

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 15.03.01
Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы				
Влияние рода тока на свойства металла шва при сварке покрытыми электродами				
УДК 621.791.05:621.791.7.03				

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Шабалин Р.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
		-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
		-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 15.03.01
Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В21	Шабалин Р.В.,

Тема работы:

Влияние рода тока на свойства металла шва покрытыми электродами	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Трубопровод диаметром 114 мм из стали 20ХМЛ, технология сварки на постоянном и переменном токе.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Разработка технологии сварки трубопровода диаметром 114 мм из стали 20ХМЛ, обоснование применения переменного тока при сварке, выбор сварочных материалов.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)		-
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко В.С.	
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		
Реферат		
-		
-		

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Шабалин Р.В.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В21	Шабалин Р.В.

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и технологических	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциалов потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2.Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоёмкости работы, расчет бюджета.
3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николпенко В.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Шабалин Р.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В21	Шабалину Роману Викторовичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Исследование влияния рода тока на свойства металла шва при сварке покрытыми электродами. Данные исследования будут использованы при выполнении сварочных работ трубопроводов из теплоустойчивой стали на постоянном и переменном токе.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	– Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Ненормированная температура воздуха помещения; – Повышенный уровень вибрации; – Недостаточная освещённость рабочей зоны; – Чрезмерная запыленность и загазованность воздуха; – Наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением. – Повышенная температура поверхностей оборудования. – Действие световых и тепловых излучений.
2. Экологическая безопасность:	Воздействие на окружающую среду сводится к минимуму. Поскольку все используемые материалы отправляются на дальнейшие исследования.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Пожар является возможной причиной чрезвычайной ситуации.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Соблюдение законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении, а также контроль за исправностью работы в помещении.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В21	Шабалин Р.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 66 с., 10 рис., 19 табл., 13 источников.

Ключевые слова: магнитное дутье, ручная дуговая сварка, плавящийся электрод, постоянный ток, переменный ток.

Объектом исследования является: Процесс ручной дуговой сварки покрытыми электродами ТМЛ-1У трубных заготовок из стали 20ХМЛ.

Цель работы – разработка технологии сварки теплоустойчивой стали 20ХМЛ, а также рекомендации о целесообразности применения переменного тока в случае возможного намагничивания свариваемых деталей.

Анализ возможности применения переменного тока при сварке трубопровода диаметром 114 мм из стали 20ХМЛ проводили по результатам экспериментальных исследований на образцах трубы из стали 09ГС при использовании электродов LB-52U.

В результате было установлено положительное влияние применения переменного прямоугольного тока на структуру металла шва и геометрические параметры зоны проплавления.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: разработаны рекомендации для сварки теплоустойчивой намагниченной стали.

Область применения: строительство трубопроводов из теплоустойчивой стали.

Экономическая эффективность: сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии является более эффективным вариантом с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В будущем планируется: продолжать работу по данной тематике.

Abstract

Graduation thesis: 66 pg., 10 illustrations, 19 tables, 13 sources.

Key words: magnetic blowout, manual arc welding, consumable electrode, direct current, alternate current.

Object of research: The process of manual arc welding with coated electrodes TML-1U round billets of steel 20HML.

Purpose of research – welding technology development of heat-resistant steel 20HML, and recommendations on the applicability of the alternate current in the case of a possible magnetization of welded parts.

Analysis of the possibility of applying an alternating current for welding the pipe diameter 114 mm made of steel 20HML was carried out on the basis of results of experimental studies on the steel pipe samples 09GS using electrodes LB-52U.

As a result a positive effect of the application of rectangular alternating current to the weld metal structure and to the fusion zone's geometrical parameters was determined.

The basic constructive, technological and technical - operational characteristics: recommendations for welding heat-resistant magnetic steel were developed.

Field of application: construction of pipelines made of heat-resistant steel.

Economical efficiency: comparing the values of integrating efficiency indicators we can conclude that the implementation of the technology is more effective from the position of financial and resource efficiency.

In the future it is planned to continue working on this topic.

Оглавление

Введение.....	14
1. Обзор литературы	12
1.1 Магнитное дутье	12
1.2 Сварка на постоянном токе	13
1.3 Сварка на переменном токе.....	16
2. Объект и методы исследования.....	20
3. Расчеты и аналитика	20
3.1 Характеристики свариваемого материала	20
3.2 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки	22
3.3 Расчет параметров режима сварки для ручной дуговой сварки покрытыми электродами на постоянном токе	23
3.4 Расчёт химического состава и механических свойств металла шва	26
3.5 Расчет хим. состава и мех. характеристик металла шва при ручной дуговой сварке.....	27
3.6 Расход сварочных материалов при ручной дуговой сварке.....	29
3.7 Особенности технологии и техники сварки и сборки конструкции	29
3.8 Рекомендации по сварке намагниченных трубопроводов	32
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	37
4.1 Введение	37
4.2 Организация и планирование работ	37
4.3 Определение трудоемкости выполнения работ	39
4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	45
4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	45
4.4.2 Расчет затрат на электроэнергию	46
4.4.3 Расчет затрат на основную заработную плату	47
4.4.4 Расчет дополнительно заработной платы.....	49
4.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды	49
4.5 Оценка эффективности проекта.....	50
5. Социальная ответственность	54
5.1 Введение	54
5.2 Производственная безопасность.....	54
5.3 Экологическая безопасность	59

5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	61
	Выводы	65
	Список литературы	66

Введение

В настоящее время широко используются сложные нефтехимические и энергетические установки, состоящие из трубопроводных систем, а одним из методов получения неразъемного соединения является применение ручной дуговой сварки.

Ручная дуговая сварка – это процесс дуговой сварки, при котором используется дуга, горящая между покрытым электродом и сварочной ванной [8].

При строительстве трубопровода используются трубы различного диаметра, изготовленные из разных марок стали. В данной выпускной квалификационной работе в качестве примера, была приведена труба, которая имеет размеры 114x18мм и марку стали 20ХМЛ.

Марку стали 20ХМЛ используют для изготовления парогенераторов, трубопроводных систем энергетических и нефтехимических установок, атомных реакторов, а также корпусных деталей: крестовин, шестерен, зубчатых колес, втулок и т.д. Данная сталь называется теплоустойчивой, так как она эксплуатируется при температурах до 500-600 °С. Класс стали перлитный [11].

Учитывая специальные требования к марке электрода и качеству шва, осуществляют питание сварочной цепи постоянным током обратной полярности. Однако, в ряде случаев проявляется влияние магнитного поля, что влечет за собой появление магнитного дутья и для борьбы с ним, одним из методов является применение переменного тока [2].

Прежде чем использовать этот метод, необходимо проверить какие проблемы могут возникнуть. Например, повторное зажигание дуги, изменение структуры металла сварного шва и его геометрических размеров.

В связи с этим целью выпускной квалификационной работы является определение влияния рода тока на свойства металла шва при дуговой сварке покрытыми электродами.

1. Обзор литературы

Ручная дуговая сварка имеет такие положительные качества, как простота процесса, надежность и мобильность применяемого оборудования, возможность выполнения сварки в различных пространственных положениях и труднодоступных местах, значительный спектр свариваемых материалов и толщин. Стоит отметить, что это самый сложный способ сварки по технике выполнения, что, несомненно, требует высокой квалификации сварщика, вдобавок у РДС низкая производительность и на качество сварного шва влияет его многофакторность. А также возникают трудности при сварке тонкого металла. [1]

1.1 Магнитное дутье

Электрическая дуга – упругий газообразный проводник поэтому внешние силы могут вызвать ее отклонение. Для того, чтобы дуга занимала заданное положение, внешние силы должны быть уравновешены равными и противоположно направленными внутренними силами [3].

Одним из источников внешних сил при дуговой сварке является магнитное поле тока дуги [3].

Самонаводимое поле, создаваемое сварочным током, окружает дугу и воздействует на нее со всех сторон. До тех пор, пока магнитное поле симметрично, электромагнитная сила в любом направлении уравновешивается равной и противоположно направленной силой и их равнодействующая равна нулю. Как только симметрия поля нарушится, силы становятся неравными и дуга отклоняется в направлении наибольшей силы. Воздействие собственного магнитного поля на дугу получило название «магнитное дутье» [3].

При определенных условиях магнитное дутье создает значительные трудности. Так, например, считалось, что сварка открытой мощной дугой на постоянном токе, несмотря на высокую производительность, непригодна для практического применения без использования специальных устройств, устраняющих вредное влияние магнитного дутья [3].

Можно выделить три основных фактора, влияющих на симметрию магнитного поля: 1) изменение направления тока (повороты линий тока) при его прохождении через электрод, дугу и изделие; 2) асимметричное расположение магнитных материалов дуги; 3) неравномерное растекание тока в свариваемой детали [3].

1.2 Сварка на постоянном токе

Влияние искривления пути протекания тока на симметрию магнитного поля показано на рисунок 1.1. Результирующая электромагнитная сила, действующая на дугу, в этом случае будет всегда направлена в сторону, противоположную токоподводу независимо от полярности (направления тока) [3].

