

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

Школа ИШНКБ

Направление подготовки Машиностроение 15.03.01

Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка процесса аргодуговой сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем

УДК 621.791.754'293.037.012

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Чагин Артем Евгеньевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Князьков А.Ф.	к.т.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Николаенко В.С.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение 15.03.01	Хайдарова А.А	к.т.н		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа ИШНКБ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В41	Чагину Артему Евгеньевичу

Тема работы:

Разработка процесса сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10186/с от 28.12.2017 г.
---	----------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2018
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Процесс дуговой сварки неплавящимся электродом в защитной среде аргона</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<p>1. Анализ современного состояния сварки магнитоуправляемой дугой; 2. Модель формирования сварного шва при изменении токоподвода к изделию; 3. Специфика выполнения сварного соединения;</p>

<p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>4. Экспериментальная часть; 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 6. Социальная ответственность; 7. Заключение.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Цель и задачи исследования – демонстрационный лист; 2. Анализ современного состояния сварки магнитоуправляемой дугой – демонстрационный лист; 3. Модель формирования сварного шва при изменении токоподвода к изделию – демонстрационный лист; 4. Модель растекания тока – демонстрационный лист; 5. Модель формирования магнитных полей – демонстрационный лист; 6. Модель образования объемных электромагнитных сил – демонстрационный лист; 7. Модель формирования пристеночного валика – демонстрационный лист; 8-9. Специфика выполнения сварного соединения – демонстрационные листы; 10-11. Экспериментальная часть – демонстрационные листы; 12. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение – демонстрационный лист; 13. Заключение – демонстрационный лист.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-4 разделы</p>	<p>Князьков Анатолий Федорович</p>
<p>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Николаенко Валентин Сергеевич</p>
<p>6. Социальная ответственность</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	22.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Князьков А.Ф.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Чагин Артем Евгеньевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 76 с., 20 рис., 17 табл., 26 источников.

Ключевые слова: магнитное дутье, автоматическая сварка, столб дуги, аргонодуговая сварка, токоподвод

Объектом исследования является процесс дуговой сварки неплавящимся электродом в защитной среде аргона

Цель работы – исследование и разработка технологии сварки неплавящимся электродом в аргоне с управлением собственным магнитным дутьем.

В процессе исследования проводились анализ методов повышения эффективности и способы сварки неплавящимся электродом с применением импульсного питания сварочной дуги, проведен анализ сварки модулированным током и предложен наиболее перспективный способ.

В результате исследования разработан процесс сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем.

Область применения: данный способ сварки может применяться в разных отраслях: нефтяной, газовой, котельной, электрического промышленности, а также в коммунальном, сельском хозяйстве и кораблестроении.

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

В будущем планируется минимизировать конструкцию сварочного аппарата. Запатентовать данный способ сварки. Подготовить документацию по сборке сварочного аппарата, аттестовать его в национальном агентстве контроля сварки и внедрить его в промышленность.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Собственное магнитное поле – это круговое магнитное поле тока, возникающие при прохождении тока по элементам сварочной цепи, в том числе и по основному металлу.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;

- Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
- ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
- СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение;
- ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- ГОСТ 12.1.019-70 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения;
- Трудовой кодекс, № 197-ФЗ/ Ст. 184 ТК РФ. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональные заболевания;

- ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Роботы электросварочное. Требования к безопасности;
- ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

B_1 – линии магнитной индукции собственного магнитного поля дуги;

B_2 – линии магнитной индукции магнитного поля тока;

F – сила, возникающая при взаимодействии B_1 и B_2 ;

f_{Γ} – горизонтальная электромагнитная сила;

$f_{\text{в}}$ – вертикальная электромагнитная сила;

I_1 – сила тока, подключенная к 1 точке;

I_2 – сила тока, подключенная к 2 точке;

R_1 – сопротивление при прохождении тока по 1 точки;

R_2 – сопротивление при прохождении тока по 2 точки;

