 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	94
3.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	94
3.12 Накладные расходы	95
3.13 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	96
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	104
4.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте	104
4.1.1 Производственный шум	105
4.1.2 Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение.....	106
4.1.3 Освещенность рабочего места	106
4.1.4 Ожоги при сварке	107
4.1.5 Запыленность и загазованность рабочей зоны.....	107
4.1.6 Электробезопасность. Расчет защитного заземления	110
4.1.7 Пожаровзрывобезопасность.....	113
4.2 Экологическая безопасность.....	114
4.2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду ...	114
4.2.2 Мероприятия по защите окружающей среды	114
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	115
4.3.1 Землетрясение	116
4.3.2 Аварии на гидротехнических сооружениях	117
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	118
Список использованных источников	121

Сокращения

АФ – автоматическая сварка под слоем флюса

ВИК – визуально-измерительный контроль

КСС – контрольно-сварное соединение

РК – радиографический контроль

СИЗ – средства индивидуальной защиты

СТ - стандарт

ТУ – технические условия

УЗК – ультразвуковой контроль

УФ – ультрафиолетовое излучение

ЦД – цветная дефектоскопия

КСU, КСV – ударная вязкость, с определенным концентратором

Термины и определения

В настоящей дипломной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Автоматическая сварка: сварка, осуществляемая автоматом, работающей по заданной программе, без вмешательства человека.

Горячий проход: слой шва, осуществляемый сразу после корневого слоя, который не успел остыть ниже установленной температуры.

Заполняющие слои: часть сварного шва между корневым и облицовочным слоями шва.

Зона термического влияния: зона основного металла вокруг сварного шва которая не подверглась расплавлению, микроструктура и свойства которого изменились за счет нагрева.

Корневой шов: часть сварного шва, выполняемая как правило первым проходом в разделке.

Металл шва: сформированный сплав основного и наплавленного металла или только основного металла.

Многослойный шов: сварной шов, выполняемый за два или большее число слоев.

Наплавленный металл: присадочный расплавленный металл, наплавленный на основной металл.

Непровар: несплавление основного металла по всей длине шва или на участке, возникающее вследствие неспособности расплавленного металла проникнуть в корень соединения (по ГОСТ 30242).

Облицовочный слой шва: часть сварного шва, выполняемого после сварки заполняющего слоя.

Обратная полярность: полярность, при которой объект сварки подключается к отрицательному полюсу источника питания, а электрод к положительному.

Прямая полярность: полярность, при которой объект сварки подключается к положительному полюсу источника питания, а электрод к отрицательному.

Проход при сварке: единичное перемещение дуги при сварке в одном направлении.

Притупление кромки: торцевая часть обработанной кромки.

Разделка кромок: форма кромок необходимая для сварки.

Сварной шов: кристаллизовавшийся участок расплавленного металла в сварном соединении.

Слой сварного шва: один или несколько валиков находящихся на одном уровне поперечного сечения сварного шва.

Скос кромки: прямолинейный наклонный срез кромки, подлежащей сварке (по ГОСТ 2601).

Стык: неразъемное соединение, выполненное сваркой (по ГОСТ 2601).

Нормативные документы

В настоящей выпускной квалификационной работе использованы ссылки на следующую нормативную документацию:

- ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда.

Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;

- ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

- ГОСТ 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда.

Электробезопасность. Термины и определения;

- ГОСТ 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда.

Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

- ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия;

- ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения;

- ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Методы определения величины зерна;

- ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения

механических свойств;

- ГОСТ 7512-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные.

Радиографический метод;

- ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные

типы, конструктивные элементы и размеры;

- ГОСТ 9087-81 Флюсы сварочные плавные. Технические условия;

- ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие

технические требования;

- ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Рабочее место оператора.

Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования;

- ГОСТ 30242-97 Дефекты соединений при сварке металлов плавением. Классификация, обозначение и определение;

- ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные.

Методы ультразвуковые;

- СТ ЦКБА 025-2006 Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования;
- РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю;
- СанПин 2.2.2.4.1340–03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;
- СанПин 2.2.4.3359-2016 Шум. Вибрация. Инфразвук. Ультразвук;
- СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение;
- СТО ТПУ 2.5.01-2006 Работы выпускные квалификационные, проекты и работы. Курсовые. Структура и правила оформления.

Введение

На сегодняшний день трубопроводный транспорт является наиболее экономичным, а в случае транспорта газообразных веществ – единственным видом транспорта для перемещения материальных потоков. В то же время, это один из самых дорогостоящих и металлоемких видов транспорта. В условиях бесперебойной работы он является экологически чистым видом транспорта, но при авариях может нанести непоправимый вред окружающей среде. Поэтому необходимо уделить особое внимание качеству и надежности, а также эффективности работы трубопроводов и запорной арматуры при их проектировании, производстве и эксплуатации.

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является одношовная прямошовная цилиндрическая заготовка для тройников.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и сварки продольного сварного соединения цилиндрической заготовки для тройников с номинальным диаметром 1030 мм и классом прочности К60.

Данная разработка является потенциальной альтернативой существующей сварочной технологии. Актуальность вопроса подтверждают многочисленные рекламации и неудовлетворительный уровень брака при изготовлении с применением базовой технологии. Таким образом, разработка или модернизация технологии сварки при изготовлении детали «цилиндрическая заготовка» является требованием времени.

В связи с этим, в данной выпускной квалификационной работе предложены расчеты для автоматической сварки под слоем флюса, которые оптимально подходят к выполнению сварочных работ продольного сварного соединения детали «цилиндрическая заготовка».

Научное, техническое и практическое значение данной разработки обусловлено необходимостью модернизации сварочного процесса в связи с нарастающим спросом на более качественную трубопроводную арматуру.

Исходя из вышесказанного, определены следующие задачи данной дипломной работы:

- Проанализировать текущий процесс сварки, выявить его недостатки;
- Разработать и рассчитать процесс сварки под слоем флюса оптимальный для данного изделия и марки стали;
- Произвести на практике процесс сварки контрольно-сварного соединения (далее КСС) по разработанной технологии в данной выпускной квалификационной работе;
- Произвести испытания на определение механических свойств и микроструктуры полученного сварного соединения и проанализировать их;
- Рассчитать ресурсоэффективность данного исследования;
- Сделать соответствующие выводы и обозначить перспективы дальнейшего развития данной разработки.

С целью достижения поставленных задач выбраны наиболее рациональные методы и средства проведения данного исследования:

- Анализ;
- Синтез;
- Аналогия;
- Дедукция.

Согласно поставленной цели и задачам данной работы предполагается получить модернизированную технологию сварки с оптимальной микроструктурой и механическими свойствами сварных соединений итоговой детали «цилиндрическая заготовка».

Обзор литературы

При написании данной работы были использованы: научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях Российской Федерации, СНГ и ряде зарубежных стран, нормативно-правовые акты Российской Федерации и Республики Казахстан.

Основными источниками, раскрывающими теоретические основы термомеханических процессов в зоне сварного шва на стадии остывания, а также расчет остаточных термических напряжений при многопроходной сварке, явилась работа [1] Крехтулевой Р.А. Черепанова О.И. Черепанова Р.О. и другие работы этих авторов. На основе данных работ в дипломной работе проведен анализ внутренних напряжений при сварке. Проведен ряд экспериментов с внутренними напряжениями после сварки кремнево-марганцевых сталей классом К60, а также изучен вопрос распределения напряжений при различных приемах автоматической сварки под слоем флюса, что, в свою очередь, положительно сказалось на результате исследования.

Подробно рассмотрены и проведены необходимые расчеты режимов и выстроена технология сварки по работе Трущенко Е.А [2].

За основу основ технологии сварки взяты книги Патона Б.Е. [6] и Акулова А.И. [4]. В данных трудах подробно описан опыт применения сварки плавлением, откуда взяты основные данные для реализации и разработки технологии автоматической сварки под флюсом, применяемой для сварки сталей класса К60 (Сталь 10Г2ФБЮ). Это позволило раскрыть основные критерии в выборе сварочных материалов и оборудования.

Так же при проведении данной выпускной квалификационной работы были использованы материалы следующих авторов: Шалимова М.П., Панова В.И. [5], Бабенко Э.Г., Казановой Н.П. [7], Братковой О.Н. [8], Николаева Г.А. [9] и др.

1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Анализ базовой технологии сварки

1.1.1 Описание базовой технологии

За основу исследования была принята базовая технология автоматической сварки под слоем флюса продольных швов заготовок из стали 10Г2ФБЮ классом прочности К60. Технология включала в себя применение флюсовой подушки для выполнения корневых проходов при конструкции сварного соединения с разделкой С25 согласно ГОСТ 8713. Применение комбинированной технологии либо применение механизированной сварки недопустимо ввиду большой толщины изделий и соответственно большой длины сварных соединений. Исходя из различных типов размеров, применение других видов сварки явилось не целесообразным: толщина стыкуемых деталей от 40 до 60 мм включительно, размер условного прохода Ду 1030, а длина заготовок от 840 до 1680 мм. Концепция базовой технологии сварки заключалась в следующем:

- применение автоматической сварки под слоем флюса, используя флюсовую подушку для выполнения корневых проходов, что не характерно для данного типа разделки;
- использование приема полного заполнения одной из разделок, т.е. выполнение сварки внутренней разделки с выборкой корневой части и последующей сваркой наружной части разделки;
- использование режимов сварки, подобранных экспериментальным путем;
- выполнение подогрева перед сваркой, что обусловлено эквивалентом углерода.

Применение данной технологии на конечном изделии показало:

- большой процент дефектности, а именно образование холодных трещин, несплавлений выявленных неразрушающим контролем, а также несоответствие по результатам механических испытаний;
- большую экономическую затратность: трудовую, финансовую, материальную.

В связи с данными фактами необходимо проведение анализа данной технологии сварки, а также разработки технологии, которая позволила бы получить в конечном итоге качественный продукт с низким процентом брака.

1.1.2 Свойства применяемой стали

При производстве цилиндрических заготовок для изготовления тройников, предназначенных для магистральных и обвязочных трубопроводов, транспортирующих некоррозионно-активный газ, обычно применяют сталь марки 10Г2ФБЮ (Класс прочности К60). Благодаря своим физико-механическим свойствам и химическому составу сталь 10Г2ФБЮ получила широкое распространение. Физические свойства стали обеспечивают изделиям достаточную прочность. Какая-либо дополнительная обработка данной стали не требуется. Сталь относится к группе М03 и имеет удовлетворительную свариваемость.

Следует упомянуть о следующих особенностях механических характеристик стали 10Г2ФБЮ: процесс сварки может привести к перегреву если не выдерживать температурный диапазон; при сохранении температурного режима наблюдается сохранение пластических свойств на высоком уровне. Механические свойства данной стали описаны в таблице 1:

Таблица 1 - Механические свойства стали 10Г2ФБЮ, ГОСТ 19281

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ ₋₆₀ , Дж/см ²
590	460	20	-	392.0

Механические свойства позволяют использовать сталь 10Г2ФБЮ для изготовления труб, цилиндрических заготовок и тройников классом прочности К60. Такие отрасли, как газодобывающие, нефтяные (добывающие и транспортирующие) и химические являются основными потребителями изделий из стали, а именно трубопроводной арматуры и труб. Особенностью химического состава стали 10Г2ФБЮ является дополнительное микролегирование сильными карбидообразующими элементами. Основу микролегирования стали составляет ванадий и ниобий. Химический состав данной стали описан в таблице 2:

Таблица 2 - Химический состав стали 10Г2ФБЮ по ГОСТ 19281

Химический элемент	C	Si	Mn	S	P	V	N	Cu	Nb	Ti	Al
%	до 0,13	0,15 - 0,35	1,6 - 1,8	< 0,035	до 0,025	0,08 - 0,12	< 0,012	до 0,3	0,02 - 0,06	0,01-0,035	0,02 - 0,05

Свариваемость – показатель технологичности и эксплуатационной работоспособности стали. Сталь 10Г2ФБЮ обладает удовлетворительной свариваемостью, так как содержит тугоплавкие карбидообразующие элементы.

За счет устойчивости свойств данной стали при различных температурах становится возможным применение изделий в диапазоне от -70 до +450 °С. Высокая хладостойкость стали 10Г2ФБЮ позволяет успешно использовать изготовленные детали в северных широтах.

В некоторых случаях перед сваркой выполняется, подогрев до 170 градусов. Нужно принять во внимание, что на участке рекристаллизации околосшовной зоны возможны образования участков перегрева вследствие снижения ударной вязкости.

Обусловлено это тем что, в процессе сварки сталь может перегреваться, что в свою очередь приведет к снижению механических свойств.

Структура металла шва, обусловлена химическим составом, скоростью охлаждения сварного шва и режимом сварки, напрямую влияет на сварное соединение и механические свойства металла шва.

Взаимодействие расплавленного металла со шлаком и газовой фазой, а также доля участия электродного и основного металлов в образовании металла шва влияют на его химический состав.

Эквивалент углерода рассчитывается по формуле:

$$[C]_э = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V + Ti + Nb)}{5} + \frac{(Cu + Ni)}{15} + 15B, \quad (1)$$

где: C, Mn, Cr, Mo, V, Ti, Nb, Cu, Ni – массовые доли (%) элементов в стали.