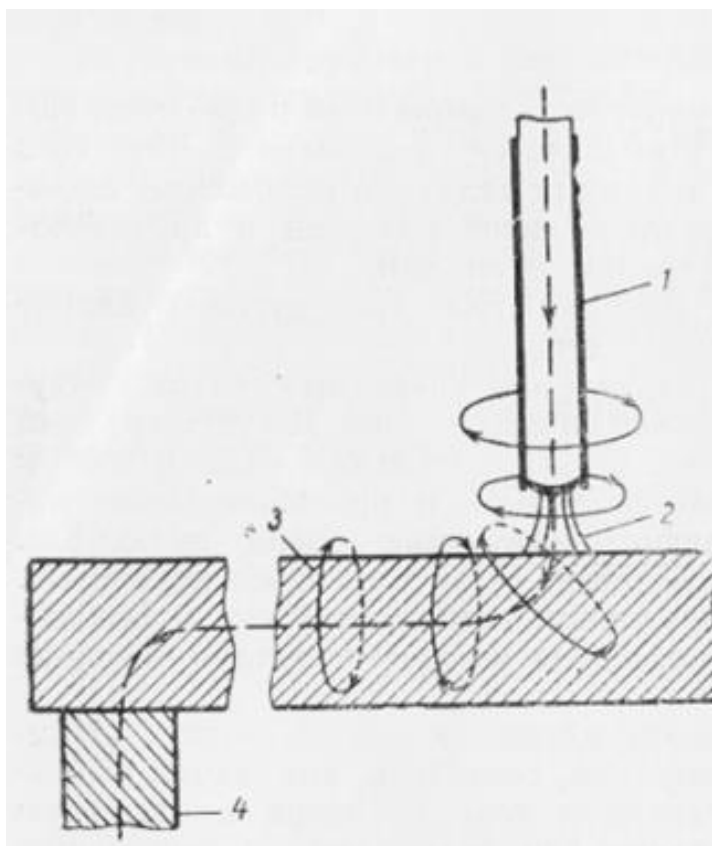


Рисунок 1.1 – схема магнитного поля в зависимости от искривления тока:
1-электрод; 2-дуга; 3-изделие; 4- токоподвод

Симметрия магнитного поля, окружающая дугу, также нарушается при отклонении электрода от вертикального положения. При этом электромагнитные силы отклоняют дугу в сторону тупого угла, образуемого

электродом и поверхностью изделия. Изменяя угол наклона электрода, можно свести к минимуму воздействия на дугу электромагнитных сил, вызванных другими причинами [3].

Влияние асимметричного расположения магнитных материалов на сварочную дугу показано на рисунок 1.2. Предполагается, что дуга смещена относительно середины стыка стальных листов 1, а линия тока – прямые, проходящие через электрод 2, дугу 3 и листы 1 к заземлению вертикально вниз. При этом магнитные силовые линии стремятся замкнуться через стальные листы, обладающие значительно большей магнитной проницаемостью, чем воздух. Поэтому при смещении дуги относительно середины стыка магнитное поле сварочного тока становится асимметричным, а дуга подвергается воздействию электромагнитной силы, направленной от нее к середине стыка. Исследования показали, что чем дальше от середины стыка удалена дуга, тем большая сила на нее действует. Посредине стыка магнитное поле дуги симметрично и электромагнитная сила равна нулю. Поэтому с целью облегчения зажигания дуги ее следует возбуждать вдали от концов стыка [3].

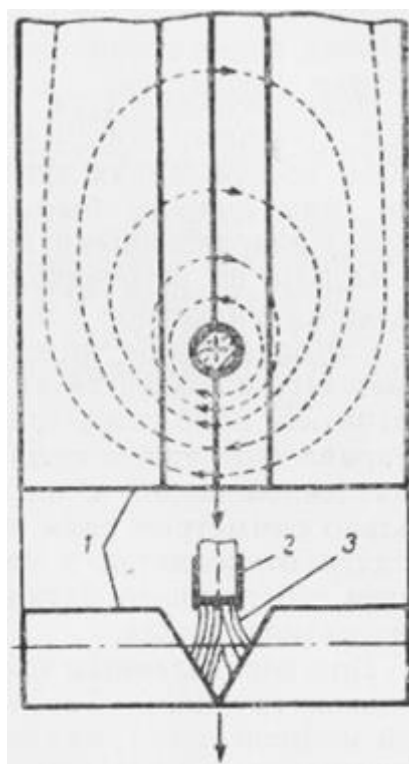


Рисунок 1.2 – Схема магнитного поля при асимметричном расположении магнитного материала:

1-стальные листы; 2- электрод; 3-дуга

Максимальная электромагнитная сила, обусловленная асимметричным расположением магнитного материала, может быть увеличена или уменьшена на 25% путем смещения токоподвода относительно дуги [3].

В случае наложения первого слоя шва (например, сварку слева направо) дуга при возбуждении подвергается магнитному дутью, направленному к центру заготовки. Но как только образуется мостик остывшего наплавленного металла, сила, действующая на дугу, изменяет свое направление и отклоняет ее в сторону, противоположную направлению. Движения. Так, например, при длине стыка 250 мм сила, деформирующая столб дуги, изменит направление, как только будет наплавлено около 20 мм первого слоя шва [3].

Изменить направление магнитного дутья на краю стыка можно применением стальных планок (магнитных шунтов), удаляемых после сварки. Величина магнитного дутья значительно уменьшается при наложении часто повторяющихся прихваток или при сварке обратноступенчатым способом [3].

При наложении второго и третьего слоев шва сила. Воздействующая на дугу, остается значительной только по краям шва. На большем участке стыка эта сила малоощутима [3].

Так же обнаружено, что в процессе автоматической сварки под флюсом внутри трубы швы формируются иначе, чем снаружи. Магнитное поле сварочного контура концентрируется в замкнутом ферромагнитном теле трубы (рисунок 1.3, а). Металл трубы в зоне сварки прогревается на всю толщину выше точки Кюри (768 °С), вследствие чего в зоне сварки магнитный поток рассеивается, большинство магнитных силовых линий проходит по лучшему магнитному пути перед дугой (рисунок 1.3, б). Таким образом, дуга оказывается под воздействием поперечного магнитного поля и отклоняется вдоль продольного трубопровода перпендикулярно магнитному полю и направлению тока. Если бы даже сварочный кабель, подводящий ток к электроду, был экранирован, все равно наблюдалось бы отклонение дуги

вследствие смещения токоотвода относительно дуги, но в значительной меньшей степени [3].

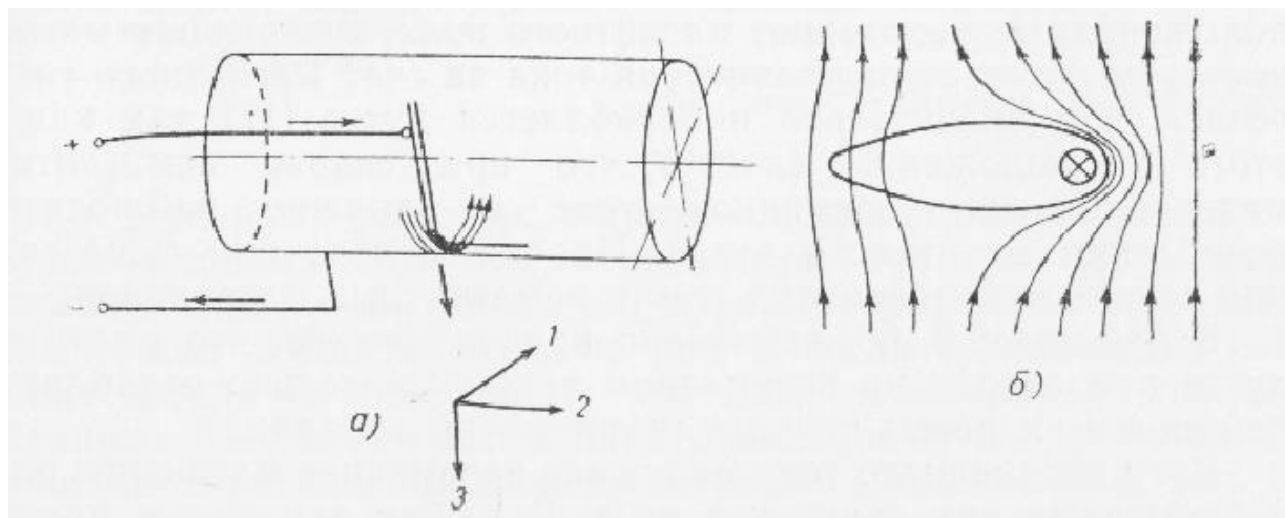


Рисунок 1.3 – Схема взаимодействия дуги и магнитных потоков:
1-направление магнитного потока; 2-отклонение дуги; 3-направление тока

При сварке спиральных швов внутри трубы дуга под действием магнитного поля, так же, как и в прямошовных, отклоняется вдоль оси трубы. В зависимости от величины угла спирали форма провара получается разной. Форма шва наиболее удовлетворительна при малых углах навивки спирали [3].

Поскольку полярность тока не влияет на направление возмущающих дугу сил, то, следовательно, и направление результирующей силы не зависит от полярности тока [3].

Таким образом, для случаев, рассмотренных выше, можно было бы сделать вывод, что при сварке на постоянном и переменном токе одной и той же величины электромагнитная сила, деформирующая столб дуги, одинакова. Однако это не так. Магнитное дуговое дутье при сварке на переменном токе значительно меньше, чем на постоянном, при прочих равных условиях [3].

1.3 Сварка на переменном токе

Для объяснения ослабления магнитного дутья при сварке на переменном токе по сравнению с постоянным выдвинуты различные гипотезы. Так, например, в некоторых работах предлагается искать объяснение ослабления магнитного дутья при сварке на переменном токе в самих свойствах дуги.

Однако это мнение не подтверждается экспериментально. Неверным также является предположение о том, что рост магнитного поля, создающего магнитное дутье, отстаёт от увеличения тока за счет магнитного гистерезиса, чем значительно и ослабляется дутье, так из этого предположения следует, что при сварке намагниченных материалов на переменном токе не должно наблюдаться ослабление магнитного дутья. На самом деле оно существует при сварке как магнитных, так и немагнитных материалов [3].

Ранее высказано предположение, что магнитное дутье при сварке на переменном токе значительно ослабляется действием вихревых токов в свариваемом изделии [3].

Дугу переменного тока окружает переменное магнитное поле, действующее как движущее поле. В любом замкнутом проводнике движущее поле индуцирует токи. Следовательно, переменное магнитное поле дуги индуцирует токи в частях заготовки (рисунок 1.4). Направление этих дополнительных (вихревых) токов таково, что в любой момент времени создаваемые ими магнитные поля направлены противоположно основному магнитному полю сварочного тока [3].