$I_{\text{п}}$ – ток паузы.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	12
1. Анализ современного состояния сварки магнитоуправляемой дугой.....	15
1.1 Влияние собственного магнитного поля на процесс сварки	15
1.2 Способы ликвидации магнитного дутья.....	20
1.3 Методы использования магнитного дутья для управления процессом сварки	21
2. Модель формирования сварного шва при изменении токоподвода к изделию	24
2.1 Растекание тока и его подвод	24
2.2 Формирование магнитных полей.	25
2.3 Образование объемных электромагнитных сил	26
2.4 Формирование пристеночного валика	27
3. Специфика выполнения сварного соединения.....	29
3.1 Подготовка кромок	29
3.2 Сборка	32
3.3 Технология сварки	34
4. Экспериментальная часть.....	39
4.1 Функциональная схема экспериментальной установки	39
4.2 Формирование сварного соединения	39
5. Финансовый менеджмент, ресурсоемкость и ресурсосбережение	42
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	42
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	42
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	43
5.1.3 SWOT-анализ	44
5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	45
5.3 Планирование научно-исследовательских работ	46
5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	46
5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	48
5.3.3 Разработка графика поведения научного исследования.....	49

5.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	52
5.4.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	52
5.4.2	Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ.....	53
5.4.3	Основанная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	54
5.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	55
5.4.5	Накладные расходы НТИ.....	56
5.4.6	Формирование бюджета научно-исследовательского проекта.....	56
5.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	57
6.	Социальная ответственность	63
6.1	Производственная безопасность	63
6.1.1	Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях	64
6.1.2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	65
6.1.3	Повышенный уровень вибрации	66
6.1.4	Освещенность рабочей зоны	67
6.1.5	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды	68
6.1.6	Электрический ток.....	68
6.1.7	Повышенная яркость света	69
6.1.8	Повышенная температура поверхности	69
6.2	Экологическая безопасность.....	70
6.2.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	70
6.2.2	Анализ влияния процессов исследования на окружающую среду ...	70
6.2.3	Обоснования мероприятий по защите окружающей среды	70
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
6.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	71
6.3.2	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	71
6.3.3	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	72
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73

6.4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	73
6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	75

ВВЕДЕНИЕ

АКТУАЛЬНОСТЬ. Повышение эффективности и улучшение качества производимых металлоконструкций является актуальной задачей на сегодняшний день. Одним из путей её решения можно выделить разработку и внедрение технологических процессов и оборудования, отвечающих мировым стандартам.

Предпосылками к разработке способа сварки с импульсным питанием сварочной дуги с автоматическим изменением точки подвода тока к изделию служили разные технологические задачи, направленные на получение конечного результата – качества в геометрии сварного шва, возможность упрощения техники выполнения сварных швов в разных пространственных положениях, а также в узкую щелевую разделку. При этом необходимо использование специального оборудования, т.е. импульсного источника питания сварочной дуги. Следовательно, возникает необходимость в разработке принципиально новых методов аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и родственных процессов соединения металла, основанных на использовании источников нагрева.

В данное время аргонодуговую сварку неплавящимся электродом стали дорабатывать и модернизировать. Одним из перспективных способов автоматического регулирования тепловой мощности дуги в процессе сварки, является модулирование сварочного тока с частотой следования, при которой используется эффект импульса. Достоинствами данного способа сварки является: возможность сварки встык труб и пластин, сварка ведется, как плавящимся электродом, так и неплавящимся, при непрерывно горящей дуге.

Модулирование сварочного тока можно осуществить путём включения в сварочную цепь стандартного источника питания полупроводникового устройства, работающего в ключевом режиме.

Существенный вклад в развитие способов аргонодуговой сварки модулированным током, внесли сотрудники ИЭС томской, ростовской,

воронежской сварочных школ. Разработке такого устройства для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и посвящена эта работа.

ЦЕЛЬЮ РАБОТЫ является исследование и разработка технологии аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в аргоне с разделением токоподвода к изделию.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ – технология сварки неплавящимся электродом в аргоне.

ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ – сварочная дуга, управляемая собственным магнитным полем в импульсном режиме.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА проведенного бакалаврского исследования:

- Теоретически обоснована и практически подтверждена принципиальная возможность качественного формирования сварного шва с концентрированным тепловложением дугой, горящей в импульсном режиме.
- Установлено, что физическая устойчивость горения дуги соблюдается при различной геометрии торца электрода.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ.

Разработан процесс аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с отдельным токоподводом к изделию.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы при создании устройства для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с отдельным токоподводом к изделию.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Результаты настоящей работы представлены на научных семинарах кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства» и на конференциях Всероссийского, Областного уровня.

ПУБЛИКАЦИИ.