Подставим значения из таблицы 2 в формулу (1)

$$C_{э\text{кв}} = 0,10 + \frac{1,57}{6} + \frac{0,13 + 0,094 + 0,021 + 0,028}{5} + \frac{0,04 + 0,02}{15} + 15B = 0,435$$

Согласно полученным данным, данная сталь относится к М03 группе свариваемости. Для расчет необходимой температуры подогрева требуется рассчитать Cs – эквивалент углерода, вычисляемый по толщине листа:

$$Cs = 0.005 \cdot S \cdot C_{э\text{кв}}, \quad (2)$$

где

S- толщина свариваемого листа.

$$C_s = 0.005 \cdot 48 \cdot 0,435 = 0,10$$

$$C = C_{\text{ЭКВ}} + C_s \quad (3)$$

$$C = 0,435 + 0,10 = 0,53,$$

где C – общий эквивалент углерода, который можно вычислить по следующей формуле

Из полученных данных, рассчитаем температуру подогрева:

$$T = 350 \cdot \sqrt{C - 0,25} \quad (4)$$

$$T = 350 \cdot \sqrt{0,53 - 0,25} = 185$$

Исходя из расчетов, сопоставим полученные результаты с данным нормативной документации. При данном значении эквивалента углерода необходимо выполнить подогрев не менее 185°C , но для данной марки стали, подогрев до такой температуры недопустим. Это обусловлено тем, что высокая температура скажется на снижении механических свойств, стали и сварного шва в целом. Следовательно, оптимальным решением для данной технологии будет выполнение подогрева до 150°C , но не более 180°C что обусловлено сохранением механических свойств стали.

Металл шва в незначительной степени отличается по составу от основного металла при сварке низкоуглеродистых сталей. По большей части, данное отличие заключается в уменьшении содержания углерода в металле шва, ввиду того, что он содержится в меньшем количестве в металле сварочной проволоки, чем в основном металле, и в повышении процентного содержания марганца и кремния. Сниженная доля содержания углерода в сварочные проволоки требуется для препятствия появлению структур

закалочного характера, причиной появления которых является повышенная скорость охлаждения.

Обусловленная снижением процента содержания углерода в металле шва при дуговых способах сварки некоторая потеря его прочности компенсируется полностью благодаря повышению скорости остывания металла и его легирования через проволоку или флюс, такими элементами как кремний и марганец. Увеличение прочностных и уменьшение пластических свойств металла шва обуславливается повышением скорости охлаждения. [3]

Скорость охлаждения прежде всего определяется толщиной, изначальной температурой изделия и режимом сварки. Изменение «механики» металла шва может происходить не только за счет изменения скорости охлаждения, но и за счет пластической деформации, которая происходит в металле ввиду сварочных напряжений и вызывает повышение предела текучести.

Применение всех способов сварки плавлением при сварке швов низкоуглеродистых сталях имеют высокую стойкость к появлению кристаллизационных трещин, благодаря низкому проценту содержания в шве углерода. Возникновение кристаллизационных трещин в большей степени связано с неблагоприятной формой провара (узкая и глубокая) [4]. С целью предупреждения появления непроваров, пор и прочих дефектов в сварных швах кромки предварительно защищают от оставшегося после термической резки шлака, загрязнений, масла и ржавчины.

1.2 Автоматическая сварка под слоем флюса

1.2.1 Общие сведения

Для защиты расплавленного металла от действия воздуха Н.Г. Славянов применял битое стекло. Свой первый автомат для осуществления сварки под флюсом Д.С. Дульчевский разработал в 1927 г.

За рубежом также работали над проблемой сварки дугой используя голый электрод с функцией отдельной подачи флюса. В США был открыт трубопрокатный завод с применением АФ. «General Electric» использовала для АФ голый проволокой флюс, состоящий из шпата (полевого) и диоксида титана. Порошкообразные компоненты разводили и в виде пасты наносили на изделие перед сваркой. В 1936 г. был выдан патент на автоматический способ дуговой сварки под флюсом «Юнионмелт». Для сварки стальных листов большой толщины со скоростью до 10 м/ч.

В 1939–1940 гг. под руководством Е.О. Патона сотрудниками Института электросварки основываясь на идеях, выдвинутых еще Н.Г. Славяновым, была проведена разработка и внедрение способа механизированной сварки, получивший название «автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса «скоростная»». В 1940 г. был впервые продемонстрирован этот способ соединения металлов в лаборатории Института электросварки летом 1940 г. Была выполнена сварка стыкового шва металла за один проход толщиной 13 мм с очень большой скоростью 32 м/ч. [5].

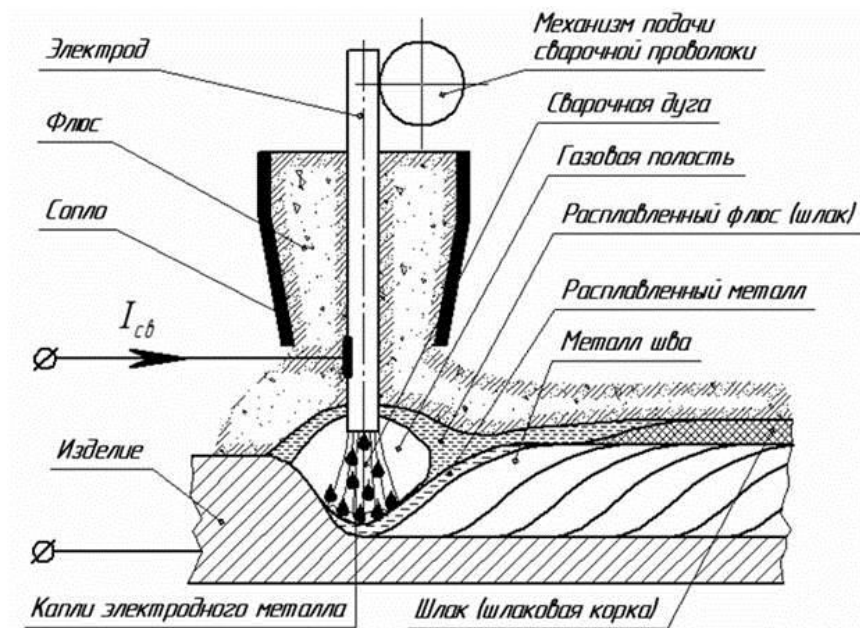


Рисунок 1. Схема автоматической сварки под слоем флюса

При автоматической дуговой сварке под флюсом между кончиком сварочной проволоки и свариваемым металлом горит сварочная дуга, которая защищена слоем флюса. (Рис.1) Механизм подачи автоматически подает электродную проволоку в дугу. Сварочный ток, переменный или постоянный, прямой или обратной полярности подводится к электродной проволоке, а другим контактом к изделию. Сварочная дуга горит и защищена газовым облаком, образованном за счет плавления флюса и металла. При гашении электрической дуги расплавленный флюс, остывая, образует шлаковую корку, которая отделяется от поверхности шва. Количество флюса, идущего в шлаковую корку, равно массе расплавленной сварочной проволоки. Не расплавившаяся часть флюса отсасывается пневмоотсосом в бункер и используется вновь.

При автоматической дуговой сварке под флюсом между кончиком сварочной проволоки и свариваемым металлом горит сварочная дуга, которая защищена слоем флюса. (Рис.1) Механизм подачи автоматически подает электродную проволоку в дугу. Сварочный ток, переменный или постоянный, прямой или обратной полярности подводится к электродной проволоке, а

другим контактом к изделию. Сварочная дуга горит и защищена газовым облаком, образованном за счет плавления флюса и металла. Образование корки флюса происходит при остывании, в последствии она легко отделяется от выборности шва. Масса расплавленной сварочной проволоки и количество флюса, идущего в шлаковую корку, равны. Неизрасходованная часть флюса поступает обратно в бункер за счет пневмоотсоса и может использоваться повторно. При сварке под флюсом уменьшается доля электродного металла в металле шва по сравнению с ручной дуговой сваркой на 35%, также меньше потери на угар и разбрызгивание. Заметное уменьшение количества вредных газов, выделяемых при сварке улучшает условия труда. [6, С.109]

1.2.2 Достоинства и недостатки

Достоинства:

- большая производительность;
- минимизированные потери электродного металла;
- отсутствие брызг;
- надежная защита сварочной зоны;
- практически не чувствителен к образованию оксидов;
- не требуется защитных приспособлений от светового излучения, так как дуга горит под слоем флюса;
- низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва.

Недостатки:

- стоимость сварочных материалов;
- невидимость места сварки, расположенного под толстым слоем флюса;
- нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования;
- повышенная жидкотекучесть расплавленного металла и флюса;
- требуется тщательная сборка кромок под сварку.

1.3 Задачи и метод исследования

Задачей выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и сварки продольного сварного соединения цилиндрической заготовки. Внедряемая технология обеспечит качественное сварное соединение, экономическую выгоду за счет снижения уровня дефектности, увеличение объемов производства за счет большего процента выхода готовых изделий. Метод исследования коснется технологии автоматической сварки под слоем флюса и ее правильного использования с учетом конструкции, применяемой стали, сварочного оборудования и сварочных материалов.

Тройник – деталь трубопровода с тремя присоединительными концами, которые предназначены для крепления боковых трубных ответвлений к основной магистрали и распределения потоков по трубопроводам. Цилиндрическая заготовка (Рис.2) является основной составляющей тройника, параметры которой приведены в таблице 3.

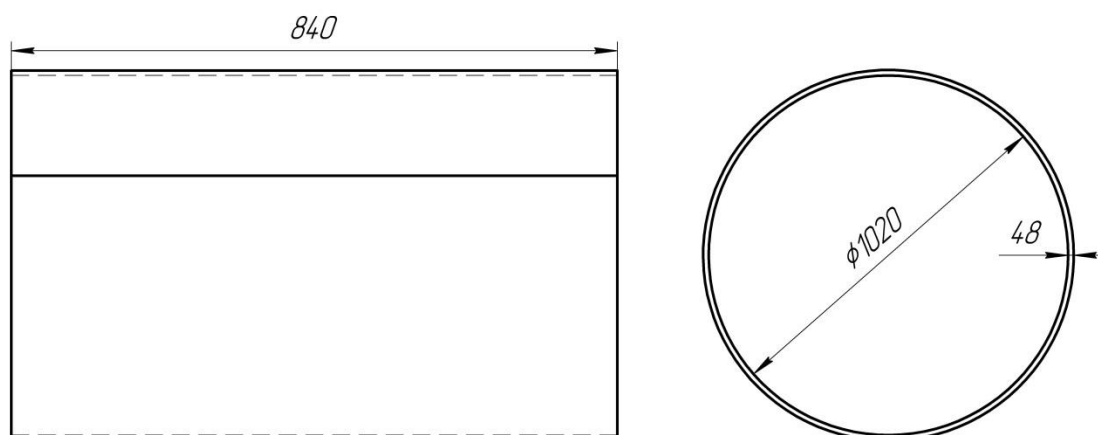


Рисунок 2. Цилиндрическая заготовка

Таблица 3 - параметры цилиндрической заготовки

Длина, мм	Диаметр, мм	Материал	Толщина стенки, мм
840	1030	10Г2ФБЮ	48

Условное обозначение:

ЦЗ 1030x840x48-K60 сталь 10Г2ФБЮ УХЛ – цилиндрическая заготовка Ду 1030 мм, длина 840 мм толщина стенки $S=48$ мм, класс прочности К60 из стали 10Г2ФБЮ, климатическое исполнение УХЛ.

1.3.1 Теоретический анализ

При создании технологии сварки учитываются множество особенностей, которые необходимо принять во внимание при выполнении расчетов. Выделим следующие: форма применяемой разделки; физико-механические характеристики свариваемой стали и сварочных материалов; конструктивные особенности свариваемого узла; неоднородность температурных слоев, которая зависит от скорости сварки; количество слоев и их распределение в сварочной ванне. [7, С. 346]

Рассмотрим сварное соединения, которое мы применим для сварки цилиндрической заготовки из стали 10Г2ФБЮ толщиной $S=48$ мм, форму разделки С-25 задали согласно ГОСТ 8713 (Рис.3), которую рассмотрим далее. Применение данной разделки обусловлено следующими факторами: экономией наплавленного металла. При одинаковых углах раскрытия площадь сечения Х-образного шва меньше, чем у V-образного шва на 30-40%, а значит, что настолько же меньше и объем наплавленного металла; остаточные напряжения, указанные на картах изолиний (Рис.4) [1], возникающие после сварки данной разделки, распределяются от центральной части (корневой) вдоль скоса верхней части разделки в отличии от V-образной, где распределение идет вдоль скоса на всю толщину свариваемой детали.