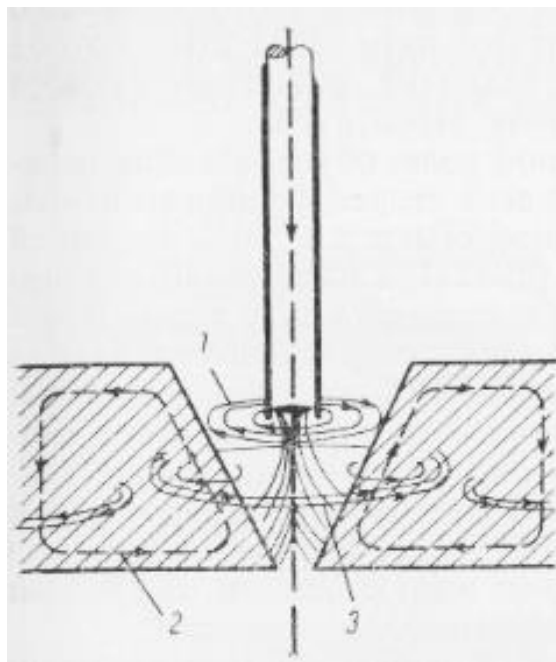


Рисунок 1.4 – Влияние вихревых токов на основное магнитное поле дуги переменного тока:

1-основное магнитное поле дуги; 2-линии вихревого тока; 3-магнитное поле вихревых токов

Именно частичной нейтрализацией основного магнитного поля дуги магнитным полем вихревых токов можно объяснить ослабление магнитного дутья при сварке на переменном токе [3].

Если величину вихревых токов значительно уменьшить, например, путем расчленения заготовки на тонкие изолированные одна от другой полоски, то силы, деформирующие столб дуги постоянного и переменного тока, будут равны [3].

При некоторых условиях, в связи с асимметричным расположением вихревых токов относительно дуги, эти токи могут сами оказывать воздействие на дугу и деформировать ее столб. Наиболее общий случай показан на рисунке 1.5, когда производится наплавка валика на поверхность пластины или сварка листов, собранных без зазора встык. При движении дуги с постоянной скоростью определенная область металла (показана на рисунке 1.5 штрих-пунктиром), нагретая до температуры выше точки Кюри ($768\text{ }^{\circ}\text{C}$), перемещается вместе с ней. Металл за пределами этой области остаётся в ферромагнитном состоянии, поэтому в основном магнитные силовые линии тока дуги замыкаются за ее пределами и перемещается вместе с дугой. Перемещение основного магнитного поля обуславливает движение вихревых токов и их магнитных полей. В то время, как у неподвижной дуги индуцируемые токи стремятся нейтрализовать основное магнитное поле (см. рисунок 1.3), блуждающие магнитные поля, вызванные вихревыми токами дуги, перемещающейся по поверхности ферромагнитных материалов, создают отражающие силы, равнодействующая которых деформирует столб дуги [3].

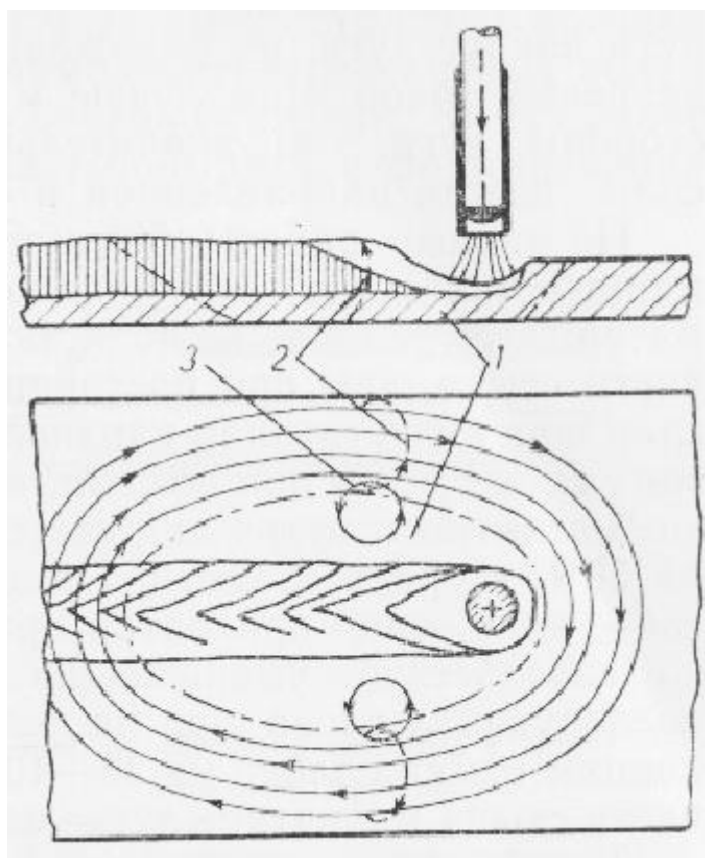


Рисунок 1.5 – Асимметричное расположение вихревых токов, вызванное нагревом определенной области стальной пластины выше температуры точки Кюри перемещающейся дугой:
 1-немагнитная область; 2-линии вихревых токов; 3-магнитное поле вихревых токов

Величина и направление равнодействующей силы зависят от распределения и направления дополнительных токов, которые, в свою очередь, зависят от магнитного сопротивления магнитного пути вокруг дуги, их положения и сопротивления протеканию вихревых токов. Чем лучше магнитный путь через стык по обе стороны дуги, тем значительнее величина равнодействующей силы, всегда направленной в сторону этого пути [3].

По полученным данным, магнитное поле, обусловленное переменным током дуги, окруженной со всех сторон ферромагнитным материалом, слабее на 40% на концах стыка и на 80% в средней части стыка, чем при постоянном токе. При наложении первого слоя шва качественная картина воздействия на дугу переменного тока та же, что и при воздействии на дугу постоянного тока, сила же магнитного дутья снижается на 30-40% по концам стыка и на 50% в

средней части. Применение обратноступенчатого способа, наложение прихваток при сварке на переменном токе также способствует уменьшению дутья. При наложении второго и последующих слоев шва на переменном токе магнитное дутье по концам стыка слабее на 20-40%, чем на постоянном. В средней части стыка магнитное дутье едва ощутимо [3].

Таким образом сварочная дуга собственном магнитном поле подвергается воздействию электромагнитных сил в результате: а) изменение направления тока по элементам сварочной цепи (электрод-дуга-изделие); б) неравномерного растекания тока в свариваемой детали; в) асимметрии магнитопровода относительно дуги; г) наведения магнитных полей блуждающих токов, расположенных асимметрично относительно дуги [3].

2. Объект и методы исследования

Объект: процесс ручной дуговой сварки покрытыми электродами ТМЛ-1У трубных заготовок из стали 20ХМЛ.

Методы: осуществление наплавки валиков на поверхности трубной заготовки, изготовление шлифов, проведение металлографических исследований структуры наплавленного металла.

3. Расчеты и аналитика

3.1 Характеристики свариваемого материала

Сталь марки 20ХМЛ используется для изготовления парогенераторов, трубопроводных систем энергетических и нефтехимических установок, атомных реакторов, а также корпусных деталей: крестовин, шестерен, зубчатых колес, втулок и т.д. Данная сталь называется теплоустойчивой, так как она эксплуатируется при температурах до 500-600 °С. Класс стали перлитный [11].

Таблица 3.1 – Сталь марки 20ХМЛ – химический состав (в процентах) [11]

Кремний	Марганец	Молибден	Сера	Углерод	Фосфор	Хром
0,2–0,42	0,4–0,9	0,4–0,6	0,04	0,15–0,25	0,04	0,4–0,7

Таблица 3.2 - Сталь марки 20ХМЛ – механические свойства [11]

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, (МПа)	σ_B , (МПа)	δ_5 , (%)	Ψ , %	KCU, (Дж/см ²)	НВ, не более
Нормализация 880-900 °С, воздух. Отпуск 600-650 °С, воздух	До 100	245	440	18	30	29	149-229
Без термообработки	-	365-570	540-670	6-16	15-24	10-34	-

Для того, чтобы определить нужен подогрев или нет, для стали марки 20ХМЛ, необходимо определить ее свариваемость. Свариваемостью называют свойство материалов или сочетание свойств металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия [7].

Теплоустойчивые стали обладают ограниченной свариваемостью, склонностью к образованию закалочных структур, холодных трещин и снижению длительной прочности (разупрочнению). Вероятность образования холодных трещин возрастает с увеличением размера аустенитного зерна, растягивающих сварочных напряжений, насыщенностью металла шва водородом, образованием закалочных структур. Для оценки склонности сталей к образованию холодных трещин используют показатель эквивалента углерода, который рассчитывают по формуле Деардена и О-Нила, рекомендованной Международным институтом сварки [7]:

$$C_{\text{ЭКВ.Х}} = C_{\text{ос.ме}} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+V}{5} + \frac{Mo}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}, \quad (1)$$

где $C_{\text{ос.ме}}$, Mn , Cr , V , Mo , Cu , Ni – содержание основных легирующих элементов в основном металле (углерода, марганца, хрома, ванадия, молибдена, меди и никеля, %);

$$C_{\text{ЭКВ.Х}} = 0,2 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,55+0}{5} + \frac{0,5}{5} + \frac{0+0}{15} = 0,52\%.$$

Размерный эквивалент углерода определяют через произведение толщины свариваемого металла и показателя эквивалента углерода по формуле [7]:

$$C_{\text{экв.р}} = 0,005 \cdot S \cdot C_{\text{экв.х}}, \quad (2)$$

где S – толщина свариваемого материала;

$$C_{\text{экв.р}} = 0,005 \cdot 18 \cdot 0,52 = 0,0467\%.$$

Полный эквивалент углерода, определяется суммой химического эквивалента углерода и размерного эквивалента углерода по формуле [7]:

$$C_{\text{экв.пол}} = C_{\text{экв.х}} + C_{\text{экв.р}}, \quad (3)$$

$$C_{\text{экв.пол}} = 0,52 + 0,0467 = 0,5667.$$

При расчете по формуле (3) полный эквивалент углерода больше 0.45%, это значит, что свариваемость плохая и необходим предварительный подогрев основного металла для предотвращения трещин и получения благоприятных свойств в зоне термического влияния [8].