Чагин, А. Е. Модель формирования собственного магнитного поля сварочной дуги [Электронный ресурс] / А. Е. Чагин, А. Ф. Князьков, Е. О. Маурин; науч. рук. А. Ф. Князьков // Неразрушающий контроль: сборник

трудов VI Всероссийской научно-практической конференции "Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность", Томск, 23-27 мая 2016 г.в 3 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2016. — Т. 2. — [5 с.]. — Заглавие с титульного экрана. — Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/32933>

1. Анализ современного состояния сварки магнитоуправляемой дугой

1.1 Влияние собственного магнитного поля на процесс сварки

Сварочная дуга представляет собой электрический дуговой разряд в ионизированной смеси газов, паров металлов и компонентов, входящих в состав электродных покрытий, флюсов и других средств. Она в процессе сварки подвергается действию ряда дестабилизирующих факторов – возмущений режима, связанных с изменениями ее длины случайными перемещениями капель на торце электрода или металла ванны, изменениями состава газа за счет неравномерного испарения покрытий электродов или флюсов, изменениями силы тока при колебаниях напряжения сети, случайными магнитными полями и др. Магнитное поле дуги является одним из этих факторов при дуговой сварке [1].

Под собственным магнитным полем дуги принято понимать круговое магнитное поле тока, проходящее по элементам сварочной цепи, в том числе и по основному металлу. В этом случае если ток подведен к свариваемому изделию вблизи дуги, магнитное поле оказывает равномерное симметричное воздействие на столб дуги, и дуга не отклоняется (рис. 1а). Если же токоподвод подключен вдали от места горения дуги, то за счет усиления (сгущения) магнитного поля со стороны токоподвода дуга отклоняется в противоположную сторону [2].

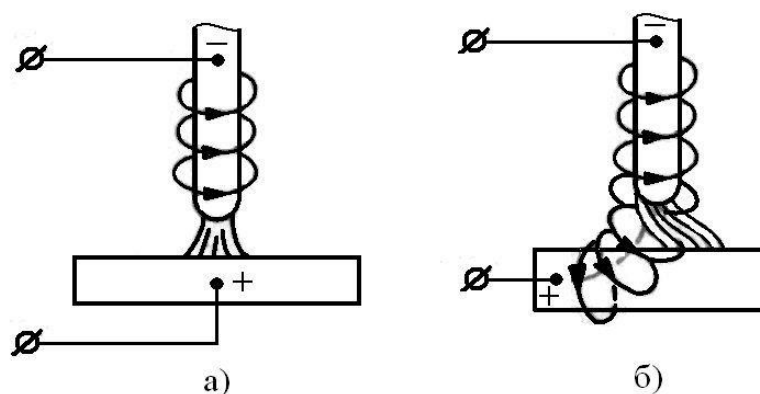


Рисунок 1 – Действие собственных магнитных полей на дугу

Поле, которое создается сварочным током, окружает дугу и воздействует на нее со всех сторон. Пока магнитное поле остается симметричным, электромагнитная сила в любом направлении уравнивается равной и противоположно направленной силой и их равнодействующая равна нулю. Как только симметрия магнитного поля нарушается, силы становятся неравными и дуга отклоняется в направлении наибольшей силы. Воздействие собственного магнитного поля на дугу получило название «магнитное дутье» [1].

По внешним признакам магнитное дутье подобно смещению факела открытого пламени горелки под воздействием сильных воздушных потоков. На рисунке 1(б), показано отклонение дуги вправо от электрода. Это объясняется тем, что за счет сгущения силы магнитного поля слева от электрода и разреженности магнитного поля справа от электрода происходит смещение дуги в сторону меньшей напряженности магнитного поля, т.е. вправо. Магнитное дутье часто является мешающим фактором, серьезно затрудняющим выполнение процесса сварки. Оно может вызвать непровары сварного соединения, резкое увеличение разбрызгивания металла и ухудшение формирования шва в целом [3].

Причиной возникновения магнитного дутья является взаимодействие двух магнитных полей – магнитного поля тока, протекающего по изделию и дуге, и магнитного поля тока, протекающего по электроду, рисунок 2. На нем показано влияние тока, протекающего по изделию, на пространственное положение дуги: B_1 – линии магнитной индукции собственного магнитного поля дуги; B_2 – линии магнитной индукции магнитного поля тока, который протекает по изделию; 1 – контакт подвода тока к изделию; F – сила, действующая на сварочную дугу и возникающая при взаимодействии магнитных полей с магнитной индукцией B_1 и B_2 [4].