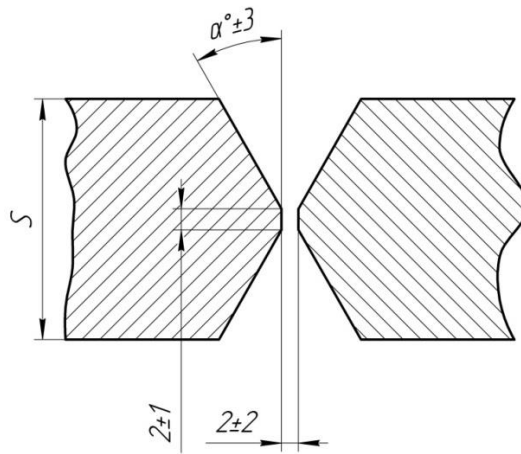


Рисунок 3. Стыковое сварное соединение с двумя симметричными скосами кромок типа С25

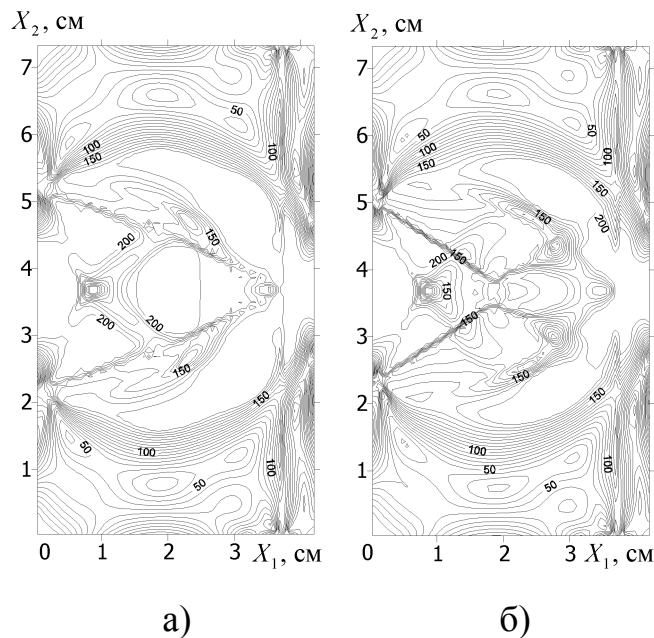


Рисунок 4. Распределение остаточных напряжений при
а) V-образной разделке, б) X-образной разделке

Рассмотрим подробнее тему остаточных деформаций при и после выполнении стыкового сварного соединения с X-образной разделкой. При сварке возникают деформации, которые можно разделить на временные, возникающие во время сварки, и остаточные, остающиеся после выполнения сварки и остывании. Остаточные деформации в сварке имеют важное значение для практики.

Деформацию можно разделить на деформацию в плоскости и деформацию из плоскости, которая зависит от характера, размеров и формы свариваемых деталей. Деформация в плоскости выявляется в уменьшении размеров конструкции, что необходимо принять во внимание при заготовке деталей и сборке под сварку, предусматривая припуск на изменение размеров.

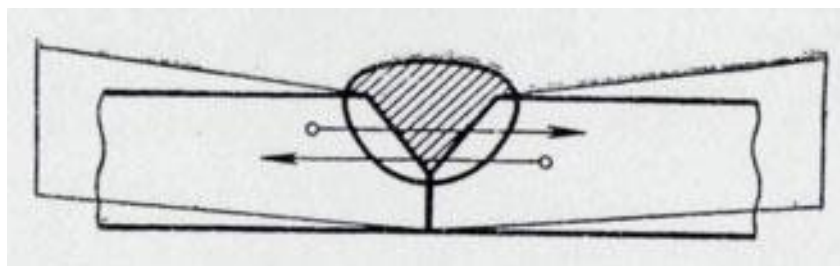


Рисунок 5. Деформация при сварке стыкового соединения (угловая)

Деформация из плоскости (угловая деформация) проявляется в образовании выпучин («хлопунов»), местном изгибе листов (Рис. 5) [6, С. 162]. При сварке пластины с X-образной разделкой изгибающий момент (деформация) при заполнении одной части шва полностью будет компенсироваться при заполнении второй, т.к. есть определенная степень свободы. При сварке же стыкового сварного соединения замкнутой детали, типа цилиндрической заготовки, степень свободы при деформации из плоскости будет отсутствовать, что приведет к дополнительным напряжениям и в последствии может привести к разрушению. Для X-образной разделки деформация из плоскости будет распределяться равномерно, если заполнять разделку с обеих сторон поочередно с определенным количеством валиков, разделив сварной шов на зоны с определенной последовательностью заполнения. Такой способ заполнения разделки актуален при сварке высокопрочных сталей, которые не допускается термообработать после сварки. При выполнении контрольно-сварного соединения для данного проекта в ВКР использовались два типа КСС, а именно КСС №1 выполненный в виде стыка из двух листов, и КСС №2, выполненный в виде цилиндрической заготовки т.е. как описывалось выше «замкнутый контур».

Необходимо уделить особое внимание сварке низколегированных сталей с карбонитридным упрочнением. Легирование этих сталей и создания в них повышенной прочности и вязкости основан на упрочении феррита марганцем, образовании дисперсной упрочняющей фазы за счет имеющихся в стали углерода, ванадия и получении мелкого зерна за счёт ограничивающих его рост не растворяющихся при нагреве нитридов (алюминия, ванадия и др.), которые также служат центрами кристаллизации во время перекристаллизации при охлаждении.

Упрочняющая дисперсная карбонитридная или нитридная фаза выделяется и упрочняет феррит при охлаждении. Таким образом, в сталях рассмотренного типа, наличие дисперсной фазы позволяет повысить прочность. А получение мелкого зерна (балл 10-12) способствует повышению вязкости и хладностойкости [2, С.28].

В условиях массового производства применение автоматической сварки под слоем флюса для выполнения продольного сварного соединения ЦЗ является приоритетным. Причиной этому является высокая производительность сварки: по машинному времени увеличивается в 6-12 раз, что даже при коэффициенте использования сварочной установки 0,5, в 3-6 раз превосходит по производительности ручную дуговую сварку. За счет легирования шлаком и надежной защиты от взаимодействия с воздухом достигается высокое качество металла шва и сварного соединения. Скорость кристаллизации металла сварочной ванны и скорость охлаждения металла шва уменьшается за счет имеющегося шлака на поверхности, в следствии чего сварной шов практически не содержит неметаллических включений и пор [6, С.108]. Обеспечение постоянного химического состава и других свойств по всей длине шва за счет улучшения формы шва и стабильности его размеров; уменьшение расхода сварочных материалов в виду снижения разбрызгивания и потерь металла на угар (не более 3 %, до 15% при ручной сварке) является показателем экономичности данного процесса. Снижение потребления электроэнергии на 30—40 %, за счет более рационального использование

тепла дуги. За счет снижения трудоемкости при подготовке разделки кромок под сварку, а также зачистке шва, повышается экономичность процесса.

Для выполнения поставленной задачи по разработке технологии сборки и сварки, были приняты решения по применению и внедрению для сварных швов данного типа автоматической сварки под слоем флюса без комбинирования других способов сварки. Тем самым обеспечивается экономическая и технологическая выгода, поскольку применение автоматической сварки для данного типа сварного соединения является наиболее рациональным. Согласно поставленной задаче, необходимо применить тип разделки С25 по ГОСТ 8713 с притуплением 2 ± 1 . Для внедрения одного способа сварки было принято решение о применении автоматической сварки под слоем флюса данного сварного соединения на флюсовой подушке, что в свою очередь обеспечило качественную сварку корневой части без применения других способов сварки и защиту сварочной дуги от воздействия кислорода со стороны второй части разделки. Для равномерного распределения внутренних напряжений при сварке замкнутого контура в ВКР применили поочередный метод наложения валиков (Рис.6), а именно разделив сварной шов на зоны с определенным количеством валиков, в которых необходимо выполнять сварку поочередно. Перед сваркой соответственно обеспечивается подогрев и зачистка участка, а также не допускалось остывание металла ниже 100°C .

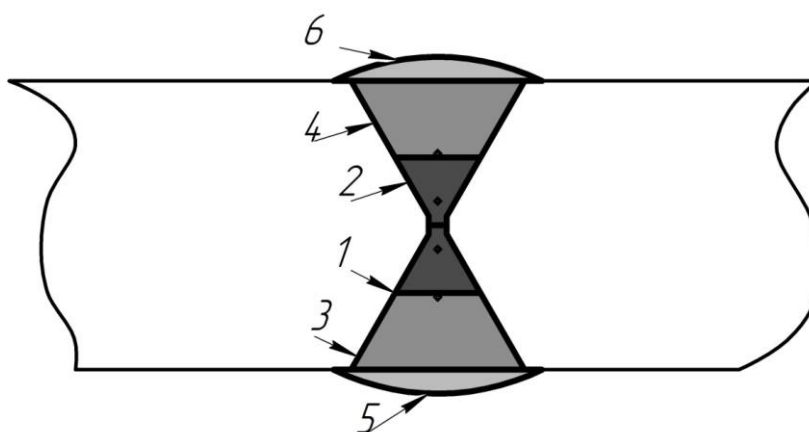


Рисунок 6. Зоны последовательности сварки

Очень важно в данной технологии выполнить сварку первой зоны внутри цилиндрической заготовки для обеспечения станочной выборки корневой части с противоположной стороны (со стороны флюсовой подушки) и формирования сварочной ванны соответствующей формы.

1.3.2 Факторы риска

Первым фактором риска является сам материал из которого производится данная деталь. Как говорилось ранее сталь 10Г2ФБЮ склонна к образованию холодных трещин и растрескиванию. Эквивалент углерода не должен превышать 0,43 %. Недопустимо применять высокую температуру подогрева (предельное значение до 180 ° С) что может привести к образованию Видманштеттовой структуры в околошовной зоне после сварки. Данную сталь термически не обрабатывают после сварки, в виду ухудшения механических свойств.

Вторым фактором риска можно назвать технологию сварки, а именно способ ее применения. Нельзя использовать высокие значения тока и напряжения, чтобы не допустить перегрев. Необходимо выработать концепцию применения сварки для оптимального распределения температуры и минимизировать напряжения.

Третьим фактором риска можно назвать квалификацию персонала. Для выполнения сварочных работ при производстве изделий для нефтегазовой отрасли и не только. Необходимо чтобы сварку выполняли высококвалифицированные специалисты, прошедшие обучение в аттестационных центрах, успешно сдавшие заключительные экзамены на определенные виды сварки и т.д.

1.3.3 Сварочные материалы и оборудование

Исходя из конкретных требований и степени автоматизации процесса применяют тот или иной способ сварки и соответствующий ему источник переменного или постоянного тока [8, С. 6]. Применение передового оборудование просто жизненно необходимо. Для решения поставленной

задачи было применен сборочный сварочного комплекс, состоящего из следующих комплектующих:

- 1) Стационарная сварочная колонна «Lincoln Electric» (Рис. 7)

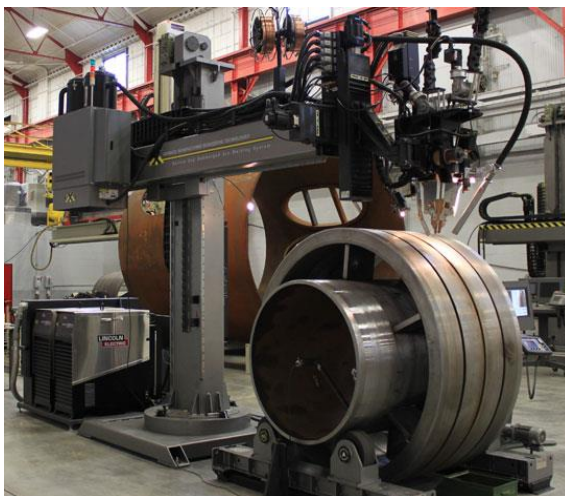


Рисунок 7. Стационарная сварочная колонна

2) Механизм подачи проволоки, состоящий из блока управления «Lincoln Electric MAXsa 10» и головки «Lincoln Electric MAXsa 22» (Рис. 8) являющихся системой на базе сварочного источника «Lincoln Electric Power Wave AC/DC 1000 SD», в которой одновременно реализованы функции управления сварочными процессами на переменном и постоянном токе (AC/DC), специально разработанные для создания комплексов автоматизированной сварки.



Рисунок 8. Блок и механизм подачи проволоки

3) Источник питания модели «Power Wave» 1000 AC/DC фирмы «Lincoln Electric» (Рис. 9) - первый инверторный источник питания, реализующий принципы технологии управления формой сварочного тока «Wave Control» при сварке под слоем флюса. Высокая производительность и качество сварного шва, высокая мощность при токе 1000А, высокий КПД - 86%, современное программное обеспечение.



Рисунок 9. Инверторный источник питания «Power Wave»

4) Система рециркуляции флюса фирмы «ESAB». (Рис.10)

Применение системы рециркуляции флюса значительно повышает производительность сварочного оборудования и эффективность всего производства в целом.