Используя значение полного эквивалента углерода, найденного по формуле (3), производят расчет необходимой температуры предварительного подогрева по формуле [7]:

$$T_{\Pi} = 350\sqrt{C_{\text{экв.пол}} - 0,25}, \quad (4)$$

$$T_{\Pi} = 350\sqrt{0,5667 - 0,25} = 196,97^{\circ}\text{C}.$$

По РД 153-34.1-003-01 была назначена $T_{\Pi} = 200-205^{\circ}\text{C}$

3.2 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки

В основу классификации по типу электродов для сварки теплоустойчивых сталей положены химический состав наплавленного металла. По РД 153-34.1-003-01 были назначены тип и марка электрода.

Для стали марки 20ХМЛ используют электроды типа Э-09Х1М

Этому типу соответствует марка электродов ТМЛ -1У, которая была рассмотрена в качестве примера.

Сварка выполняется во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз, постоянным током обратной полярности. Электроды с основным покрытием.

Таблица 3.3 - Характеристики плавления электродов

Коэффициент наплавки, г/Ач	9,0
Расход электродов на 1 кг наплавленного металла, кг	1,6

Таблица 3.4 - Химический состав наплавленного металла, %

Массовая доля элементов, %						
углерод	марганец	кремний	никель	молибден	сера	фосфор
					не более	
0,06 - 0,12	0,50-0,90	0,15-0,40	0,80 - 1,20	0,40 - 0,70	0,025	0,030

Технологические особенности сварки: сварку производят на короткой длине дуги по очищенным кромкам. Возможно кратковременное удлинение дуги без образования пор. Прокалка перед сваркой: 350 ± 25 °С, 1 час.

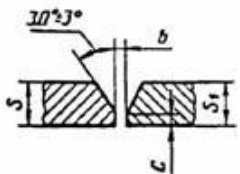
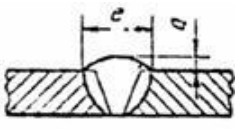
В качестве источника питания дуги был выбран однопостовой сварочный выпрямитель ВС-300 [9].

3.3 Расчет параметров режима сварки для ручной дуговой сварки покрытыми электродами на постоянном токе

Определение режимов сварки начинают с диаметра электрода, который назначают в зависимости от толщины листов при сварке швов стыковых соединений. По РД 153-34.1-003-01 при толщине трубы 18 мм диаметр электрода принимаем, $d_3 = 3$ мм.

При ручной дуговой сварке в соответствии с ГОСТ 16037-80 установлены следующие геометрические размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, которые приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Геометрические размеры подготовки кромок под сварку и сварного шва

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S=S ₁	b	c	e	g
	Подготовленн ых кромок свариваемых деталей	Сварного шва					
C17			18	$2^{+1,5}_{-0}$	$1,5^{+0,5}_{-0,5}$	26^{+6}_{-0}	$2^{+2,0}_{-1,5}$

Для определения числа проходов при сварке швов стыковых соединений с разделкой кромок необходимо рассчитать общую площадь поперечного сечения наплавленного металла рассчитывается по следующей формуле [7]:

$$F_n = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e. \quad (5)$$

$$F_n = 16^2 \cdot 0,58 + 2 \cdot 18 + 0,75 \cdot 2 \cdot 26 = 223,48 \text{ мм}^2 \approx 2,23 \text{ см}^2.$$

Площадь поперечного сечения металла, наплавляемая за первый проход, определим по формуле [7]:

$$F_l = (6 \div 8) \cdot d_3, \quad (6)$$

где $d_3 = 3$ мм – диаметр электрода;

Таким образом:

$$F_l = (6 \div 8) \cdot 3 = (18 \div 24) \text{ мм}^2.$$

Площадь поперечного сечения металла, наплавляемую за последующий проход, определим по формуле [7]:

$$F_n = (8 \div 12) \cdot d_3, \quad (7)$$

Тогда: $F_n = (8 \div 12) \cdot 3 = (24 \div 36) \text{ мм}^2.$

Следовательно, количество проходов равно:

$$n = \frac{223,48 - 21}{36} + 1 = 5,62.$$

Принимаем количество проходов, которое необходимо для образования соединения $n = 6$.

Определим силу сварочного тока.

При ручной дуговой сварки сила тока выбирается в зависимости от диаметра электрода и допускаемой плотности тока [7]:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_{эл}^2}{4} \cdot j, \quad (8)$$

где $d_{эл}$ – диаметр электрода;

$j = 13,0-18,5 \text{ A/mm}^2$ – плотность тока для электродов с основным типом покрытия и диаметром 3 мм.

Принимаем диаметр электрода для первого прохода $d_{эл}=3 \text{ мм}$ и для последующих $d_{эл}=3 \text{ мм}$

Тогда, сила тока равна:

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot 14 = 98,91 \text{ A},$$

По РД 153-34.1-003-01 было принято $I_{св}=100 \text{ A}$

Напряжение на дуге [7]:

$$U_{дл}=20+0,04 \cdot I_{св}, \quad (9)$$

$$U_{дл}=20 + 0,04 \cdot 100 = 24 \text{ В}.$$

Для вычисления величины сварочных деформаций и некоторых других расчётов бывает необходимо учесть тепловое воздействие на свариваемый металл, определяемой погонной энергией [7]:

$$q_n = \frac{q}{V_{св}} = \frac{I_{св} \cdot U_{дл} \cdot \eta_{и}}{V_{св}}, \quad (10)$$

где $U_{дл}$ - напряжение дуги, В;

$\eta_{и}$ - эффективный К.П.Д. дуги; для дуговых способов сварки он равен: $\eta_{и} = 0,6 \div 0,9$;

$V_{св}$ - скорость сварки, которая определяется по формуле [7]:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (11)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч; $\alpha_n=9$ г/А·ч;

γ – Плотность наплавляемого металла $\gamma = 7,9$ г/см³;

$F_n = 21$ мм² = 0,21 см² при первом проходе площадь наплавленного металла и $F_n = 50$ мм² = 0,50 см² при последующих проходах;

Определим скорость сварки при первом проходе по формуле (11):

$$V_{св1} = \frac{9 \cdot 100}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,21} = 0,15 \text{ см/с} = V_{св1} = 5,4 \text{ м/ч}$$

Определим скорость сварки при последующих проходах по формуле (11)

$$V_{св} = \frac{9 \cdot 100}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,5} = 0,06 \text{ см/с} = V_{св} = 2,16 \text{ м/ч.}$$

Следовательно, по формуле (10), погонная энергия равна:

$$q_n = \frac{q}{V_{св}} = \frac{180 \cdot 27,2 \cdot 0,8}{0,21} = 35607 \text{ Дж/см.}$$

Глубину провара при ручной дуговой сварке определим по формуле [7]:

$$H = (0,5 \dots 0,7) \cdot r, \quad (12)$$

$$r = 0,005588 \cdot \sqrt{q_n} = 1,87 \quad (13)$$

$$H = (0,5 \dots 0,7) \cdot 3,94 = 0,6 \cdot 1,81 = 1,12 \text{ см} = 11,2 \text{ мм}$$

3.4 Расчёт химического состава и механических свойств металла шва

Влияние химических элементов, входящих в основной металл, может быть значительным. Не учитывать этого нельзя. Роль химического состава сварочных материалов также очевидна, так как подбором можно регулировать химический состав и механические свойства металла шва в самых широких пределах.

Содержание рассматриваемого элемента в металле шва определяется на основании правила смешения по формуле [7]:

$$[X]_{ш} = \gamma_o \cdot [X]_{ом} + (1 - \gamma_o) \cdot [X]_s \pm \Delta X, \quad (14)$$

где $[X]_{ш}$ – содержание рассматриваемого элемента в металле шва;

$[X]_{ом}$ – содержание этого же элемента в основном металле;

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

$[X_s]$ – содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленном электродами или сварочной проволокой;

ΔX – переход данного элемента из покрытия в шов или его выгорание;

γ_0 – доля участия основного металла в металле шва.