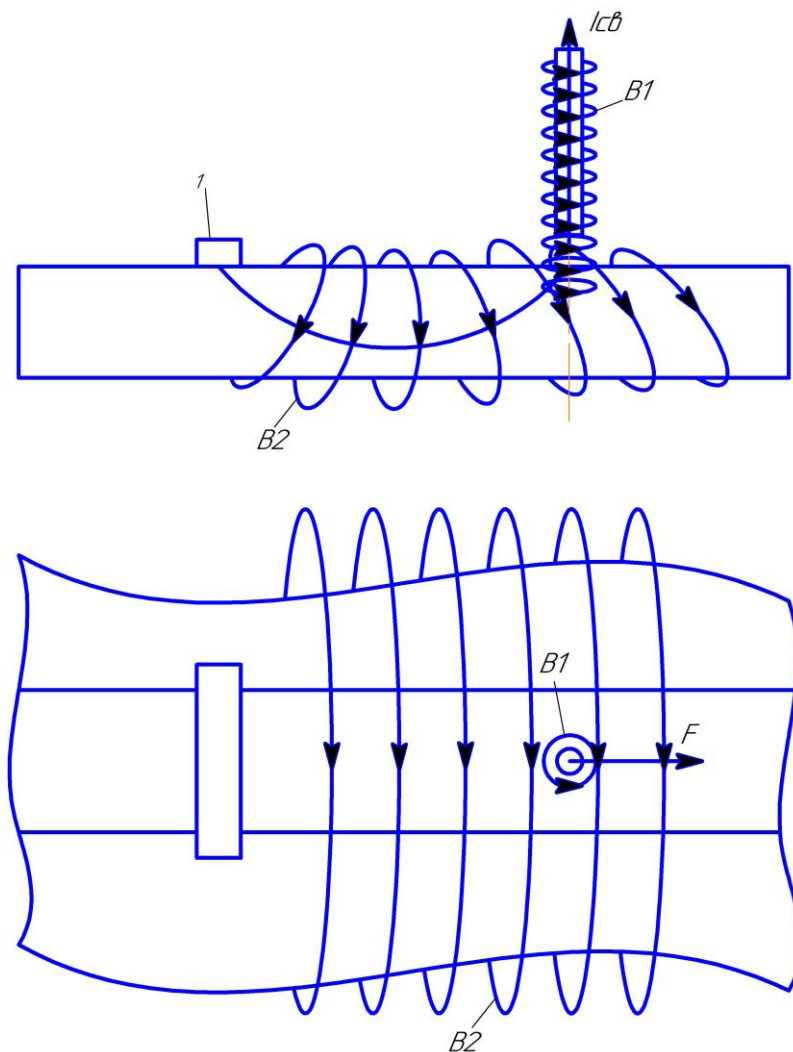


Рисунок 2 – Влияние магнитного поля на сварочную дугу

Влияние стороннего магнитного поля также сказывается на отклонение дуги от нормального положения. На рисунке 3 показано, как магнитное поле постоянного подковообразного магнита может создавать поперечное магнитное поле, в результате которого будет взаимодействовать с кольцевым магнитным полем, возникающим вокруг дуги при прохождении тока. В результате такого взаимодействия увеличивается напряжённость поля с той стороны дуги, где направление силовых линий совпадает, а со стороны, где силовые линии встречаются, напряженность поля уменьшается. Появляется результирующая электромагнитная сила F , отклоняющая дугу в сторону. Если постороннее магнитное поле сильное, оно может совсем оборвать дугу [2].