Рисунок 10. Система рециркуляции флюса

Были применены следующие сварочные материалы высокого качества для выполнения поставленной задачи:

- 1) Сварочная проволока ОК «Autrod 13.24» Ø3,2 мм (Рис.11)



Рисунок 11. Сварочная проволока ОК «Autrod 13.24»

Сварочная проволока, предназначена для сварки низколегированных конструкционных сталей повышенной прочности. Химический состав и механические свойства проволоки указаны в таблице 4 и 5

Таблица 4 - Химический состав проволоки ОК «Autrod 13.24»

Химический элемент	C	Si	Mn	S	P	V	N	Cu	Ni	Ti	Mo
%	0,10	0,15	1,40	До	До	-	-	-	0.80	0.15	0.45
	- 0.14	- 0,3	- 1,60	0,015	0,015	-	-	-	- 1.10	- 0.30	- 0.60

Таблица 5 - Механические свойства ОК «Autrod 13.24»

Мех. Свойства	G_B Н/мм ²	$G_{0,2}$ Н/мм ²	$\delta_{5,\%}$	KCV _{-40°C} , Дж/см ²
Фактические значения	580	500	23	105

2) Сварочный флюс ОК «Flux 10.71» (Рис.12)



Рисунок 12. Сварочный флюс ОК «Flux 10.71»

Гранулированный основной флюс. Высокая производительность наплавки, достаточно хорошие пластические свойства наплавленного металла при температурах до -50°C, при сварке в комбинации со стандартными нелегированными проволоками, позволяют данному флюсу отвечать самым высоким требованиям, предъявляемым к многопроходной сварке. Режимы проковки: 275-325°C, 2-4 часа. В таблице 6 описан химический состав в процентах:

Таблица 6 - Химический состав в %

Химические элементы	SiO ₂ + TiO ₂	Al ₂ O ₃ + MnO	CaO+MgO	CaF ₂
Фактическое значение, %	66	40	30	22

Комбинация проволоки ОК Autrod 12.24 с флюсом ОК Flux 10.71 предназначена как для односторонней сварки трубопроводов из сталей с нормативным пределом прочности от 520 до 720 МПа включительно.

ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Параметры режимов сварки

Режим сварки выбирают в зависимости от толщины металла, типа сварного соединения и марки применяемого материала. Основными параметрами режима автоматической сварки, являются: диаметр проволоки при выбранном его типе или марке, сила сварочного тока, напряжения дуги, площадь поперечного сечения шва, выполненные за один проход, число проходов, род и полярность тока. Остальные параметры подбираются сварщиком в процессе сварки и не регламентируются.

Так как толщина свариваемых стыков 48 мм., диаметр проволоки примем равным 3,2 мм. При автоматической сварке под слоем флюса в соответствии с ГОСТ 8713 установлены следующие геометрические размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, которые приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Геометрические размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S= S1	e	сг	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		НОМИН.	НОМИН.	пред.откл.
C25			48	29±5	2,5	+1,5 -2,0

Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Для этого разобьем, сварной шов на простые геометрические фигуры (Рис. 13) и найдем их площадь [2, С.8]:

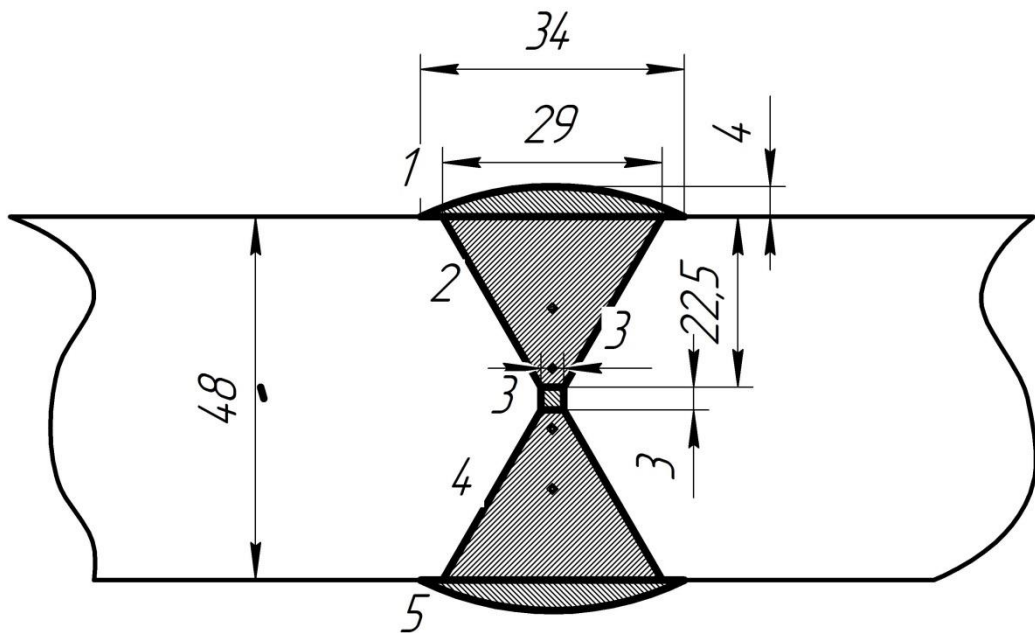


Рисунок 13. Геометрические элементы площади сечения стыкового шва.

$$S_{\text{сегм. круга №1,5}} = \frac{R^2}{2} \left(\pi \cdot \frac{\alpha}{180} - \sin \alpha \right) = \frac{40^2}{2} \left(3.14 \cdot \frac{52}{180} - 0,78 \right) = 102 \text{ мм}^2 \quad (5)$$

$$S_{\text{трапеции №2,4}} = \frac{a + b}{2} \cdot h = \frac{29 + 3}{2} \cdot 22,5 = 360 \text{ мм}^2 \quad (6)$$

$$S_{\text{квадрата №3}} = a \cdot b = 3 \cdot 3 = 9 \text{ мм}^2 \quad (7)$$

Суммируя значения всех элементов, получим площадь поперечного сечения наплавленного металла 935 мм^2

Рассчитаем площадь первых 3 проходов:

$$F_1 = 8 \cdot 3,2 = 25,6 \text{ мм}^2 \quad (8)$$

Рассчитаем площадь последующих проходов:

$$F_2 = 12 \cdot 3,2 = 38,4 \text{ мм}^2 \quad (9)$$

Рассчитаем количество проходов:

$$n = \frac{F_H - F_K}{F_{C1}} + 2 = \frac{935 - 25,4}{38,4} + 1 = 24, \quad (10)$$

Где

F_{C1} -это площадь последующих проходов.

Назначаем полученное число проходов.

Рассчитаем величину сварочного тока $I_{св}$. А. для первых 3 проходов:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot j_3 = \frac{3,14 \cdot 3,2^2}{4} \cdot 40 = 320 \text{ А} \quad (11)$$

Рассчитаем величину сварочного тока $I_{св}$. А. для последующих проходов:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_3^2 \cdot a}{4} = \frac{3,14 \cdot 3,2^2}{4} \cdot 50 = 400 \text{ А},$$

где d_3 – диаметр сварочной проволоки, мм;

a – плотность тока, А/мм².

При сварке под флюсом для более глубокого проплавления, рекомендуется использовать высокие значения плотности тока в электродной проволоке ($j \geq 40 \div 50$ А/мм²), [7, р. 6.3]

Значения тока принимаем в диапазоне $I_{св}=320 -400$ А

Напряжение дуги определяем по формуле

$$U_d = 20 + \frac{50+10^{-3}}{\sqrt{d_3}} \cdot I_{св} \pm 1 \quad (12)$$

Для сварочной проволоки диаметром 3,2мм:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3,2}} \cdot 320 \pm 1 = 28 \text{ В}$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3,2}} \cdot 400 \pm 1 = 30 \text{ В}$$

Значения напряжения принимаем в диапазоне $U_d=28-30 \text{ В}$

Зная сварочный ток, диаметр электрода и напряжение дуги, определяем коэффициент провара по формуле:

$$\psi_{\text{пр}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_3 \cdot U_d}{I_{\text{св}}} \quad (13)$$

где K' – коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

K' при плотности тока $a < 120 \text{ А/мм}^2$ при сварке на постоянном токе обратной полярности определяется соотношением

$$K' = 0,367 \cdot j_3^{0,1925} = 0,367 \cdot 50^{0,1925} = 0,77 \quad (14)$$

В таком случае подставляем значения в формулу (16):

$$\psi_{\text{пр}} = 0,77 \cdot (19 - 0,01 \cdot 320) \cdot \frac{3,2 \cdot 28}{320} = 3,4$$

$$\psi_{\text{пр}} = 0,77 \cdot (19 - 0,01 \cdot 400) \cdot \frac{3,2 \cdot 30}{400} = 2,77$$

При установке расчетных параметров значений тока и напряжения на применяемом оборудовании, расчет скорости подачи электродной проволоки производится автоматически. Значения скорости подачи проволоки согласуются с расчетными и приведены ниже.

Определяем площадь электродной проволоки:

$$F_{эл} = \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3,2^2}{4} = 8,03 \text{ мм}^2 = 0,0803 \text{ см}^2 \quad (15)$$

Рассчитаем скорость подачи проволоки для первых трех проходов в корневой зоне:

$$V_{пэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_{эл} \cdot \gamma} = \frac{10 \cdot 320}{3600 \cdot 0,0803 \cdot 7,8} = 1,41 \text{ см/с} = 50,76 \text{ м/ч} \quad (16)$$

Рассчитаем скорость подачи проволоки для последующих проходов:

$$V_{пэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_{эл} \cdot \gamma} = \frac{10 \cdot 400}{3600 \cdot 0,0803 \cdot 7,8} = 1,77 \text{ см/с} = 63,72 \text{ м/ч},$$

где $F_{эл}$ - площадь поперечного сечения электрода, см^2 ,

γ — плотность электродного металла, проволоки, г/см^3 .

Величину вылета электрода при сварке под флюсом выбирают в зависимости от диаметра электрода в пределах 20...80 мм. Меньшим диаметрам электрода соответствуют меньшие значения вылета и наоборот. Большее значение вылета определяет большее падение напряжений и, как следствие, снижение величины тока. При приближённых расчётах можно пользоваться выражением (17).

$$l = (8 \dots 12) \cdot d_s \quad (17)$$

Примем равным вылет электрода $l = 29$ мм.

Ввиду незначительных потерь электродного металла при сварке под флюсом, с достаточной для практических расчётов точностью, можно принять, что коэффициент наплавки α_n равен коэффициенту расплавления α_p .

[2]

Величина коэффициента расплавления состоит из двух слагаемых:

$$\alpha_p = \alpha_p^d + \alpha_p^r \quad (18)$$

где α_p^d - составляющая коэффициента расплавления электрода, обуславливаемая тепловложением сварочной дуги, г/А·ч;

α_p^m - составляющая коэффициента расплавления, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током, г/А·ч.

Выделяющееся в приэлектродной области удельное количество теплоты при сварке под флюсом на постоянном токе обратной полярности может изменяться в небольших пределах, и составляющая коэффициента расплавления равна:

$$\alpha_p^d = 11,6 \pm 0,4 \quad \text{г/А·ч} \quad (19)$$

Предложенное Б.К.Панибратцевым уравнение можно применить для расчета второй составляющей коэффициента расплавления [2]:

$$\alpha_p^r = 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l}{d_э^2} \quad (20)$$

$$\alpha_p^r = 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{320} \cdot \frac{29}{10,24} = 0,15$$

Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом для постоянного тока обратной полярности: $\alpha_p = 12,15$ г/А·ч

Рассчитаем скорость сварки для первых трех проходов:

$$V_{св.кр} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_H} = \frac{12,15 \cdot 350}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,256} = 0,6 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad (21)$$

где α_H - коэффициент наплавки, г/А ч;
 F_H – площадь поперечного сечения валика;
 γ – плотность наплавляемого металла $\rho = 7,8$ г/см³;
 $I_{св}$ – величина сварочного тока.

Для вычисления величины сварочных деформаций и некоторых других расчётов бывает необходимо учесть тепловое воздействие на свариваемый металл, определяемое погонной энергией:

Погонная энергия определяется по формуле [2]:

$$q_n = \frac{q_{эф}}{V_{св}} = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_u}{V_{св}} \quad (22)$$

η_u - эффективный К.П.Д. дуги; при сварке под слоем флюса составляет 0,85...0,95;

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

Следовательно, погонная энергия, с учетом формулы (11):

$$q_n = \frac{q_{эф}}{V_{св}} = \frac{400 \cdot 30 \cdot 0,9}{0,45} = 24000 \text{ Дж/см}$$

Найдем глубину провара для первых трех проходов по формуле:

$$H = 0.0076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{пр}}} \quad (23)$$

$$H = 0.0076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{пр}}} = 0.0076 \cdot 93,08 = 0.7 \text{ см}$$

Зная глубину провара и коэффициент формы провара, определяют ширину шва:

$$e = \psi_{пр} \cdot H = 3,4 \cdot 0,5 = 1,7 \text{ см} \quad (24)$$

Задавшись оптимальным значением формы выпуклости, т.е. коэффициентом формы усиления ψ_B находим высоту валика:

$$g = e / \psi_B \quad (25)$$

где значения ψ_B выбирают в пределах 7-10. Задаёмся ψ_B равным 7. Следовательно

$$g = 1,7 / 7 = 0,24 \text{ см}$$

Находим общую высоту шва:

$$C = H + g = 3,4 + 0,24 = 3,64 \text{ см} \quad (26)$$

Расчеты режимов автоматической сварки под слоем флюса представлены в таблице 8

Таблица 8 - Расчеты режимов автоматической сварки под слоем флюса

Тип соединения	Толщина металла	Диаметр электрода	Режимы сварки		
			I, А	U, В	V _{св} , м/мин
ГОСТ 8713-79 С25	48	3,2	320-350	28-30	0,3-0,4
			350-400	28-30	0,4-0,5

Расчёт фактической скорости охлаждения околошовной зоны производят на основе теории распределения тепла при сварке, разработанной академиком Н.Н.Рыкалиным [2]

При наплавке валика на лист толщиной 48 мм. получим:

$$V_{\text{охл}} = - 2\pi \cdot \lambda \cdot \omega \cdot \frac{(T_m - T_o)^2}{q_n} \quad (27)$$

где $V_{\text{охл}}$ - мгновенная скорость охлаждения при температуре T_m , °C/с;
 λ - коэффициент теплопроводности, (0,39 Дж/см·с·°C) [9];

$c\rho$ - объёмная теплоёмкость, (4,9Дж/см³·°С) [9];

T_o - начальная температура изделия, (150°С);

ω - безразмерный критерий процесса охлаждения;

q_n - погонная энергия сварки, Дж/см;

δ - толщина свариваемых пластин, см.