3.5 Расчет хим. состава и мех. характеристик металла шва при ручной дуговой сварке

Определим долю участия основного металла в металле шва по формуле [7]:

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

где F_n – площадь сечения наплавленного металла ($F_n = 223,48 \text{ мм}^2 \approx 2,23 \text{ см}^2$);

F_{np} — площадь сечения проплавленного металла определим по формуле [7]:

$$F_{np} = F_{ш} - F_n, \quad (16)$$

$$F_{ш} = 0,73 \cdot e(g + S) \quad (17)$$

$$F_{ш} = 0,73 \cdot 26 \cdot (2 + 18) = 379,6 \text{ мм}^2$$

$$F_{np} = 379,6 - 223,48 = 156,12 \text{ мм}^2$$

$$\gamma_0 = \frac{156,12}{379,6} = 0,411.$$

Типичный химический состав наплавленного металла, произведённый электродами марки ТМЛ-1У, представлен в таблице 3.4. Поскольку, определяя химический состав металла шва, мы используем типичный химический состав наплавленного металла, то значение ΔX мы не учитываем

Таблица 3.6 - Химический состав наплавленного металла, %

Массовая доля элементов, %						
углерод	марганец	кремний	никель	молибден	сера	фосфор
					не более	
0,06 - 0,12	0,50-0,90	0,15-0,40	0,80 - 1,20	0,40 - 0,70	0,025	0,030

Для того чтобы определить химический состав наплавленного металла необходимо знать химический состав электродного металла, которым будет производиться сварка. Эти данные представлены в таблице 3.6

Определяем химический состав металла шва для ручной дуговой сварки плавящимся электродом, %:

$$[C]: R_{ш} = 0,2 \times 0,88 + (1 - 0,88) \times 0,09 = 0,1868\%$$

$$[Si]: R_{ш} = 0,3 \times 0,88 + (1 - 0,88) \times 0,25 = 0,294\%$$

$$[Mn]: R_{ш} = 0,65 \times 0,88 + (1 - 0,88) \times 0,7 = 0,656\%$$

$$[Mo]: R_{ш} = 0,5 \times 0,88 + (1 - 0,88) \times 0,55 = 0,506\%$$

$$[S]: R_{ш} = 0,04 \times 0,88 + (1 - 0,88) \times 0,025 = 0,0382\%$$

$$[P]: R_{ш} = 0,04 \times 0,88 + (1 - 0,88) \times 0,03 = 0,0388\%$$

$$[Cr]: R_{ш} = 0,55 \times 0,88 + (1 - 0,88) \times 0 = 0,484 \%$$

Для определения механических характеристик наплавленного металла воспользуемся следующими формулами [7]:

Для предела прочности шва:

$$\sigma_{вш} = 4,8 + 50C + 25,2Mn + 17,5Si + 23,9Cr + 7,7Ni + 8W + 70Ti + 17,6Cu + 29Al + 16,8Mo \quad (18)$$

Для относительного удлинения шва:

$$\delta_{ш} = 50,4 - 21,8C - 15Mn - 49Si - 5,8Cr - 2,4Ni - 2,2W - 6,6Ti - 6,2Cu + 17,1Al + 2,7Mo \quad (19)$$

Для ударной вязкости шва при $T=293 \text{ K}$, Дж/см²:

$$KCU_{ш} = 23,3 - 25,7C + 6,4Mn + 8,4Si + 2,4Cr + 1,6Ni + 0,5W + 15,4Ti + 4Cu + 18Al + 1,4Mo \quad (20)$$

Для предела текучести шва:

$$\sigma_{тш} = 0,73 \cdot \sigma_{вш} \quad (21)$$

Для относительного поперченного сужения:

$$\psi_{ш} = 2,32 \cdot \delta_{ш} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{вш} &= 4,8 + 50 \cdot 0,19 + 25,2 \cdot 0,66 + 17,5 \cdot 0,3 + 23,9 \cdot 0,48 + 16,8 \cdot 0,51 = 56,222 \text{ МПа}, \\ \delta_{ш} &= 50,4 - 21,8 \cdot 0,19 - 15 \cdot 0,66 - 49 \cdot 0,3 - 5,8 \cdot 0,48 + 2,7 \cdot 0,51 = 20,251\%, \\ KCU_{ш} &= 23,3 - 25,7 \cdot 0,19 + 6,4 \cdot 0,66 + 8,4 \cdot 0,3 + 2,4 \cdot 0,48 + 1,4 \cdot 0,51 = 27,027 \text{ Дж/см}^2, \\ \sigma_{тш} &= 0,73 \cdot 56,222 = 41,04 \text{ МПа}, \\ \psi_{ш} &= 2,32 \cdot 20,251 = 46,98\%, \end{aligned}$$

3.6 Расход сварочных материалов при ручной дуговой сварке

При ручной дуговой сварке расход электродов можно определить по формуле [7]:

$$G_{э} = 1,7 \cdot G_{н}, \quad (23)$$

где $G_{н}$ – масса наплавленного металла, которую определим по формуле [7]:

$$G_{н} = F_{н} \cdot l_{ш} \cdot \gamma, \quad (24)$$

где $F_{н}$ – площадь наплавленного металла; $F_{н} = 2,23 \text{ см}^2$;

$l_{ш}$ – длина шва; $l_{ш} = 35,796 \text{ см}$;

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

$$G_{н} = 2,23 \cdot 35,796 \cdot 7,9 = 630,61 \text{ г.},$$

$$G_{э} = 1,7 \cdot 630,61 = 1072,05 \text{ г.}$$

3.7 Особенности технологии и техники сварки и сборки конструкции

Форму разделки концов труб следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 16037—80. Торцы, скошенные кромки, а также прилегающие к ним поверхности трубы по ширину 15-20 мм должны быть

зачищены до металлического блеска. Кромки труб следует зачищать механическим способом.

Сборку стыков труб следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 16037—80. СНиП III-31—78, настоящего стандарта и технической документации. Трубы под сварку необходимо подбирать по внутренним диаметрам. Допускается расхождение по внутреннему диаметру до 1%, но не более 2 мм. При сборке стыков труб должны быть обеспечены: правильное фиксированное взаимное расположение стыкуемых труб и деталей; свободный доступ к выполнению сварочных работ. Сборку стыков труб рекомендуется осуществлять с помощью сборочных устройств, позволяющих равномерно распределить смещение кромок по периметру стыка.

Прихватки выполнять по РД 153-34.1-003-01.

Таблица 3.7 - Количество и размеры прихваток для двух видов сварки.

Диаметр труб, мм	Количество прихваток по окружности трубы	Длина прихваток, мм	Высота
100—426	3—4	30-40	1,5

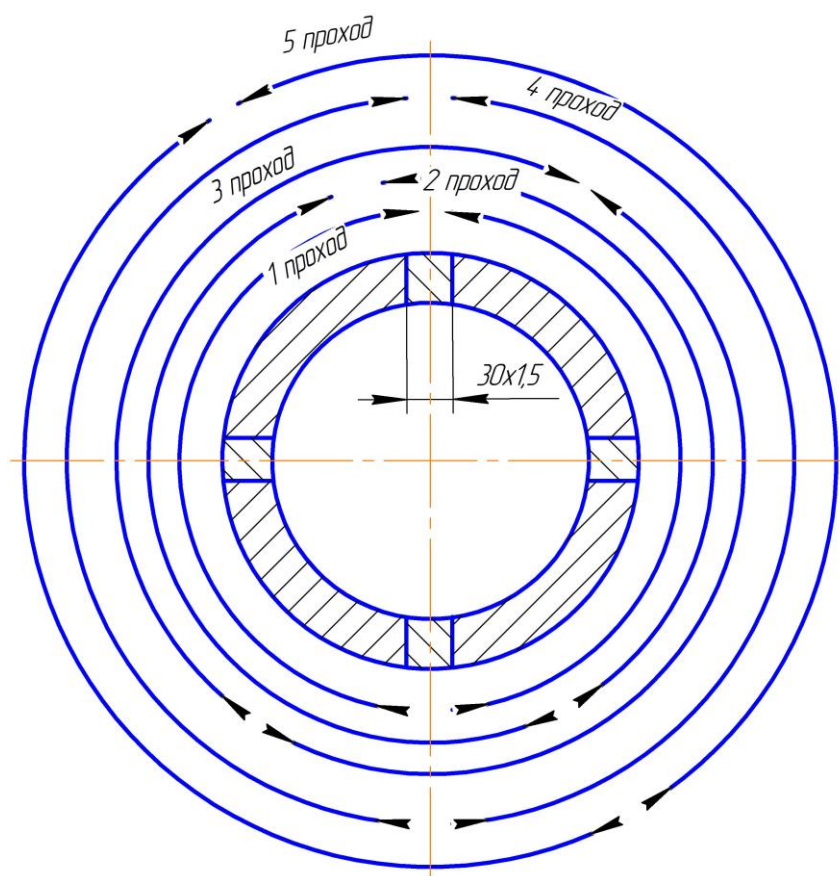


Рисунок 3.1 – Схема расстановок прихваток, порядок выполнения швов.

Подготовка металла под сварку заключается в правке, отчистке, разметке, механической обработке с получением необходимых размеров. Разметка осуществляется путём переноса натуральных размеров детали с чертежа на металл. При разметке заготовок учитывается укорочение их в процессе сварки конструкции. Поэтому предусматривается припуск из расчёта 0,1-0,2 мм на 1 м продольного шва [12].

Перед сваркой, как правило, стоит задача сборки конструкции, то есть установление и фиксация деталей в предусмотренном проектом положении. Сборка под сварку является одной из трудоёмких и сложных операций. Должна обеспечиваться качественная сварка конструкции. Для этого необходимо выдержать заданный зазор между соединяемыми деталями, установить детали в проектное положение и закрепить между собой так, чтобы взаиморасположение деталей не нарушилось в процессе сварки и кантовки, а если необходимо, и

транспортировки. Должен быть обеспечен свободный доступ к месту сварки [12].

Технологические особенности сварки теплоустойчивых сталей определяются [12]:

- склонностью металла шва и ОШЗ к образованию холодных трещин;
- пониженной стойкостью металла шва при сварке корневого слоя к образованию горячих трещин;
- склонностью сварных соединений к растрескиванию при повторном нагреве;
- высокой чувствительностью сталей к концентраторам напряжений;
- необходимостью термообработки сварных соединений и ограничением времени после окончания сварки до термообработки.

При сварке теплоустойчивых сталей необходимо принимать меры, способствующие получению сварных соединений с минимальным содержанием водорода (применение электродов с основным типом покрытия, просушка флюса, электродов, защитных газов перед сваркой, подогрев изделия при сварке, использование аргона в качестве защитного газа) [12].

После окончания сварки должно быть медленное остывание сварного соединения на спокойном воздухе (без сквозняков) или с теплоизоляцией (асбест, шлаковата) [12].