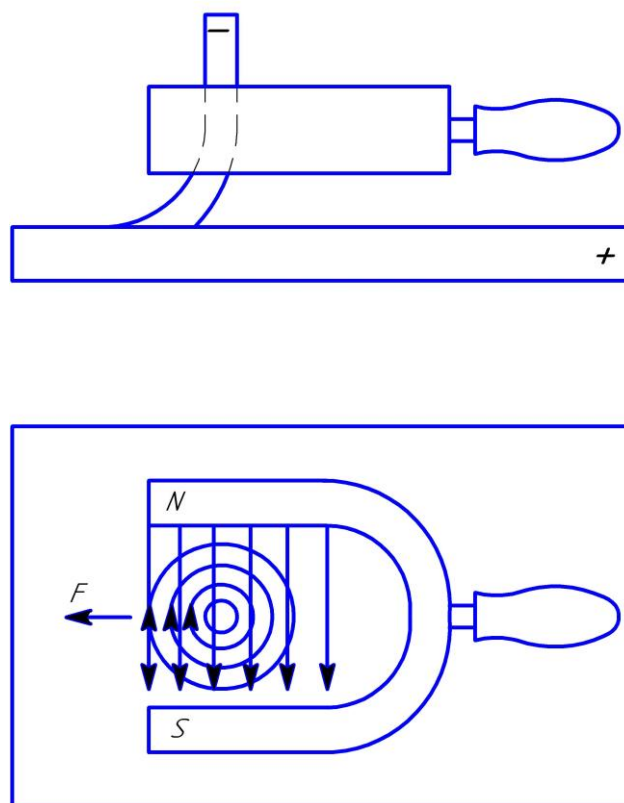


Рисунок 3 – Действие постоянного магнитного поля на сварочную дугу

На направление отклонения дуги влияет полярность подключения и направление стороннего магнитного поля. Если оно достаточно сильное, то может совсем оборвать дугу. Под действием магнитного поля небольшой напряженности дуга будет отколоться до тех пор, пока не наступит равновесие действующих на нее сил. Это состояние вызвано тем, что с отклонением дуги от нормального положения происходит ее деформация и магнитное поле с обеих сторон дуги уравнивается.

Магнитное дутье проявляется преимущественно при сварке дугой постоянного тока. При этом сила, отклоняющая дугу, растет пропорционально квадрату тока. Поэтому интенсивность явлений магнитного дутья быстро возрастает по мере увеличения сварочного тока, что ограничивает сварку постоянным током на высоких режимах [3].

При сварке постоянным током наличие вблизи дуги значительных ферромагнитных масс также может вызвать ее отклонения, относимые к эффекту «магнитное дутье». Такие отклонения обусловлены тем, что магнитная проницаемость воздуха, и, соответственно, силовые линии

магнитного поля сварочного контура проходят через них значительно легче, чем через воздух. Поэтому если вблизи дуги находится ферромагнитное тело, то концентрическое магнитное поле дуги искажается, оно оказывается менее сгущенным со стороны этого тела и более сгущенным с противоположной стороны дуги. Вследствие этого дуга отклоняется в сторону ферромагнитного тела. Это свойство дуги проявляется при сварке тавровых или стыковых соединений, когда приближение дуги к одному из свариваемых элементов сопровождается отклонением дуги в сторону этого элемента. Характерно, что влияние на дугу ферромагнитной массы может оказаться более интенсивным, чем влияние места токоподвода [3].

При увеличении массы ферромагнитного тела и уменьшении расстояния между телом и сварочной дугой, возникает более сильное искажение электромагнитного поле вокруг дуги и тем самым большее ее отклонение. Чтобы предотвратить отклонение дуги от воздействия ферромагнитного тела, можно рекомендовать размещение в соответствующем месте временного бруска ферромагнитных материалов для создания симметричного магнитного поля [3].

При сварке на переменном токе действие магнитного дутья значительно ослабляется. В этом случае изменяющийся по величине и направлению магнитный поток, созданный сварочным контуром и пронизывающий металл изделия, создает в нем систему замкнутых вихревых токов. Вихревые токи создают собственные переменные магнитодвижущие силы. Сдвинутую по фазе относительно сварочного тока. Результирующий магнитный поток, возникающий под действием геометрической суммы магнитодвижущих сил сварочного и вихревых токов, оказывается значительно меньшим, чем при постоянном токе, когда вихревые тока отсутствуют. Причем между результирующим магнитным потоком и сварочным током существует заметный сдвиг фаз, что также уменьшает эффект магнитного дутья. Поэтому даже при очень значительных переменных токах (1000-2000 А) действие магнитного дутья невелико [3].

1.2 Способы ликвидации магнитного дутья

Уменьшить магнитное дутье можно применением переносного или многостороннего токоподвода, варьированием наклоном электрода при сварке, наложением внешних магнитных полей, стабилизацией столба дуги потоком защитных газов, а также применением других приемов. Ни один из способов не является универсальным, поэтому в каждом конкретном случае необходимо опробовать несколько приемов и выбрать лучший [1].

Одним из самых распространённых методов, применяемых на практике, является изменение наклона электрода в направлении противоположном месту токоподвода (рис. 4). Этим способом можно заметно уменьшить отклонение дуги [3].