Безразмерный критерий зависит также от свойств свариваемого металла и условий сварки, выраженных через безразмерную величину $1/\theta$, определяемую по формуле:

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2q_n}{\pi \cdot \delta \cdot c\rho \cdot (T_m - T_o)} \quad (28)$$

При многослойной сварке стыковых и угловых швов скорость охлаждения при сварке 1-го корневого слоя шва может быть определена по формуле (28). Однако, чтобы приблизить расчётную схему к действительным условиям ввода тепла в изделие, необходимо для погонной энергии q_n и толщины металла δ ввести поправочные коэффициенты K_1 и K_2 , учитывающие влияние конструкции сварного соединения.

$$q_{n \text{ прив}} = K_1 \cdot q_n \quad (29)$$

$$\delta_{\text{прив}} = K_2 \cdot \delta \quad (30)$$

Произведем расчет поправочных коэффициентов согласно (ссылка на методичку):

$$q_{n \text{ прив}} = 1,5 \cdot 24000 = 36000$$

$$\delta_{\text{прив}} = 1,5 \cdot 48 = 72$$

Определим значение безразмерного коэффициента:

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot 36000}{3,14 \cdot 72 \cdot 4,9 \cdot (800 - 150)} = \frac{72000}{720064,8} = 0,1$$

Учитывая сказанное, найдем значение скорости охлаждения:

$$V_{\text{охл}} = -2 \cdot 3,14 \cdot 0,39 \cdot 1 \cdot \frac{422500}{36000} = -28^{\circ}\text{C}/\text{с}$$

2.2 Расход сварочных материалов при автоматической сварке под слоем флюса

При сварке под слоем флюса разбрызгивание, выгорание и угар элементов минимальны и этими потерями, как правило, пренебрегают.

В общем случае количество необходимой проволоки для сварки определим по формуле:

$$G_{\text{н}} = F_{\text{н}} \cdot l_{\text{ш}} \cdot \gamma_{\text{н}} \quad (34)$$

$$G_{\text{н}} = 935 \cdot 840 \cdot 0,0078 = 6126 \text{ г},$$

где $F_{\text{н}}$ – площадь наплавленного металла;

$l_{\text{ш}}$ – длина шва; $l_{\text{ш}} = 840$ мм

γ – плотность металла; $\gamma = 7,8$ г/см³

$$G_{\text{з}} = G_{\text{н}} \cdot 1,03 = 6126 \cdot 1,03 = 6310 \text{ г} \quad (35)$$

Количество необходимого флюса рассчитаем по формуле:

$$G_{\text{ф}} = 1,3 \cdot G_{\text{н}} = 1,3 \cdot 6126 = 8203 \text{ г} \quad (36)$$

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОВЭФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В связи с интенсивно развивающимся рынком трубопроводной арматуры и актуальности вопроса конкурентоспособности и ресурсоэффективности итоговой продукции была проведена оценка деловой привлекательности данной научной разработки, являющейся одной из основополагающих процессов, непосредственно участвующих в производстве трубопроводной арматуры на сегодняшний день. Актуальность проведения экономического анализа обусловлена нарастающей необходимостью модернизации технологии сварочного процесса, являющейся на сегодняшний день малоэффективной в связи с определенными факторами, описанными в данной работе.

С маркетинговой точки зрения, выбранный объект нашего исследования содержит в себе определенный потенциал и может быть обусловлен следующими утверждениями:

1. Растущий рынок нефтегазовой промышленности, обеспечивающий постоянный спрос на производимую трубопроводной арматуру и прочую сопутствующую продукцию с применением исследуемой и модернизируемой технологии сварки;
2. Потенциальная конкурентоспособность итоговой продукции в связи с повышением ее качества путем улучшения исследуемой технологии сварки.
3. Устойчивая доля рынка в связи с низким процентом появления «новичков» в данной сфере.
4. Потенциальное государственное субсидирование в связи с разработкой систем для стратегически важных объектов нефтегазовой промышленности.

5. Необходимость расширения очень узкой клиентской аудитории в связи со специфичностью продукции.

В связи с вышесказанным, целью экономического анализа данной разработки является определение затратности исследования и перспективности внедрения модернизированной технологии.

Достижение нашей цели обеспечивается решением следующих задач:

- Исследовать рынок данной услуги;
- Определить затраты, конкурентоспособность и ресурсоэффективность разработки;
- Произвести сравнительный анализ разработанной технологии и используемой на данный момент.

3.1 Анализ спроса и предложения на рынке услуги

Путем исследования был изучен рынок трубопроводной арматуры в Республике Казахстан и СНГ, а также рынок предложений по разработке технологического процесса сварки под флюсом. Критериями анализа выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – трубопроводная арматура (цилиндрическая заготовка), используемый тип производства – мелкосерийное производство.

Таким образом, сегментирование рынка разработки тех.процесса сварки для производства «цилиндрической заготовки» можно представить в следующей схеме (Рисунок 23):

		Услуги по разработке тех.процесса сварки для изготовления детали «цилиндрическая заготовка»
<i>Тип серийного производства</i>	Мелкосерийное	

Рисунок 23. Карта сегментирования рынка услуг по разработке тех.процесса сварки для изготовления детали «цилиндрическая заготовка»:



В ходе данного исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по производству трубопроводной арматуры путем применения процесса сварки под флюсом основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «цилиндрическая заготовка» при мелкосерийном производстве запорной арматуры.

В ходе исследования рынка спроса и предложения на пространстве СНГ было выявлено следующее: спрос формируется такими нефтегазовыми компаниями как ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть» и т.п.

Конкурентоспособность итоговой продукции жестко регулируется качеством изделий и требует прохождения серьезных аттестаций и наличие высокой квалификации персонала. Но, несмотря на негибкий рынок запорной и трубопроводной арматуры разработанная в рамках выпускной квалификационной работы технология сварочного процесса под слоем флюса продольного сварного соединения цилиндрической заготовки имеет высокий потенциал внедрения в машиностроительные компании не только с мелкосерийным производством, но с массово-ориентированными компаниями-производителями. Кроме того, модернизированная технология способна к адаптации к различным видам продукции, что в значительной степени способно расширить сферу применения данного технологического процесса.

3.2 Определение качества технологического процесса

Для анализа качества модернизированной технологии сварки и перспективы ее внедрения на рынке была применена технология QuaD (количественной оценки качественных характеристик). В соответствии с технологией QuaD каждый показатель был оценен экспертным путем по сто

балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,04	65	100	0,65	0,026
2. Надежность/качество	0,3	85	100	0,85	0,255
3. Унифицированность	0,01	70	100	0,7	0,007
4. Уровень материалоемкости разработки	0,1	60	100	0,6	0,060
5. Уровень шума	0,03	50	100	0,5	0,015
6. Безопасность	0,02	50	100	0,5	0,010
7. Простота эксплуатации	0,04	50	100	0,5	0,020
8. Повышение производительности труда	0,1	75	100	0,75	0,075
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,11	85	100	0,85	0,094
10. Уровень проникновения на рынок	0,03	25	100	0,25	0,008
11. Перспективность рынка	0,01	80	100	0,8	0,008
12. Цена	0,1	70	100	0,7	0,070
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	70	100	0,7	0,070
14. Срок выхода на рынок	0,01	25	100	0,25	0,003
Итого	1				0,720

$$\text{Пср } \sum V_i B_i = 71,95 \quad (37)$$

Где V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя

Таким образом, наше значение попадает в диапазон от 79 до 60, что определяет перспективность как «выше среднего».

3.3 Комплексный анализ проекта посредством SWOT-анализа

С помощью SWOT-анализа – эффективного инструмента стратегического менеджмента – мы исследовали внешнюю и внутреннюю среду проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 15.

Таблица 15 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Достижение более высокого качества итоговой продукции с использованием модернизированной технологии сварки под флюсом. С2. Унифицированность технологии. Технология не требует переоборудования уже имеющегося производства. С3. Повышение производительности труда в виду сокращения времени на ремонтные работы. С4. Конкурентоспособность проекта. С5. Востребованность проекта в растущем нефтегазовом сегменте рынка.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Более высокая себестоимость итогового продукта при использовании данной технологии. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей данной технологии. Сл4. Технология применима только в условиях уже отлаженного производства. Сл5. Требуется более точная сборка кромок под сварку.</p>
<p>Возможности: В1. Государственная поддержка. В2. Увеличение спроса на продукт, произведенный по данной технологии в связи с его улучшенными качественными характеристиками. В3. Возможное расширение рынка путем внедрения в производство запорной арматуры. В4. Адаптация технологии с последующей доработкой для возможности применения при сварке кольцевых швов сталей</p>	<p>1. За счет гос.поддержки становится возможным расширенное внедрение модернизированной технологии и, как следствие, достижение более высокого качества итогового продукта. Также, с гос.поддержкой мы повысим конкурентоспособность проекта, расширяя производство и внедряя технологию в новые регионы. Государство заинтересовано в развитии нефтегазового сегмента, в следствии чего заинтересовано в субсидировании производства элементов нефте-газопровода. В1С1С4С5 2. Достижение наиболее высокого качества продукта гарантирует планомерное увеличение спроса. В связи с тем, что технология не требует переоборудования, спрос на данную технологию вероятно будет расти. Т.к. технология гарантирует производство большего количества продукции,</p>	<p>1. Возможность увеличения качества продукта напрямую зависит от точности сборки кромок под сварку. В2Сл5 2. Несмотря на возможность внедрения технологии в рынок запорной арматуры круг потребителей данной технологии все же узок. Кроме того, требует более высокой квалификации кадров и уже отлаженные условия производства. В3Сл2Сл3Сл4 3. Возможность применения сталей классов К60, К65, а также Х70 и Х80 предполагает повышения квалификации кадров, отлаженное производство, а так</p>

Продолжение таблицы 15

<p>классов К60, К65, а также Х70 и Х80. В5. Возможность патента данной технологии сварки.</p>	<p>в связи с сокращением времени на ремонтные работы некачественных изделий, технология может иметь высокий спрос. Улучшенные качественные характеристики являются первостепенным показателем конкурентоспособности. Т.к. нефте-газовый сегмент значительно растет и развивается, увеличивается и спрос на качественные элементы нефтегахопровода. В2С1С2С3С4С5 3.Возможное расширение применения в связи с унифицированностью технологии. Расширение области применения технологии является показателем ее конкурентоспособности. Т.к. нефте-газовый сегмент является растущим, возможность применения технологии в производстве трубопроводной арматуры является явным преимуществом технологии. В3С2С5 4. Достижение более высокого качества, в связи с возможностью применения технологии с использованием сталей классов К60, К65, а также Х70 и Х80. Возможность работы со сталями классов К60, К65, а также Х70 и Х80 является показателем унифицированности технологии с минимальной адаптацией. Применение сталей классов К60, К65, а также Х70 и Х80 является показателем конкурентоспособности технологии, а также востребованности проекта в растущем нефте-газовом сегменте. В4С1С2С4С5 5.Более высокое качество итогового продукта, унифицированность технологии, повышение производительности труда, конкурентоспособность и востребованность технологии являются показателем того, что данная технология может быть и должна быть запатентована. В5С1С2С3С4С5</p>	<p>же более точную сборку кромок под сварку В4Сл3Сл4Сл5</p>
---	---	---

Продолжение таблицы 15

<p>Угрозы: У1. Жесткая и тесная конкуренция среди немногочисленных участников данного сегмента рынка. У2. Экономический кризис стран СНГ. У3. Тяжелый бюрократический барьер на пути внедрения нового способа сварки. У4. Некачественные сырье и материалы. У5. Неквалифицированный персонал</p>	<p>1. При том, что проект является достаточно конкурентоспособным существует угроза выхода на рынок в связи с немногочисленными участниками (монополистами) данного сегмента. У1С4 2. В связи с экономическим кризисом стран СНГ существует угроза потери доли востребованности данного проекта участников сегмента. У2С5 3. Угроза применения некачественного сырья напрямую влияет на конкурентоспособность технологии. У4С4 4. Несмотря на то, что технология не требует переоборудования, существует угроза необходимости переквалификации или дополнительного обучения персонала. У5С3</p>	<p>1. Снижение конкурентоспособности среди немногочисленных участников рынка с учетом более высокой себестоимости итогового продукта при использовании данной технологии, а также ограниченного круга потенциальных потребителей. У1Сл1Сл2 2. Существует угроза неквалифицированного персонала, что влияет на все процессы сварки по данной технологии У5Сл3Сл5</p>
--	--	--

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	-	+	-	0	+
	B4	+	+	-	+	+
	B5	+	+	+	+	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	-	-	-	+
	B3	-	+	+	+	0
	B4	-	-	+	+	+
	B5	-	-	-	-	-
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	-
	У2	-	-	-	-	+
	У3	-	-	-	-	-
	У4	-	-	-	+	0
	У5	-	-	+	-	-
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	0	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-	-
	У5	-	-	+	-	-

Данные интерактивные таблицы выявили сильно коррелирующие возможности и сильные стороны, что в свою очередь демонстрирует верный курс данной работы. Стоит также обратить внимание на корреляцию угроз и сильных сторон. Каждое соотношение представляет собой направление реализации проекта.