3.8Рекомендации по сварке намагниченных трубопроводов

При сварке металлических конструкций может возникнуть необходимость устранения эффекта «магнитного дутья». Электромагнитные силы, возникающие в результате изменения направления и неравномерного растекания тока, асимметричного расположения магнитопровода и магнитных полей вихревых токов относительно дуги, стремятся изменить форму столбца дуги и ее положение. При определенных условиях магнитное дутье может нарушить стабильность процесса горения дуги, ухудшить формирование сварного шва, а в некоторых случаях сделать процесс сварки невозможным.

Существует несколько подходов, позволяющих устранить или временно компенсировать магнитное поле в ферромагнитных изделиях. Применение этих подходов влечёт за собой необходимость использования дополнительных размагничивающих устройств и приспособлений (зачастую достаточно дорогих), а также приводит к включению в технологический процесс получения сварного соединения дополнительных операций, или даже целых дополнительных технологических процессов. Уменьшить магнитное дутьё можно применением многостороннего или переносного токопровода, изменением наклона электрода при сварке (чем практически широко пользуются сварщики), наложением внешних (продольных или поперечных) магнитных полей, стабилизацией столба дуги потоком защитных газов, а также применением других приемов, описанных выше. Ни один из них не является универсальным, поэтому в каждом конкретном случае необходимо опробовать несколько приемов и выбрать лучший.

С целью определения того, как влияет изменение рода тока на структуру металла шва, были проведены исследования, которые предполагали нанесение двух валиков при постоянном токе обратной полярности и при переменном прямоугольном токе. В качестве образца использовали трубу внутренним диаметром 28 мм и толщиной стенки 2,4 мм. Были использованы электроды марки LB-52U диаметром 2,6 мм.

Наплавку проводили методом ручной дуговой сварки в нижнем положении на стационарном рабочем посту. Каждый следующий валик наплавляли после полного остывания образца до комнатной температуры с целью исключения дополнительного термического воздействия.

В качестве источника питания использовали ARC 160 AC/DC.

После наплавки металла из трубы вырезали образцы для изготовления микрошлифов. Вырезку осуществляли с помощью отрезного станка абразивным кругом с дополнительным охлаждением водой.

Каждый наплавленный валик маркировали согласно рисунку 3.2.

Была произведена подготовка плоской поверхности микрошлифов в несколько этапов:

1. Вырезка и выравнивание поверхности.
2. Шлифование.
3. Полирование.

Все перечисленные операции были проведены таким образом, чтобы они не оказали влияние на структуру металла. В этом отношении особенно ответственны первая и вторая операции, которые не должны сопровождаться деформацией поверхностных слоев и нагревом образца. Поверхность подготовленного образца должна быть зеркально гладкой, плоской по всей его поверхности, без царапин и загрязнений.



Рисунок 3.2 – Трубная заготовка с наплавленным металлом а) на постоянном токе обратной полярности, б) на переменном прямоугольном токе

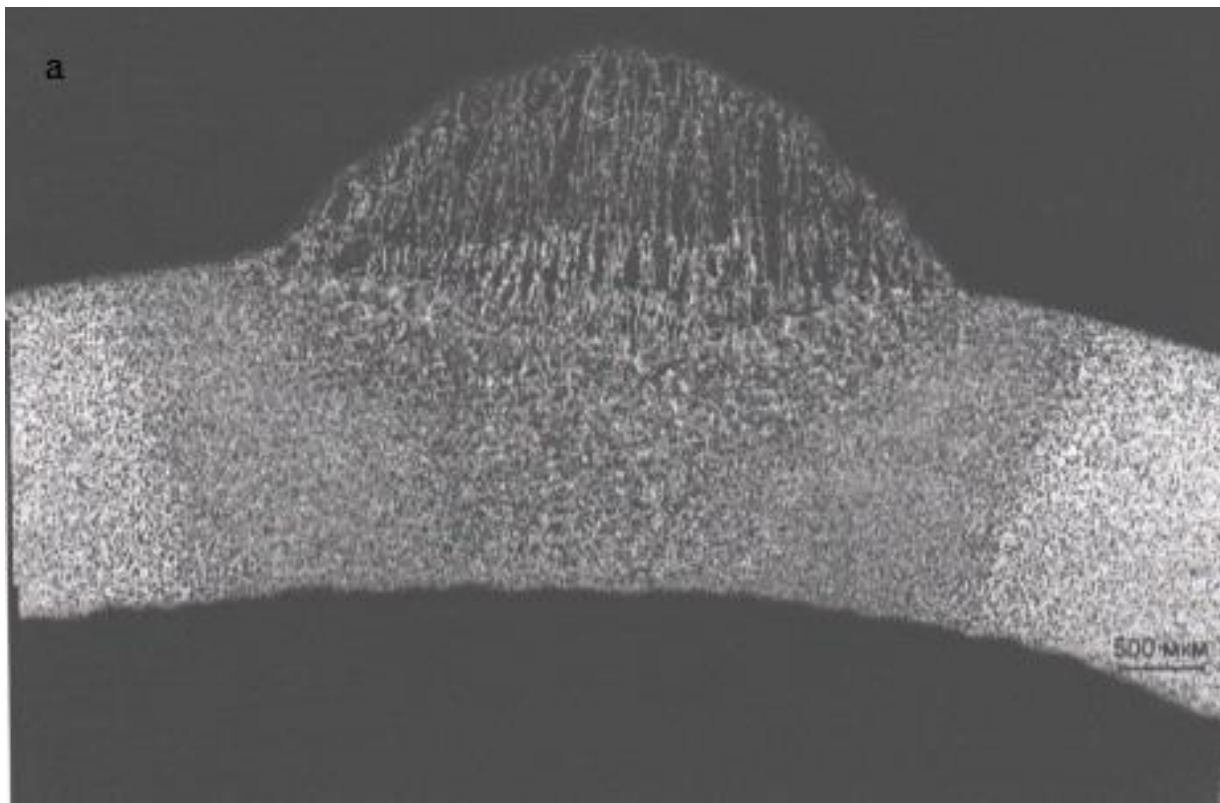


Рисунок 3.3 – а) макроструктура металла, наплавленного на постоянном токе обратной полярности

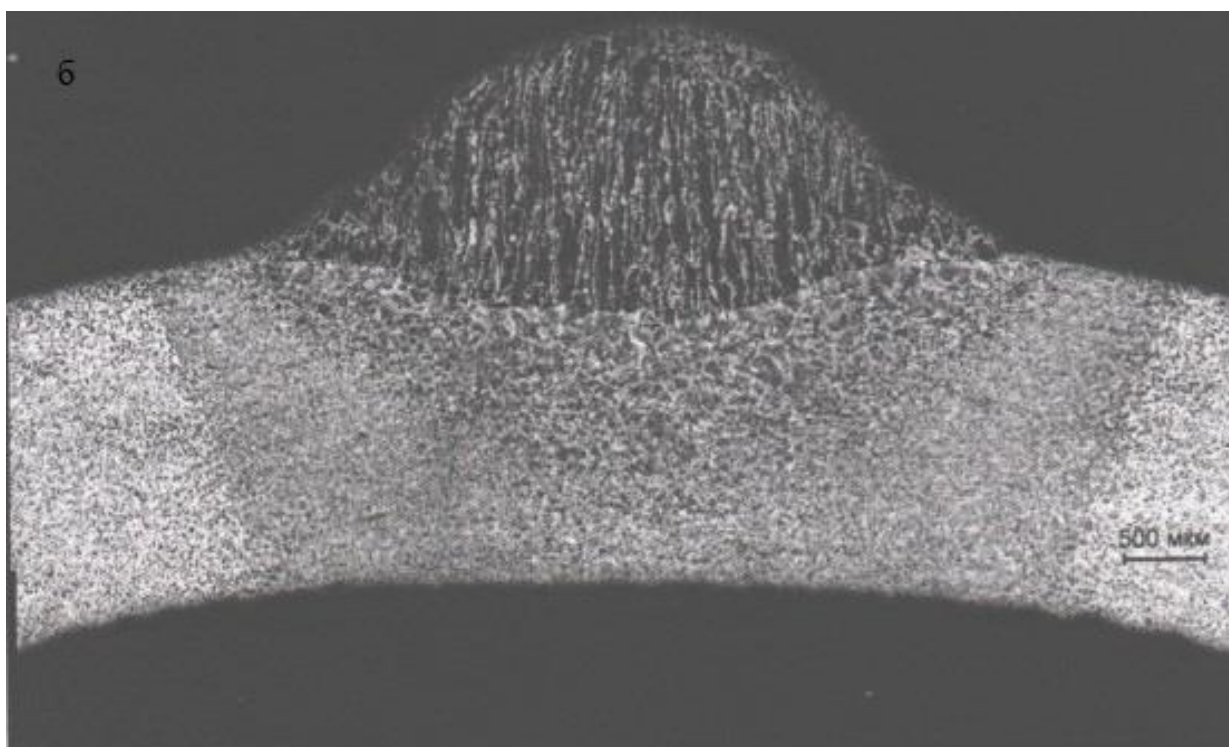


Рисунок 3.4 – б) макроструктура металла, наплавленного на переменном прямоугольном токе