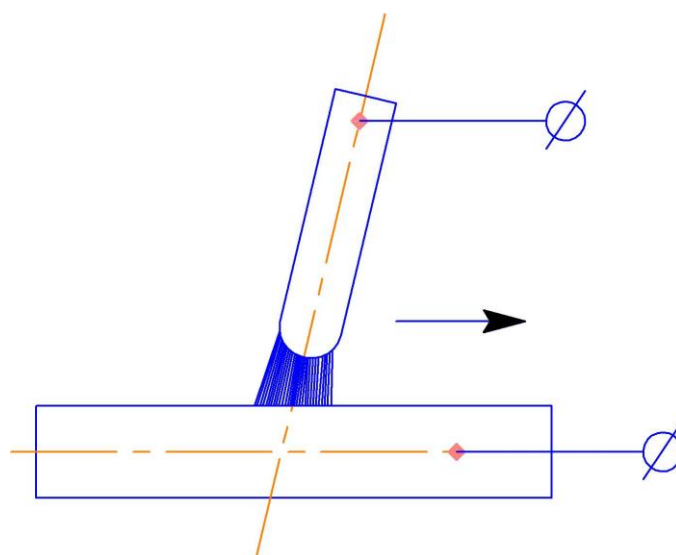


Рисунок 4 – Компенсация магнитного дутья с помощью наклона электрода

Для уменьшения отклонения, вызванного магнитным дутьем, дуги наряду с наклоном электрода в сторону отклонения дуги и перемещением токоподвода можно рекомендовать и временное размещение ферромагнитного материала в начале и в конце соединений для создания симметричного магнитного поля или замену постоянного тока переменным, при котором магнитное дутье значительно меньше [2].

1.3 Методы использования магнитного дутья для управления процессом сварки

Известен способ дуговой сварки, при котором уменьшение или изменение направления магнитного дутья дуги достигается благоприятным местом подключения тока к изделию перед сваркой.

В работе [5] для улучшения качества сварного соединения по предлагаемому способу, авторами предлагается при управлении процессом производить программное отклонение дуги под воздействием собственного магнитного поля, для чего в процессе сварки автоматические или вручную по заданной программе изменяют место подключения тока к изделию. Они предлагают поочередно подключать к источнику тока изделие в двух противоположных точках – в начале и в конце шва. Причем отключение и включение одной из точек целесообразно производить при подключенной другой для того, чтобы обеспечить непрерывность горения дуги и улучшить условия работы переключающих контактов. Частота и длительность переключения определяются технологической необходимостью отклонения дуги при сварке в широком диапазоне. Авторы работы [5] на рисунке 5 предлагают схему, которая позволяет изменять место подключения тока к изделию в двух точках, а на рисунке 6 схему отключения дуги под воздействием собственного магнитного поля при подключении тока к изделию в четырех точках.