3.4 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «цилиндрическая заготовка» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного

исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)

Данные этапы определены и расписаны в соответствии с поставленной целью и задачами исследования.

3.5 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (37)$$

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

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{\text{ож1}} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{\text{ож2}} = \frac{3 * 15 + 2 * 20}{5} = 17 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож3}} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы $t_{\text{ож4}}$ составило:

$$t_{\text{ож4}} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож5}} = \frac{3 * 30 + 2 * 45}{5} = 36 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{ож6} = \frac{3*15 + 2*30}{5} = 21 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{ож7} = \frac{3*2 + 2*5}{5} = 3,2 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{ож8} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{ож9} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (38)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p_1} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p_2} = \frac{17}{1} = 17 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p_3} = \frac{1,8}{2} = 0,9 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p_4} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p_5} = \frac{36}{1} = 36 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p_6} = \frac{21}{1} = 21 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p_7} = \frac{3,2}{1} = 3,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p_8} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p_9} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ раб.дн.}$$

3.6 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта

(горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ). С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (39)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (40)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 103 - 17} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 2,8 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 17 \cdot 1,48 = 25$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k3} = 0,9 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{к4} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{к5} = 36 \cdot 1,48 = 53$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{к6} = 21 \cdot 1,48 = 31$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 3,2 \cdot 1,48 = 5$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 2,4 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 1,2 \cdot 1,48 = 2$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 18.

Таблица 18 – Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	4	3	Руководитель темы	2,8	4
Подбор и изучение материалов по теме	15	20	12	Инженер (дипломник)	17	25
Выбор направления исследований	1	3	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0,9	1

Продолжение таблицы 18

Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	1,4	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	30	45	36	Инженер (дипломник)	36	53
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	15	30	21	Инженер (дипломник)	21	31
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	5	3,2	Инженер (дипломник)	3,2	5
Контроль результатов исследований	2	3	2,4	Руководитель темы	2,4	4
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2,4	Руководитель, инженер (дипломник)	1,2	2

На основе таблицы 18 построен календарный план-график, представленный в таблице 19.

Таблица 19 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кп} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				январь		февраль			март			апрель			май		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	4	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	25	■	■	■											
3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)	1			■											
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)	2			■											

Продолжение таблицы 19

5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)	53																	
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)	31																	
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)	5																	
8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы	4																	
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель темы, инженер (дипломник)	2																	

■ - руководитель темы

■ - инженер (дипломник)

3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ учтены следующие виды расходов:

- материальные затраты НТИ;

-затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;

- основная заработная плата исполнителей темы;

- дополнительная заработная плата исполнителей темы;

- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

- накладные расходы.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расч_i} , \quad (41)$$

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

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «цилиндрическая заготовка», представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «цилиндрическая заготовка»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Расчет материальных затрат для КСС №1 (лист)				
Листовой прокат 175*600*48 (вес 50 кг 1 лист)	шт.	2	3027	6055
Пропан бутан (для резки листа)	кг	1,12	20	22
Кислород	куб. м	5,6	46	258
Сварочная проволока ОК Autrod 13.24, диаметр 3,2	кг.	4.507	438	1974
Флюс ОК Flux 10.71	кг.	4.957	91	451
Итого затрат для КСС №1:				8760
Расчет материальных затрат для КСС №2 (цилиндрическая заготовка)				
Листовой прокат 3048*840*48 (вес 965 кг.)	шт.	1	58430	58430
Пропан бутан (для резки листа)	кг	2,79	20	56
Кислород	куб. м	13.95	46	642
Сварочная проволока ОК Autrod 13.24, диаметр 3,2	кг.	6.310	438	2764
Флюс ОК Flux 10.71	кг.	8.203	91	746
Итого затрат для КСС №2:				62638

Итого материальные затраты на разработку технологии и проведение эксперимента составили 71398 руб.

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

Для выполнения научно-технического исследования специальное оборудование не приобреталось, а использовалось оборудование, имеющееся в наличии. Амортизационные отчисления оборудования, используемого при выполнении научно-технического исследования инженером (дипломником), определены линейным методом начисления амортизации основных средств по формуле:

$$K = (1 : n) * 100\%, \quad (42)$$

где K – годовая норма амортизации;

n – срок эксплуатации в годах.

Чтобы узнать месячную норму амортизации, полученный результат был разделен на 12 (количество месяцев в году).

Далее, при линейном методе начисления амортизации формула расчета представляет:

$$A = C * K / 12, \quad (43)$$

где A – размер месячных амортизационных отчислений;

C – первичная стоимость имущества;

K – норма амортизации, рассчитанная по формуле в 3-ем пункте.

В таблице 21 представлены амортизационные отчисления использованного оборудования при проведении исследования:

Таблица 21 - расчет амортизационных отчислений использованного оборудования за период использования

Наименование оборудования	Стоимость основного средства при принятии на учет (руб.)	Срок эксплуатации (в годах)	Норма амортизации (%): (1 / срок эксплуатации)* 100%	Амортизация основного средства (ежемесячная, руб.)	Использование оборудования при исследовании (дней)	Амортизация за период использования оборудования при исследовании (руб.)
1. Станок шлифовальный для шлифов Tigramin	1636364	10	10	13636,4	1	454,5
2.Копер ПН-450	3363636	8	13	35037,9	1	1167,9
3.Разрывная машина LF TTM-1000	8909091	9	11	82491,6	1	2749,7
4.Твердомер М4С	1454545	9	11	13468,0	1	448,9
5.Криостат жидкостный LOIP FT-311-80	272727	5	20	4545,5	1	151,5
6.Инвертированный Металлургический микроскоп Olimpus GX51	1636364	10	10	13636,4	1	454,5
7.Ножовочный станок 8Б	272727	40	3	568,2	1	18,9
8.Станок полировально-шлифовальный 3Е	272727	40	3	568,2	1	18,9
9.Станок вертикально-фрезерный	545455	40	3	1136,4	1	37,9
10.Станок токарно-винторезный Challenger	909091	40	3	1893,9	1	63,1
11.Рентгеновский аппарат mg 452	2727273	5	20	45454,5	1	1515,2

Продолжение таблицы 21

12.Ультразвуковой дефектоскоп уд3-204 пленг	272727	5	20	4545,5	1	151,5
13.Комплект дк-7	9091	0,019	5263	39872,4	1	1329,1
14.Комплект Вик-1	12727	2	50	530,3	1	17,7
15.Персональный компьютер	18182	10	10	151,5	127	641,4
16.Принтер	5455	4	25	113,6	20	75,8
Итого						9297

Итого, амортизация оборудования, использованного при проведении исследования, составила 9297 рублей.

3.9 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя темы и инженера (дипломника), непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «стакан» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (44)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя темы, инженера (дипломника) рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (45)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (46)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического

персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (47)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы (доцент, кандидат физ.-мат. наук), руб. (Приказ №5994 от 25.05.2016):

$$Z_{\text{м}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 54704$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_{\text{м}} = 17000 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 30940$$

Баланс рабочего времени представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	103	103
- праздничные дни	13(РФ)	17(РК)
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	28
- невыходы по болезни	10	
Действительный годовой фонд рабочего времени	191	217

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{54704 * 10}{191} = 2864 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{30940 * 11}{217} = 1568 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2864 * 7,3 = 20907 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

$$Z_{\text{осн}} = 1568 * 80,7 = 126538 \text{ руб.}$$

Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) приведён в таблице 23.

Таблица 23 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель темы	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2864	7,3	20907
Инженер (дипломник)	17000	0,2	0,2	1,3	30940	1568	80,7	126538
Итого $Z_{\text{осн}}$								147445

3.10 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы произведен по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (48)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принят равным 0,12).

Дополнительная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 * 20907 = 2509 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 * 126538 = 15184 \text{ руб.}$$

3.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина обязательных отчислений по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников определена исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (49)$$

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

На 2017 год установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	20907	2509
Инженер (дипломник)	126538	15184
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
Итого	49872	

Итого отчисления во внебюджетные фонды составили 49872 рубля.

3.12 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определена по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (50)$$

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

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = 2857 * 0,16 = 457,1 \text{руб.}$$

Взяты расходы на канц. товары, печать и электроэнергию.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	71398	Пункт 3.7
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	9297	Пункт 3.8
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	147445	Пункт 3.9
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17693	Пункт 3.10
5. Отчисления во внебюджетные фонды	49872	Пункт 3.11
6. Накладные расходы	457,1	Пункт 3.12
Итого бюджет затрат НТИ	296126	Сумма ст. 1-6

Итого бюджет затрат НТИ составил 296126 рублей.

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.и}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (51)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологического процесса изготовления детали «цилиндрическая заготовка» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях по изготовлению данной детали в настоящее время, и технологического процесса, разработанного в рамках данного научного исследования).

Экспертная оценка бюджета затрат исполнения базового технологического процесса составляет 306000 руб.

Таким образом, интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{296126}{296126} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{306000}{296126} = 1,03$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает незначительное численное превышение бюджета затрат разработки базового технологического процесса, при этом с практически равными затратами на разработку, в ходе данного исследования мы получили технологию, имеющую ряд значительных преимуществ для производства детали «цилиндрическая заготовка» и трубопроводной арматуры перед базовой технологией, используемой на сегодняшний день на исследуемом производстве.

В таблице 26 представлен сравнительный анализ изготовления детали «цилиндрическая заготовка» с использованием базового тех.процесса и модернизированного (разработанного в рамках данного проекта):

Таблица 26 – сравнение материальных затрат при изготовлении детали по базовой и разработанной технологии.

Наименование материала	Разработанная технология				Базовая технология		Разница мат.затрат (%)
	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.	Кол-во	Затраты на материалы, (З _м), руб.	
Расчет материальных затрат для КСС №1 (лист)							
Листовой прокат 175*600*48 (вес 50 кг 1 лист)	шт.	2	3027	6054	2	6054	0
Пропан бутан (для резки листа)	кг	1,12	20	22,4	1,12	22,4	0
Кислород	куб. м	5,6	46	257,6	5,6	257,6	0
Сварочная проволока ОК Autrod 13.24, диаметр 3,2	кг.	4,507	438	1974,07	5,5	2409	0,18
Флюс ОК Flux 10.71	кг.	4,957	91	451,087	6	546	0,17
Итого затрат для КСС №1:				8759		9289	0,06
Расчет материальных затрат для КСС №2 (цилиндрическая заготовка)							
Листовой прокат 3048*840*48 (вес 965 кг.)	шт.	1	58430	58430	1	58430	0
Пропан бутан (для резки листа)	кг	2,79	20	55,8	2,79	55,8	0
Кислород	куб. м	13,95	46	641,7	13,95	641,7	0
Сварочная проволока ОК Autrod 13.24, диаметр 3,2	кг.	6,31	438	2763,78	7	3066	0,10
Флюс ОК Flux 10.71	кг.	8,203	91	746,473	8,4	764,4	0,02
Итого затрат для КСС №2:				62638		62957,9	0,01
Итоговая сумма затрат на изделие:				71397		72246,9	0,01

Таким образом, модернизированная технология не является затратной в сравнении с базовой, что свидетельствует об отсутствии материального урона производителя при переходе к более эффективной технологии сварочного

процесса при изготовлении детали «цилиндрическая заготовка». Кроме того, материальные затраты использования разработанной технологии могут быть значительно снижены при использовании материалов отечественного производства. Работа по поиску поставщиков и коммерческих предложений уже ведется.

В таблице 27 продемонстрировано сравнение качественных показателей итоговой продукции при применении базовой технологии и разработанной.

Таблица 27 – сравнительный анализ изменившихся качеств итоговой продукции при использовании базовой и разработанной технологии

Показатель	Базовая технология (по факту)	Прогнозируемые показатели при использовании разработанной технологии	Примечание
Гарантийный срок на готовое изделие (лет)	35	40	Ввиду улучшившихся качественных характеристик
Количество несоответствующей продукции, выявленной неразрушающими методами контроля	60%	25%	
Количество рекламаций	5%	3%	
Количество ремонтных работ при НП	50%	25%	
Количество бракованных изделий, подлежащих ремонту	10%	0%	
Объем выпуска (ед./мес)	15	20	Ввиду значительного сокращения времени на ремонтные работы

Примечание к сравнительной таблице 27: полученная после сварки структура шва и зоны термического влияния, обеспечит не только требуемые механические свойства, но и позволит применять данное изделие в более агрессивных условиях эксплуатации. Основным улучшенным показателем – качество итогового продукта с применением разработанной технологии.