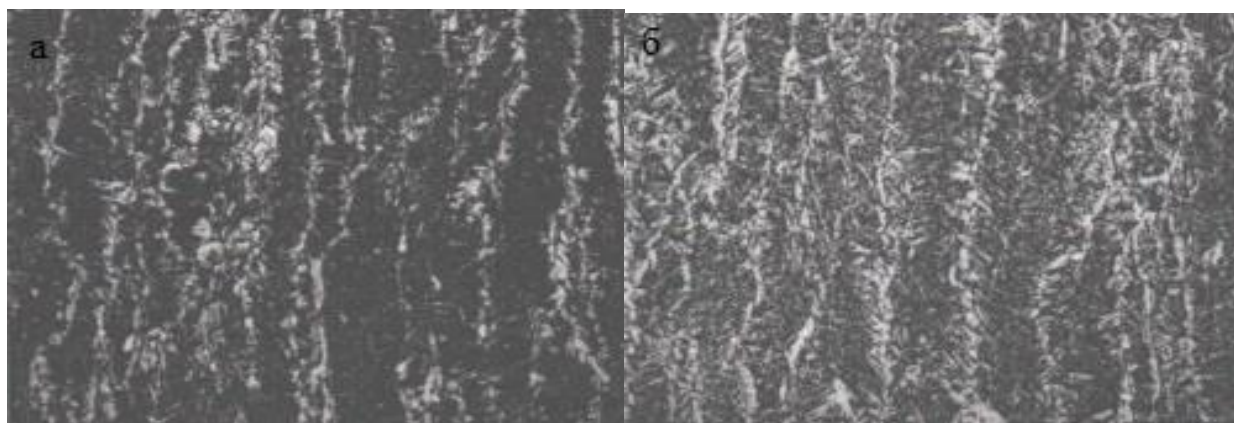


Рисунок 3.5 – а) микроструктура металла, наплавленного на переменном прямоугольном токе б) микроструктура металла, наплавленного на постоянном токе обратной полярности

Таким образом, представленные результаты металлографических исследований свидетельствуют о том, что использование при сварке покрытыми электродами переменного прямоугольного тока не оказывают негативного влияния на структуру наплавленного металла, а наоборот - способствует ее улучшению. В связи с этим можно рекомендовать применение переменного тока в особых случаях при соблюдении условий по обеспечению стабильного горения дуги, что наиболее полно реализуется в случае использовании переменного прямоугольного тока. В частности, при сварке трубных заготовок из стали 20ХМЛ электродами ТМЛ-1У.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

Для того чтобы разработать новый продукт приходится учитывать множество факторов. Хорошее изделие не всегда выходит в серийное производство, т. к. не учитываются различные факторы. Целью экономической части диплома является анализ устройства с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проектирования, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения продукта, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов.

4.2 Организация и планирование работ

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

Таблица 4.1 – Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение влияния лазерной обработки на поверхность детали.	
Практические исследования	9	Лазерная обработка поверхности образца.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной обработки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	Научный руководитель, студент

4.3 Определение трудоемкости выполнения работ

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

где $t_{ож\ i}$ – 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.

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i}, \quad (2)$$

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

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Для отображения этапов проектирования используется график сетевой, либо линейный. Для удобства построения графика необходимо каждый этап перевести в календарные дни. Рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (3)$$

где,

T_{ki} – продолжительность одной работы в календарных днях.

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

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (4)$$

где ,

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней году (365).

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году (52).

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году (15).

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 15} = 1.22$$

Полученные данные, которые были рассчитаны вышеуказанными формулами, заносятся в таблицу.

Используя таблицу можно построить календарный план-график выполнения работ.

Таблица 4.2 – График трудоемкости ресурсов

Название работы	Исполнитель	Продолжительность работ (дни)			Длительность работ			
					T_{pi}		T_{ki}	
		$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{ожi}$	НР	Ин	НР	Ин
Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	2	5	3,2	3,2	-	3,90	3,90
Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, студент	3	5	3,8	1,9	1,9	2,31	2,31
Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель, студент	10	17	12,8	6,4	6,4	7,80	7,80
Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент	1	3	1,8	0,9	0,9	1,09	1,09
Выбор структурной схемы устройства	Научный руководитель, студент	2	6	3,6	1,8	1,8	2,19	2,19
Выбор принципиальной	Научный							

схемы устройства	руководитель, студент	4	10	6,4	3,2	3,2	3,90	3,90
Расчет принципиальной схемы устройства	Студент	7	12	9	-	9		10,98
Разработка макета устройства	Студент	4	10	6,4	-	6,4	7,80	7,80
Написание программ	Студент	3	12	6,6	-	6,6	8,05	8,05
Проведение экспериментальных исследований	Научный руководитель, студент	2	8	4,4	2,2	2,2	2,68	2,68
Оформление расчетно- пояснительной записки	Студент	1	2	1,4	-	1,4		1,70
Оформление материала	Студент	5	20	11	-	11		13,42
Подведение итогов	Научный руководитель, студент	1	3	1,4	0,7	0,7	0,85	0,85

Таблица 4.3 – Календарный план график

Название работы	Исполнитель	$T_{\kappa i}$	Продолжительность выполнения работ																	
			февраль			март			апрель			май			июнь			июль		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	3,90																		
Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, студент	2,31																		
Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель, студент	7,80																		
Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент	1,09																		
Выбор структурной схемы устройства	Научный руководитель, студент	2,19																		

Выбор принципиальной схемы устройства	Научный руководитель, студент	3,90						
Расчет принципиальной схемы устройства	Студент	10,98						
Разработка макета устройства	Студент	7,80						
Написание программ	Студент	8,05						
Проведение экспериментальных исследований	Научный руководитель, студент	2,68			 			
Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент	1,70			 			
Оформление материала	Студент	13,42			 			
Подведение итогов	Научный руководитель, студент	0,85						

4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи}, \quad (5)$$

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.);

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 4.4 - Материальный затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Ручка	шт.	1	1	1	20	20	20	23	23	23
Дополнительная литература	шт.	2	1	1	400	350	330	920	402,5	379,5
Тетрадь	шт.	1	1	1	10	10	10	11,5	11,5	11,5
Итого								2852	2219,5	2135,5

4.4.2 Расчет затрат на электроэнергию

Для реализации дипломного проекта необходимо оборудование, которое позволяет протестировать, отладить готовую разработку. На кафедре есть все необходимое оборудование, поэтому нет необходимости рассчитывать затраты на покупку оборудования. Надо лишь рассчитать затраты на электричество.

Используемое оборудование:

- Осциллограф
- Вольтметр
- Источник питания
- Персональный компьютер

Также необходимо рассчитать затраты на освещение.

Для расчета используется следующая формула:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot C_{э} \cdot t_{об}, \quad (6)$$

где ,

$\mathcal{E}_{об}$ – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудование (руб.);

$P_{об}$ – потребляемая мощность оборудования (Вт);

$C_{э}$ – тарифная цена (кВт/ч);

$t_{об}$ – время работы оборудования (ч.).

Время работы оборудования вычисляется исходя из календарного плана и учитывая 8-часовой рабочий день. Затраты по электроэнергии заносятся в таблицу

Таблица 4.5 – Затраты на электроэнергию

Оборудование	Время работы $t_{об}$ (ч.)	Потребляемая мощность $P_{об}$ (кВт.)	тарифная цен $Ц_э$ (кВт/ч);	Затраты $Э_{об}$ (руб.)
Осциллограф	61.2	0,06	4.3	15.79
Вольтметр	61.2	0,02		5.27
Источник питания	61.2	0,04		10.53
Персональный компьютер	231	0,12		119.20
Итого:	414.6	0,24		150.79

Итоговые затраты на электроэнергию составляют:

$$Э_{общ} = 150.79 \text{ руб.}$$

4.4.3 Расчет затрат на основную заработную плату

Расходы на оплату труда относятся: начисления денежных средств сотрудникам предприятия. Данные расходы определяются по тарифным ставкам, по уровню образования сотрудника, по характеру сложности выполняемой работы, по географическому положению предприятия.

Для начала необходимо рассчитать основную заработную плату:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (7)$$

где ,

$З_{осн}$ – основная заработная плата (руб.);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемая работником.

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_M \cdot M}{F_M}, \quad (8)$$

где,

Z_m –месячный должностной оклад работника(руб.);

M –количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_m –действительный годовой фонд рабочего времени

Месячный должностной оклад работника рассчитывается исходя из следующей формулы:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (9)$$

где ,

$Z_{тс}$ –заработная плата по тарифной ставке (руб.);

$k_{пр}$ –премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_d –коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,3);

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

Все полученные данные заносятся в таблицу.

Таблица 4.6 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Разряд	k_t	$Z_{тс}$ руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m руб.	$Z_{дн}$ руб.	T_p	$Z_{осн}$ руб.
Научный руководитель	17	3,51	16853,44	0	0,2	1,3	26291,37	29394,57	0,67	21667,91
Студент	2	1,04	12436	0,3	0,2	1,3	18657,2	25387,24	1,72	43659,67
Итого										64237,58

4.4.4 Расчет дополнительно заработной платы

Дополнительная заработная плата рассчитывается в случае отклонений норм труда:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (10)$$

где,

$k_{\text{доп}}$ – дополнительный коэффициент заработной платы (0,12–0,15).

Для инженера дополнительная заработная плата составила:

$$З_{\text{доп}} = 5232,23 \text{ руб.}$$

4.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

В данном разделе учитываются обязательные взносы в пенсионный фонд, фонд социального страхования, а также медицинского страхования. Данные расходы рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (11)$$

где,

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды.

$$k_{\text{внеб}} = k_{\text{пен.ф.}} + k_{\text{соц.стр.}} + k_{\text{мед.стр.}}, \quad (12)$$

где

$k_{\text{пен.ф.}}$ – коэффициент отчислений в пенсионные фонды (0,22);

$k_{\text{соц.стр.}}$ – коэффициент социального страхования (2,9);

$k_{\text{мед.стр.}}$ – коэффициент медицинского страхования (5,1).

Отсюда получаем:

$$\begin{aligned} k_{\text{внеб}} &= 0,3 \\ З_{\text{внеб}} &= 0,3 \cdot 69403,05 = 20750,91 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Суммируя все статьи расходов получаем общую себестоимость дипломного проекта, полученные результаты заносятся в общую таблицу

Таблица 4.7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Статья расходов	Стоимость (Ист. 2) руб.	Стоимость (Ист. 1) руб.
Материальные затраты	1326,9	965,6
Затраты на электроэнергию	150,79	150,79
Затраты на основную заработную плату	64237,58	64237,58
Затраты на дополнительную заработную плату	5232,23	5232,23
Затраты на отчисление во внебюджетные фонды	20750,91	20750,91
Итого	91698,41	91234,56

В итоге общие затраты на реализацию научного проекта составило:

$$C_{\text{общ } 1} = 91698,41 \text{ руб}$$

$$C_{\text{общ } 2} = 91234,56 \text{ руб}$$

Вывод: Видно, что величина общих затрат отличаются незначительно, ввиду того, что доля материальных затрат незначительна. Основную долю затрат составила зарплата.