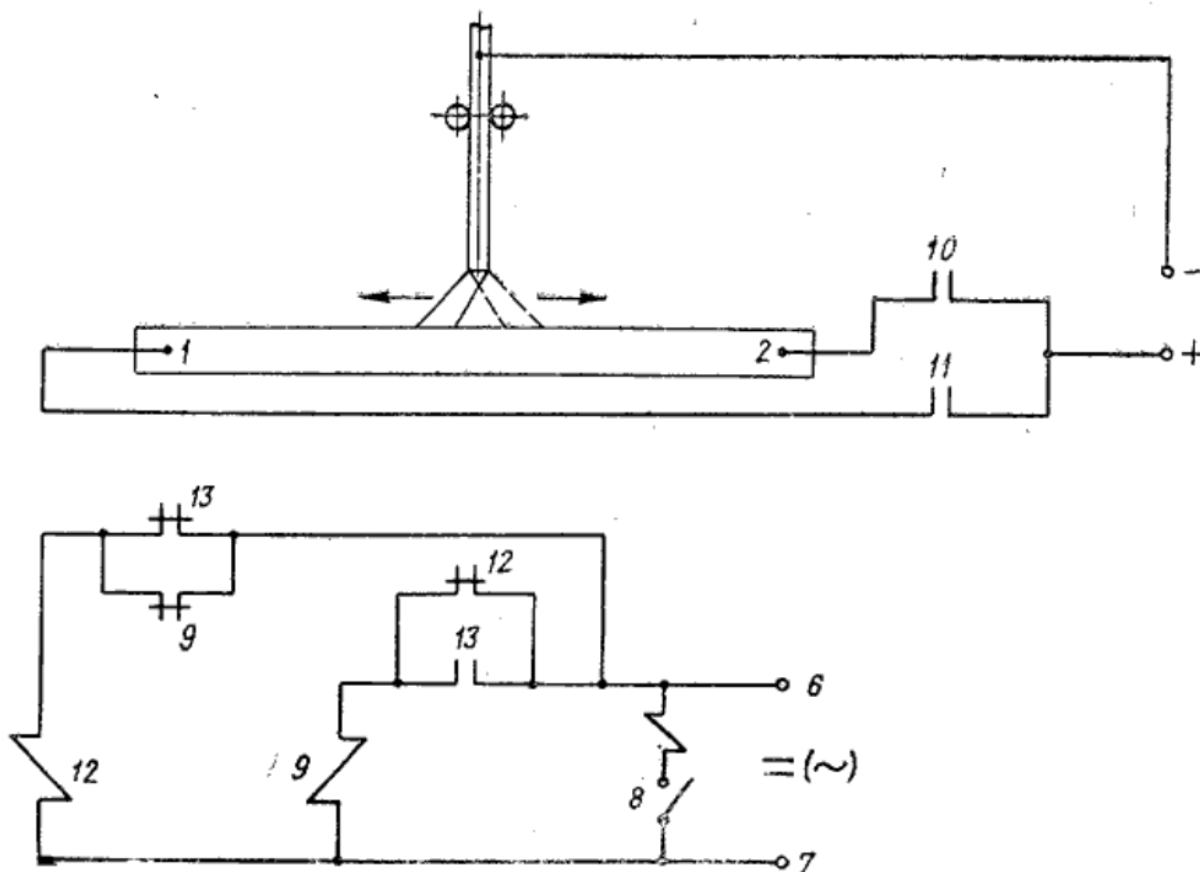


Рисунок 5 – Схема подключения токоподвода в двух точках

Поочередно подключая ток к изделию в точках 1-4, дуга 5 будет отклоняться в направлении стрелок А, Б, В, Г, что в общем будет придавать ей вращательное движение по часовой стрелке. Если же порядок изменить на обратный (1, 4, 3, 2), то дуга будет вращаться против часовой стрелки. Изменяя порядок подключения характерных точек на изделии, можно добиться движение дуги по самым разнообразным траекториям, которые будут обеспечивать наиболее высокое качество сварного шва. С целью обеспечения одинакового отклонения дуги поперек шва независимо от местоположения дуги места подключения тока к изделию (точки 2 и 4, рисунок ба) целесообразно перемещать синхронно с дугой с помощью скользящих контактов. В некоторых случаях рекомендуется подключать сварочный ток к изделию одновременно в нескольких точках (рисунок бб) от одного контактора.