Данный показатель непосредственно влияет на количество несоответствующей продукции при внутренней проверке службы качества, а также на количество ремонтных работ по устранению этих несоответствий, что в свою очередь значительно экономит время и положительно влияет на количество выпускаемой продукции. Ввиду значительного снижения количества ремонтных работ и перепроверок изделия экономится не только время, но и снижается износ оборудования. Можно утверждать, что разработанная технология значительно повысит производительность объекта.

С маркетинговой точки зрения, улучшившееся качество итогового продукта при отсутствии дополнительных затрат на переход к новой технологии позитивно повлияет на спрос на продукцию, изготовленную по данной технологии.

Исходя из выше сказанного, интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (52)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 28:

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта и интегральный показатель ресурсоэффективности

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Инт. показатель ресурсоэффективности	Базовый технологический процесс	Инт. показатель ресурсоэффективности
1. Способствует росту производительности	0,2	5	1	2,5	0,5
2. Удобство в эксплуатации (не требует переоборудования и доп. усилий)	0,19	4	0,76	3	0,57
3. Качество итогового продукта	0,23	4,5	1,035	2,5	0,575
4. Материалоемкость	0,16	3	0,48	3	0,48
5. Надежность	0,22	5	1,1	3	0,66
ИТОГО	1		4,375		2,785

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп.2}} \quad (53)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,375}{1} = 4,375$$

$$I_{исп.2} = \frac{2,785}{1,03} = 2,7$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 29). Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (54)$$

Таблица 29 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,003
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,375	2,785
3	Интегральный показатель эффективности	4,375	2,77
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,58	

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант исполнения научного исследования с позиции финансовой и ресурсной эффективности – разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «цилиндрическая заготовка».

В ходе досконального экономического анализа проведенной работы было установлено следующее:

- Бюджет затрат НТИ составил 296 тысячу 126 рубля;
- Сравнительная эффективность вариантов исполнения НТИ продемонстрировала выраженное преимущество разработанного технологического процесса;
- Расчет материалоемкости изготовления детали «цилиндрическая заготовка» по разработанной технологии и по базовой технологии показали сравнительно одинаковый результат с разницей в 850 рублей в пользу новой технологии. Однако, в ходе исследования выяснилось, что практически все материалы закупаются за рубежом, что повышает итоговую себестоимость

продукта. По итогам исследования были предложены выгодные варианты импортозамещения, которые в будущем могут позитивно сказаться на стоимости материалов и итогового продукта в целом, и, как следствие, за счет более доступной цены повысить спрос на данный продукт;

- В ходе экономического анализа был установлен ряд важнейших преимуществ использования разработанной технологии (пункт 3.13);

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «цилиндрическая заготовка» экономичен, надежен, характеризуется повышенным качеством, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Все работы производились в офисных и лабораторных помещениях АО «Усть-Каменогорский арматурный завод». Основная часть работы производится в лаборатории сварки, оборудованном ПЭВМ, поэтому в данном разделе ВКР рассматриваются вопросы анализа и выявления возможных опасных и вредных факторов на рабочем месте инженера-технолога и сварщика. Площадь лаборатории составляет 50 м², на которых осуществляют свою деятельность 6 человек. Рабочее место инженера включает в себя следующие рабочие зоны:

- а) рабочий кабинет с ПЭВМ;
- б) сварочный пост.

4.1. Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте

Работу по разработке технологии свариваемости можно разделить на несколько этапов. Первый этап - теоретическая подготовка. Этот этап проводится за работой на компьютере и изучении нормативной документации. Вредные и опасные факторы идентифицированные на данном этапе следующие:

- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- напряженность трудового процесса;
- недостаточная освещенность.

При лабораторных исследованиях образцов используется сварка, резка, химическая обработка шлифов. Вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть на этом этапе:

- чрезмерная запыленность и загазованность воздуха;
- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне;
- поражение электрическим током;

- излишняя яркость сварочной дуги, УФ- и ИК-излучение;
- повышенный уровень шума;
- поражение и ожоги от химических реактивов.

4.1.1 Производственный шум

Источниками производственного шума являются: производственное оборудование, приточно-вытяжная вентиляция. Нормативным эквивалентным уровнем шума на рабочем месте в производственном цеху согласно Сан.пин 2.2.4.3359 является 80 дБА. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению.

Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

При работе в офисном помещении мерами для защиты от шума извне могут служить современные пластиковые окна и шумоизоляционные панели стен. Шум от работы ПК можно понизить, используя малошумные вентиляторы охлаждения на подшипниках, либо водяное охлаждение системного блока.

При работе в сварочной лаборатории средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши и наушники. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7...38 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц.

4.1.2 Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение

Источниками теплового излучения являются сварочная дуга и в меньшей степени нагретый металл. Временные допустимые величины ультрафиолетового излучения на постоянных рабочих местах – 400-350 нм. Видимые световые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологически переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи обладают главным образом тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности сварочной дуги. При современных способах сварки тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5-6 кал/см²*мин.

Для защиты от излучения используются сварочные маски и щитки конструкция масок должна соответствовать ГОСТ 12.4.035

4.1.3 Освещенность рабочего места

Освещенность - важнейший параметр на рабочем месте фрезеровщика, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и безопасность труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность. В зависимости от назначения помещения, а также вида зрительных работ нормируются такие показатели освещённости, как естественное освещение или искусственное освещение. Естественное освещение обусловлено прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняется в зависимости от географической широты, времени суток, степени облачности, прозрачности атмосферы. Ограниченная прозрачность остекления светопроемов, их затеняемость, а зачастую и несоответствие их размеров площади и глубине помещений, вызывают повышенный дефицит естественного света в помещениях. Недостаток естественного света восполняется искусственным освещением. В соответствии с Сан.пин 2.2.4.3359 в помещениях с отсутствием естественного света освещение на рабочем месте должно быть не менее 750 лк.

4.1.4 Ожоги при сварке

Для предотвращения ожогов при сварке, попадания искр и капель расплавленного металла, необходимо применять специальную одежду: специальный костюм сварщика или брезентовый костюм, имеющий соответствующую маркировку «Тр» (От искр, брызг расплавленного металла, окалины); рукавицы брезентовые или кожаные типа «Е» с защитными свойствами «Тр»; кожаные ботинки с маркировкой «Тр»; защитные очки, маски; предохранительный пояс.

4.1.5 Запыленность и загазованность рабочей зоны

Сварочные аэрозоли, токсические газы могут явиться причиной развития воспалительных изменений дыхательных путей, пневмокониоза, могут также развиваться легкие формы марганцевых интоксикаций. Все виды сварки и резки металлов являются опасными в отношении развития электроофтальмий. Сварочный аэрозоль по характеру образования относится к аэрозолям конденсации и представляет собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются мелкие частицы твердого вещества и дисперсионной средой – газ или смесь газов. Сварочный аэрозоль относится к аэрозолям конденсации и представляет собой дисперсную систему, состоящую из твердой фазы и газа или смеси газов.

Вдыхание сварочного аэрозоля и токсичных газов является причиной развития фиброзных изменений в легких, раздражающего действия на дыхательные пути, общей интоксикации. Пневмокониоз электросварщиков протекает по типу сидероза в относительно благоприятной форме диффузно-склеротических изменений, с возможностью частичного обратного развития. Для улавливания сварочного аэрозоля и газов при сварке, наплавке и резке на стационарных рабочих местах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует предусматривать местные отсосы. Для улавливания сварочных аэрозолей, в компоновку может быть включено автоматизированное промывное устройство. Для улавливания сварочного аэрозоля и газов при сварке, наплавке и резке на стационарных рабочих

местах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует предусматривать местные отсосы. Для улавливания сварочного аэрозоля и газов при сварке, наплавке и резке на стационарных рабочих местах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует предусматривать местные отсосы.

Если мероприятия по снижению концентрации пыли не приводят к уменьшению пыли в рабочей зоне до допустимых пределов, применяют индивидуальные средства защиты. К индивидуальным средствам защиты относятся противопылевые респираторы, защитные очки, специальная противопылевая одежда. Средства защиты органов дыхания выбирают в зависимости от вида вредных веществ, их концентрации. Органы дыхания защищают фильтрующими и изолирующими приборами, например, респиратором типа "Лепесток". При контакте с порошкообразными материалами, неблагоприятно воздействующими на кожу, используют защитные пасты и мази.

Для защиты глаз применяют закрытые или открытые очки. Очки закрытого типа с прочными безосколочными стеклами используют при механической обработке металлов. В процессах, сопровождающихся образованием мелких и твердых частиц и пыли, брызг металла, рекомендуют очки закрытого типа с боковинами или маски с экраном. Из спецодежды применяются пылезащитные комбинезоны (женский и мужской) со шлемами для выполнения работ, связанных с большим образованием нетоксической пыли, костюмы (женский и мужской) со шлемами, а также скафандр автономный для защиты от пыли, газов и низкой температуры.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется вентиляцией. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 30 согласно ГОСТ 12.1.005.

Таблица 30 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20%)	0,2
Железа оксид	6,0
Кремний диоксид	1,0
Хром (III) оксид	1,0
Хром (VI) оксид	0,01
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Азот диоксид	2,0
Марганец оксид	0,3
Озон	0,1
Углерода оксид	20,0
Фтористый водород	0,5/1,0

В процессе проведения сварочных работ выделяются разнообразные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Основными компонентами пыли при сварке оказываются окислы железа, марганца, хрома, кремния, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными веществами, которые входят в состав покрытия и металла проволоки является хром, марганец и фтористые соединения. Воздух в рабочей зоне сварщика также загрязняется вредными газами окиси углерода.

Очистка воздуха от пыли (аэрозолей) осуществляется с помощью специального оборудования различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10 ... 50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкие (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылеосадительные камеры, принцип действия которых основан на использовании сил тяжести и

инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовлены из натуральных материалов (хлопок, лен, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и другие волокна); ротационные пыле образователями (в виде радиальных вентиляторов); электрофильтры, улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждения.

Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

4.1.6 Электробезопасность. Расчет защитного заземления

Основной защитой человека от поражения электрическим током является заземление. Благодаря использованию различных заземляющих приспособлений удастся избежать жертв на производстве.

В качестве заземлителей применяем уголок сечением $60 \times 60 \text{ мм}^2$ верхние контуры заземлителей соединены между собой с помощью полосовой стали. Полосовую сталь применяем сечением $5 \times 12 \text{ мм}^2$.

Для того чтобы уменьшить колебание удельного сопротивления грунта заземлители забивают в землю так, чтобы их верх находился на расстоянии $h_n = 0,8 \text{ м}$ от уровня поверхности земли, тем самым достигается более влажные и непромерзающие слои грунта. (Рис.24)

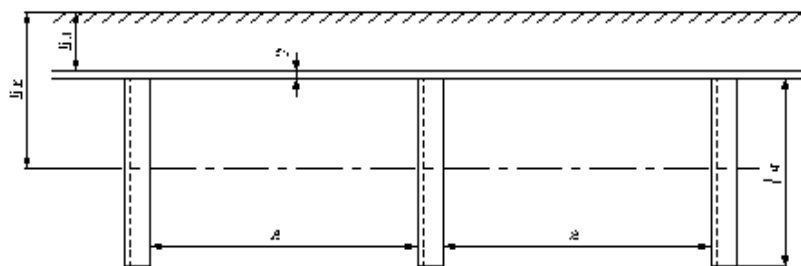


Рисунок 24. Схема устройства искусственного заземления

Оборудование работает под напряжением 380 В определяем, что по нормам для нашего случая допускаемое сопротивление заземлителей гэ должно быть не более 4 Ом, удельное сопротивление грунта (суглинок) составляет $\rho_{\text{э}} = 1 \cdot 10^4$ Ом·см.

Учитывая возможное промерзание грунта зимой и просыхания летом, определяем расчетные значения удельного сопротивления грунта для полосы $\rho_{\text{п}}$ и для электродов $\rho_{\text{э}}$ по формулам [15]:

$$\rho_{\text{п}} = \rho \cdot K_{\text{п}}, \quad (55)$$

$$\rho_{\text{э}} = \rho \cdot K_{\text{э}}, \quad (56)$$

где $K_{\text{п}}$ и $K_{\text{э}}$ – повышающие коэффициенты для соответствующей климатической зоны.

Для города Усть-Каменогорска $K_{\text{п}} = 1,6$ и $K_{\text{э}} = 4,2$.

$$\rho_{\text{п}} = 1 \cdot 10^4 \cdot 1,6 = 1,6 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см},$$

$$\rho_{\text{э}} = 1 \cdot 10^4 \cdot 4,2 = 4,2 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}.$$

Сопротивление одного электрода определяем по формуле:

$$R_{\text{э}} = \frac{\rho_{\text{э}}}{2\pi \cdot l_{\text{м}}} \left(\ln \cdot \frac{2 \cdot l_{\text{м}}}{d} + 0,5 \cdot \ln \cdot \frac{4 \cdot h_{\text{м}} + l_{\text{м}}}{4 \cdot h_{\text{м}} - l_{\text{м}}} \right), \quad (57)$$

где $l_{\text{м}}$ – длина электрода, см; $l_{\text{м}} = 300$ см;

d – диаметр электрода, см²;

$h_{\text{м}}$ – глубина заложения электрода, см; $h_{\text{м}} = 230$ см.