4.5 Оценка эффективности проекта

Немаловажным критерием расчета является оценка эффективности дипломного проекта, определяются две важные составляющие:

- Показатель финансовой эффективности
- Показатель ресурсоэффективности.

Показатель финансовой рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (12)$$

где

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

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

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

Таблица 4.8 – Интегральный финансовый показатель

Параметр	Φ_{pi} руб.	Φ_{max} руб.	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$
Исполнитель 1	91698,41	18282,97	0,51
Исполнитель 2	91234,56		0,48

Из таблицы видно, что интегральный показатель не сильно отличается. Он имеет величину меньшую единицы, соответственно разработка эффективна.

Теперь производится расчет ресурсоэффективности. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^N a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

где

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

b_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах (от 1 до 10).

Расчет ресурсоэффективности производится по каждому критерию, по которому характеризуется готовый рабочий прототип (удобство эксплуатации, точность позиционирования и т.д.) и заносится в следующую таблицу.

Таблица 4.9 – Ресурсоэффективность

Критерий	Весовой коэффициент	Балльная оценка	
		Исп.1	
Удобство в эксплуатации	0,1	5	Удобство в эксплуатации

Точность позиционирования	0,25	7	Точность позиционирования
Помехоустойчивость	0,1	8	Помехоустойчивость
Энергосбережение	0,15	5	Энергосбережение
Надежность	0,25	9	Надежность
Материалоемкость	0,05	4	Материалоемкость
Цена	0,1	2	Цена
Итого	1	34	Итого

Анализируя таблицу рассчитывается интегральная оценка эффективности для двух исполнений.

$I_{p1} = 6,35$ показатель ресурсоэффективности для первого исполнения;

$I_{p2} = 7,28$ показатель ресурсоэффективности для второго исполнения.

Получив значения коэффициентов ресурсоэффективности и финансовой эффективности рассчитывается показатель эффективности разработки:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\text{фин.}i}}, \quad (14)$$

$I_{\text{исп.}1} = 12,83$ интегральный показатель эффективности вариантов;

$I_{\text{исп.}2} = 13,47$ интегральный показатель эффективности вариантов.

Для качественного анализа используется сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср.}} = \frac{I_{\text{исп.}1}}{I_{\text{исп.}2}}, \quad (15)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср.}} = 0,95$$

Все полученные параметры сравнительного анализа заносятся в таблицу

Таблица 4.10 – Параметры сравнительного анализа

Показатели	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный показатель финансовой эффективности	0,51	0,48

Интегральный показатель ресурсоэффективности	6,35	7,28
Интегральный показатель эффективности вариантов	12,83	13,47
Сравнительная эффективность	0,95	

Видно что сравнительная эффективность $\varepsilon_{\text{ср.}}$ меньше единицы, это говорит о том, что второй вариант исполнения разработки более эффективен с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности. Поэтому для создания прототипа выбирается именно он.

Вывод: в данном разделе были рассчитаны основные показатели на каждом этапе проектирования, рассмотрены эффективности выполненного продукта с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности.

5. Социальная ответственность

5.1 Введение

Объектом исследования моей выпускной квалификационной работы является род тока и его влияние на свойства металла шва при сварке покрытыми электродами. Работа выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут ООО «Газпром трансгаз Томск», АО «Транснефть – Центральная Сибирь», г. Томск. Также потенциальными потребителями результатов разработок будут небольшие мастерские и индивидуальные потребители, применяющие ручную дуговую сварку в домашних условиях.

Основная задача данного раздела состоит в том, чтобы проанализировать, какие опасные и вредные факторы будут воздействовать на человека во время сварки покрытыми электродами. А также этом разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда в лаборатории, правила эксплуатации помещения при возникновении опасной ситуации.

5.2 Производственная безопасность

Таблица 5.1 - Опасные и вредные факторы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проведение сварочных работ: 1) Сварка листовых заготовок; 2) Проведение ремонтных работ по заварке дефектных мест.	1. Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях; 2. Превышение уровня шума и вибрации; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования 2. Электрический ток;	ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ[5], ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ[6], ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ[7], ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ[8], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03[9], СанПиН 2.2.4.548–96[10], СН 2.2.4/2.1.8.562–96[11], СН 2.2.4/2.1.8.566–96[12], СП 52.13330.2011[13], СанПиН 2.2.2.540-96[14].

Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 2.

Таблица 5.2– Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

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

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

Уровня шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для контактной сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–2014. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

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

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- 1) Изоляции источников шумов;
- 2) Проведение акустической обработки помещения;

3) Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;

Освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности для данных видов работ составляет 300 лк (СНиП 23-05-2010).

Различают естественное и искусственное освещение.

Естественное – обуславливают световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным световым потоком прямых солнечных лучей, и диффузионным светом неба, т.е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды.

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

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

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (K_p) должен быть не больше 10%.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного факторы является изначально правильное расположение и подключение источников

света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

Уровень статического электричества

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

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

- перед включением установки должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку;

- запрещается при включении контактной машины одновременно прикасаться к верхнему и нижнему электродам, имеющим естественное заземление.

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

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

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;

- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

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

5.3 Экологическая безопасность

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

Многие предприятия сейчас внедряют новейшие технологии в процесс эксплуатации, очистки и утилизации отходов производства. Так, внедрение различных установок для контактной сварки в автомобилестроении значительно упрощают процесс изготовления и ремонта деталей кузовов машин. Также контактную сварку используют в вагоностроении, судостроении и авиастроении. Применение контактной сварки значительно сокращает время изготовления деталей, но приводит к увеличению затрат электроэнергии, количества электростанций и их мощностей. Соответственно, рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, опасность аварий в ядерных

реакторах, изменение ландшафта Земли. Целесообразным является разработка и внедрение систем с малым потреблением энергии. Применение конденсаторов позволяет снизить потребляемую мощность, в 2-3 раза по сравнению с трансформаторными контактными машинами.

При проведении исследований были следующие отходы: от сварочных электродов оставались огарки, которые были утилизированы. Вредных выбросов в водные источники и атмосферу не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны.

Пожарная безопасность

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

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

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

С целью предотвращения пожаров необходимо:

1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.
2. Курить только в отведенных для курения местах.
3. В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01» пожарную службу.
4. Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В производственных помещениях проходит большое количество проводов и большое количество электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов, или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний.

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение спец. Защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели).

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Требования к размещению машин для контактной точечной сварки, организации рабочих мест и к производственным помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86.

Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами и экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты.

Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.

Ширина проходов между контактными машинами должна быть: при расположении рабочих мест друг против друга для точечных и шовных машин - не менее 3 м, при расположении машин тыльными сторонами друг к другу - не менее 1 м, при расположении машин передними и тыльным и сторонам и друг к другу - не менее 1,5 м.

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

- Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами и экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты.

- Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.
- Ширина проходов между контактными машинами должна быть: при расположении рабочих мест друг против друга для точечных и шовных машин - не менее 3 м, при расположении машин тыльными сторонами друг к другу - не менее 1 м, при расположении машин передними и тыльным и сторонам и друг к другу - не менее 1,5 м.
- Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.
- При установке однопостового источника питания у стены расстояние от стены до источника должно быть не менее 0,5 м.
- Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2.м.
- Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека.
- Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.
- Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств.

- Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты.
- Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4).
- Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности.
- Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола.
- Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

Выводы

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология сварки трубопровода диаметром 114 мм из стали 20ХМЛ, которая предусматривает использование электродов ТМЛ-1У диаметром 3 мм на постоянном токе обратной полярности. С целью упрощения процесса дуговой сварки намагниченных деталей рекомендовано применение переменного прямоугольного тока.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение были рассмотрены эффективности выполненного продукта с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности

В разделе социальная ответственность было проанализировано, какие опасные и вредные факторы будут воздействовать на человека во время сварки покрытыми электродами. А также в этом разделе были рассмотрены вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда в лаборатории, правила эксплуатации помещения при возникновении опасной ситуации.

Список литературы

1. Трущенко Е.А. Технология сварки плавлением. Часть I: учебное пособие Трущенко Е.А.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 144 с.
2. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. Б.Е. Патон, И.И. Заруба, В.В. Дыменко, А.Ф. Шатан. – К.: «Экотехнология», 2007. – 248 с.
3. Сварка магнитоуправляемой дугой. Ю.Г. Гаген, В.Д. Таран. М., «Машиностроение», 1970. – 160с.
4. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 428с.
5. Гордынец А.С., Киселев А.С., Дедюх Р.И., Советченко Б.Ф. Влияние возмущающего воздействия внешнего магнитного поля на процесс дуговой сварки покрытыми электродами // Сварка и диагностика. – 2011. N4. – С. 37-40.
6. Ручная дуговая сварка: учебник/ В.Г. Лупачев. – 3-е изд. – Минск: Выш. шк., 2010 – 416 с.: ИЛ
7. Дедюх Р. И. Расчёт режимов дуговой сварки – Томск: Изд. ТПУ, 1983.- 18с.
8. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. Специальные стали. Учебник для вузов
9. РД 153-34.1-003-01сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования.
- 10.<http://weldering.com>
- 11.<http://metallcheckiy-portal.ru/>
- 12.ГОСТ 16037-80
- 13.СТО 00220368-017-2010 СТАНДАРТ ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из теплоустойчивых сталей