При использовании электрода из уголковой стали диаметр электрода определяют по формуле:

$$d = 0,95 \cdot \nu, \quad (58)$$

где ν – ширина полки уголка, см;

$$d = 0,95 \cdot 6 = 5,7 \text{ см}^2,$$

$$R_{\text{э}} = \frac{1,6 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \left(\ln \cdot \frac{2 \cdot 300}{5,7} + 0,5 \cdot \ln \cdot \frac{4 \cdot 230 + 300}{4 \cdot 230 - 300} \right) = 42,30 \text{ Ом}$$

Потребное число заземлителей определяем по формуле:

$$n = \frac{R_0}{r_0}, \quad (59)$$

$$n = \frac{42,30}{4} = 10,57 \text{ шт.}$$

принимаем $n=10$ шт.

При расположении электродов в ряд длина соединительной полосы определяется по формуле:

$$l_n = a \cdot n, \quad (60)$$

где a – расстояние между электродами, см; $a = 900$ см.

$$l_n = 900 \cdot 10 = 9000 \text{ см.}$$

Сопротивление соединительной полосы вычисляют по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}, \quad (61)$$

$$R_n = \frac{4,2 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 9000} \cdot \ln \frac{2 \cdot 9000^2}{80 \cdot 1,2} = 11,12 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление системы заземления вычисляют по формуле:

$$R_c = \frac{R_0 \cdot R_n}{R_0 \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_0 \cdot n}, \quad (62)$$

где η_n – коэффициент использования полосы; $\eta_n = 0,76$;

η_0 – коэффициент использования электродов; $\eta_0 = 0,81$.

$$R_c = \frac{42,30 \cdot 11,12}{42,30 \cdot 0,76 + 11,12 \cdot 0,81 \cdot 10} = 3,84$$

Учитывая полученные данные путем расчёта, общее сопротивление защитного заземления не превышает допустимого по нормам, что является достаточным для обеспечения защиты при данной схеме расположения заземлителей.

4.1.7 Пожаровзрывобезопасность

В ходе работ по разработке технологии свариваемости материалов, в результате пренебрежения правилами пожарной безопасности может произойти возгорание строительных материалов, ветоши и других материалов. Для успешного проведения противопожарной профилактики важно знать основные причины пожаров. На основе статистических данных можно сделать вывод, что основными причинами пожаров являются:

- неосторожное обращение с огнем;
- неудовлетворительное состояние электротехнических устройств и нарушения, правил их монтажа и эксплуатации;
- нарушение режимов технологических процессов;
- неисправность отопительных приборов столько нарушение правил их;
- невыполнение требований нормативных документов по вопросам пожарной безопасности.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_H , B_H , B_H , G_H и D_H .

Сварочная лаборатория, рассматриваемая в данной работе согласно НПБ 105-03 относится к категории «А» - повышенная взрывопожароопасность. Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении: горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию. Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-2 или ОУБ-3. На стене рядом с местом расположения огнетушителя должна находиться таблица с номерами телефонов экстренного вызова местной и городской пожарной команды.

В качестве дополнительных мер по предотвращению пожаров предлагается использовать автоматизированные системы оповещения и пожаротушения.

4.2 Экологическая безопасность

4.2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Во всех лабораторных помещениях АО «Усть-Каменогорский арматурный завод» для освещения применяются люминесцентные лампы, которые представляют угрозу окружающей среде и должны быть правильно утилизированы. По мимо этого, в процессе сварочных работ загрязняется воздух рабочей зоны и остаются металлические отходы. Согласно интегрированной системе менеджмента которая внедрена и используется на предприятии, существует общая производственная инструкция №25000.00014 «Правила утилизации ртути содержащих ламп»

4.2.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Согласно ОПИ №25000.00014 хранение люминесцентных ламп должно осуществляться в помещении, которое отдельно расположено от мастерских и лабораторий корпуса. Оно должно соответствовать требованиям правил хранения токсичных отходов и санитарных норм. В нем должна быть налажена система вентиляции.

Полы в помещении изготовлены из водонепроницаемого материала, который препятствует попаданию вредного металла в окружающую среду. На случай аварийной ситуации в помещении для хранения ламп дневного света

должно быть не менее 10 литров воды и запас марганцевого калия.

Отработанные люминесцентные светильники должны быть помещены в плотную тару. В роли ее могут выступать картонные коробки, коробки из ДСП, фанеры, бумажные или полиэтиленовые мешки. В одной картонной коробке должно быть не более 30 единиц продукции. Емкости должны быть расставлены на стеллажах, чтобы обезопасить их от любого механического воздействия. На каждой из них должна быть надпись «Отход 1 кл. опасности. Отработанные люминесцентные лампы».

На сварочных участках существуют контейнеры. В них сваливают весь мусор, что накапливается за весь рабочий день. Существуют 2 вида контейнеров: для обычных отходов, и для металлических отходов. По мере заполнения контейнеров, их вынимают при помощи автопогрузчика и вывозят обычные отходы на свалку, металлические отходы на дальнейшую переработку.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ГОСТ Р.22.0.02-94) – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, экономике и окружающей природной среде.

Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, с/х животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

4.3.1 Землетрясение

Необходимо помнить, что АО «Усть-Каменогорский арматурный завод» расположен в горах Восточно-Казахстанской области, которая в свою очередь является зоной сейсмической активности.

Землетрясение – это природное явление, сопровождающееся подземными толчками и колебаниями земной поверхности, появлением трещин, смещений в грунте, грязевых потоков, снежных лавин, цунами и т.д. Землетрясения обычно охватывают обширные территории. При сильных землетрясениях нарушается целостность грунта, разрушаются здания и сооружения, выводятся из строя коммунально-энергетические сети, возможны человеческие жертвы.

Интенсивность землетрясений на поверхности земли измеряют в баллах. В нашей стране принята международная шкала MSK-64 (шкала Медведева, Шпонхойтера, Карника), в соответствии с которой землетрясения подразделяются по силе толчков на поверхности земли на 12 баллов. Условно их можно разделить на слабые (1-4 балла), сильные (5-8 баллов) и сильные, или разрушительные (8 баллов и выше). При 3-балльном землетрясении колебания отмечаются немногими и только в помещении; при 5-балльном – качаются висящие предметы и все люди в помещении отмечают толчки; при 6-балльном – появляются повреждения в зданиях, при 8-балльном появляются трещины в стенах, разрушение карнизов и труб. 10-балльное землетрясение сопровождается всеобщим разрушением зданий и нарушением поверхности земли, 12-балльное – приводит к изменению ландшафта.

В сейсмически опасных районах каждая семья намечает и выполняет ряд мероприятий: готовит и хранит в определенном месте запас продуктов, аптечки первой медицинской помощи и другие необходимые предметы; устанавливает заранее место сбора семьи, составляет список телефонов медицинской и других аварийных служб; размещает мебель так, чтобы она не могла упасть на спальные места и перекрыть выход из квартиры; заранее определяет наиболее безопасные места, где можно переждать толчки.

Самая лучшая мера защиты – это быстро (в течение 15-20 секунд после первого толчка) покинуть помещение, отойти от него на открытое место. Если это невозможно – укрыться в заранее выбранном месте: дверном проеме, в проемах внутренних вертикальных стен, углах, образованных капитальными стенами, местах у колонн и под балками каркаса.

После прекращения подземных толчков необходимо убедиться в отсутствии ранений и оказать помощь окружающим людям, немедленно покинуть помещение. Не пользоваться лифтом, спускаться по лестнице, предварительно убедившись в ее прочности. Нельзя подходить, а также входить в явно поврежденные здания. Принять участие в ликвидации последствий землетрясения.

Для данного региона также характерно возникновение следующих видов ЧС: сель, оползни, лавины.

4.3.2 Аварии на гидротехнических сооружениях

Город Усть-Каменогорск расположен вниз по течению реки Иртыш берущей свои истоки из Черного Иртыша находящегося на территории КНР. Перед городом построены две гидроэлектростанции Бухтарминская и Усть-Каменогорская. Опасность возникновения затопления низинных районов происходит при разрушении плотин, дамб и гидроузлов. Непосредственную опасность представляет стремительный и мощный поток воды, вызывающий поражения, затопления и разрушения зданий и сооружений. Жертвы среди населения и различные разрушения происходят из-за большой скорости и все сметающего на своем пути огромного количества бегущей воды.

Высота и скорость волны прорыва зависят от размеров разрушения гидросооружения и разности высот в верхнем и нижнем бьефах. Для равнинных районов скорость движения волны прорыва колеблется от 3 до 25 км/час, в горных местностях доходит до 100 км/час. Значительные участки местности через 15 - 30 минут обычно оказываются затопленными слоем воды толщиной от 0,5 до 10 м и более. Время, в течение которого территории могут находиться под водой, колеблется от нескольких часов до нескольких суток.

По каждому гидроузлу имеются схемы и карты, где показаны границы зоны затопления и дается характеристика волны прорыва. В этой зоне запрещено строительство жилья и предприятий.

В случае прорыва плотины для оповещения населения используются все средства: сирены, радио, телевидение, телефон и средства громкоговорящей связи. Получив сигнал, надо немедленно эвакуироваться на ближайшие возвышенные участки. В безопасном месте находиться до тех пор, пока не спадет вода или не будет получено сообщение о том, что опасность миновала.

При возвращении на прежние места остерегаться оборванных проводов. Не употреблять продукты, которые находились в контакте с водными потоками. Воду из открытых колодцев не брать. Прежде, чем войти в дом, надо внимательно осмотреть его и убедиться, что нет опасности разрушения. Перед входом в здание обязательно проветрить его. Спичками не пользоваться - возможно присутствие газа. Принять все меры для просушивания здания, полов и стен. Убрать весь влажный мусор.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для работы инженера актуальным вопросом правового обеспечения безопасности является защита интеллектуальной собственности и защита информации.

Проблема защиты прав интеллектуальной собственности и противодействие таким деяниям носит комплексный характер, что обусловлено следующими причинами:

1. Правонарушения происходят не только в сети Интернет, но и других информационно-телекоммуникационных сетях, к которым, в частности, относятся сети подвижной радиотелефонной связи.

2. С использованием таких сетей совершаются самые различные правонарушения:

- плагиат;

- незаконная торговля объектами прав интеллектуальной собственности;
- торговля контрафактной продукцией через Интернет-магазины.

3. Объектами правонарушений являются самые различные объекты прав интеллектуальной собственности.

4. Правонарушения носят транснациональный характер.

5. Рассматриваемые правонарушения зачастую сопровождаются другими опасными деяниями: распространение вредоносных программ, нарушение правил обработки персональных данных, распространение спама и других.

Из проведенного анализа выше перечисленных проблем защиты прав интеллектуальной собственности на рабочем инженера-лаборанта предлагаются следующие методы защиты информации:

- использование не лицензированного программного обеспечения на предприятии влечет административную или уголовную ответственность;

- импорт, тиражирование, продажа, а также иное введение в гражданский оборот экземпляров программ без разрешения их правообладателей является нарушением авторского права.

- программы для ЭВМ и базы данных относятся Законом к объектам авторского права. Программам для ЭВМ предоставляется правовая охрана.

В нашем случае на рабочем месте инженера используются лицензированное программное обеспечение, персонал инструктирован об ответственности за использование, продажу или распространение конфиденциальной информации предприятия. В качестве дополнительных средств защиты информации предлагается использовать пароли и ограниченный доступ.

Список использованных источников

1. Кректулева Р.А. Черепанов О.И. Черепанов Р.О. Численное решение двумерной квазистатической задачи термопластичности: расчет остаточных термических напряжений при многопроходной сварке разнородных сталей, Компьютерные исследования и моделирование, 2012. 4№2 – 345-356 с.
2. Трущенко Е.А. Технология сварки плавлением ч.1 ч.2, ТПУ, 2011 – 144 с.
3. Технологии сварки. Сварка конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей. URL: <http://svarkainfo.ru/rus/lib/tech/teh2>
4. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.-М.: Машиностроение, - 1977-432с.
5. Шалимов М.П., Панов В.И. "Сварка Вчера, Сегодня, Завтра". Екатеринбург, 2006. Размещено на <http://www.allbest.ru/>
6. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением, Машиностроение, 1974. – 770 с.
7. Бабенко Э.Г., Казанова Н.П. «Расчет режимов электрической сварки и наплавки» Кафедра «Технология металлов» Дальневосточный государственный университет путей сообщения Хабаровск 1999
8. Браткова О.Н. Источники питания сварочной дуги, М.: Высшая школа, 1982. – 180 с.
9. Николаев Г. А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. — М.: Машиностроение, 1978 (1-4 т).
10. Столяров В.И., Пышминцев И.Ю., Ефименко Л.А., Елагина О.Ю., Морозов Ю.Д., Назаров А.В., Вышемирский Е. М. Свариваемость высокопрочных сталей для газопроводных труб большого диаметра. - Проблемы черной металлургии и материаловедения, №3, 2008 г. с.