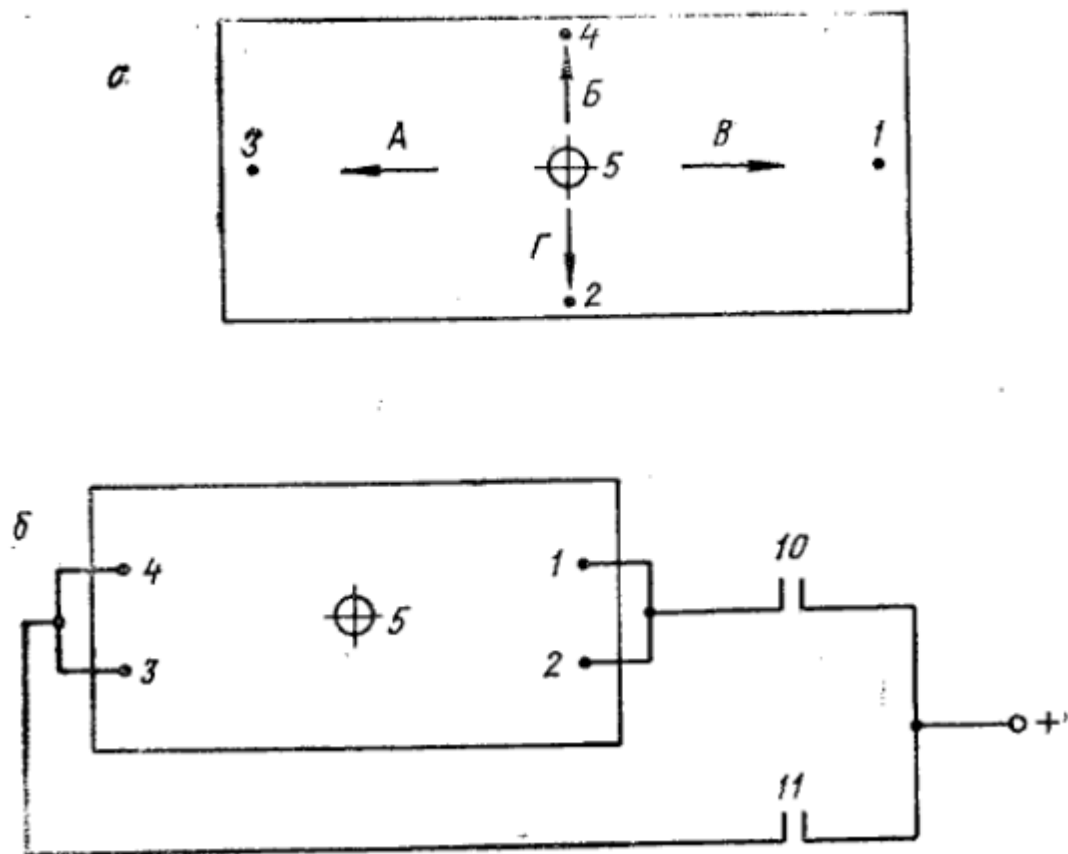


Рисунок 6 – Схема подвода тока в четырех точках

Вывод: Проведенный анализ влияния собственного магнитного поля на процесс сварки показал, что его можно использовать для управления формированием шва при импульсном питании сварочной дуги. Это позволяет сформулировать цель работы и задачи исследования.

2. Модель формирования сварного шва при изменении токоподвода к изделию

2.1 Растекание тока и его подвод

Особый интерес представляет управление формированием сварного шва с использованием собственного магнитного поля сварочной дуги при изменении токоподвода к изделию. Обычно магнитное дутье отрицательно влияет на формирование сварного шва и поэтому изменение его действия для создания положительного эффекта является перспективной задачей. Модель формирования сварного шва при изменении токоподвода к изделию может быть представлена в виде 4 подмоделей.

Поскольку в зоне дуги действуют явления и силы различного характера общую модель удобнее представить в составе следующих подмоделей, одна из них подмодель растекания тока и его подвода.

В работе [6] говорится о том, что вне зависимости от места подключения токоподвода к изделию большая часть тока (около 70%) сосредоточена перед движущейся дугой. Это объясняется влиянием теплового поля сварки. Также концентрация тока увеличивается при углублении дуги в сварочную ванну. На рисунке 7 показана схема токоподвода при боковом несимметричном подключении.

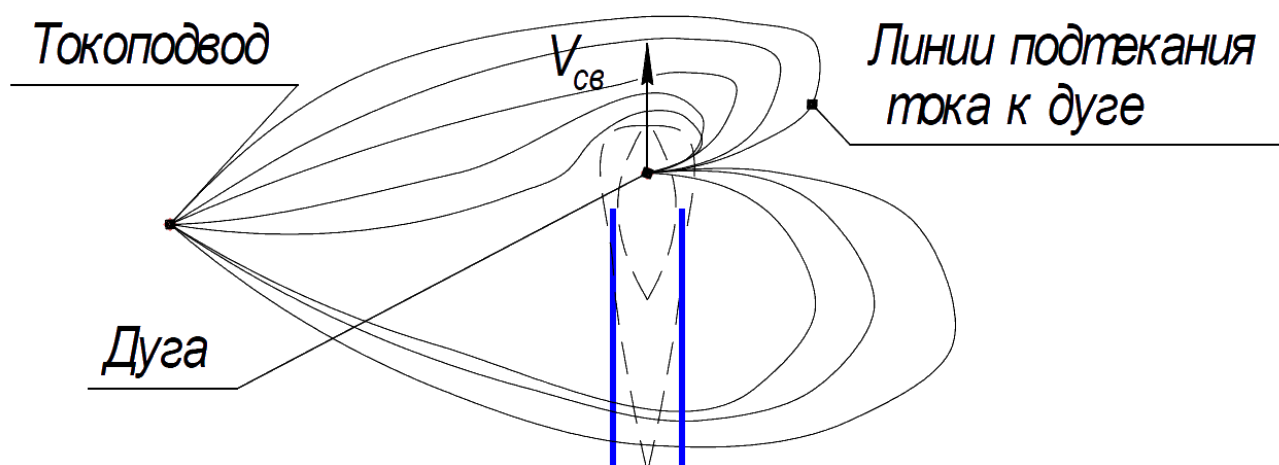


Рисунок 7 – Боковое несимметричное подключение токоподвода

2.2 Формирование магнитных полей.

В работе [7] описано влияние тока, протекающего по изделию на пространственное положение дуги. На рисунке 2а показано образование магнитных полей – магнитного поля B_1 , создаваемого током протекающего по электроду и дуге. И магнитного поля – B_2 создаваемого током протекающего по изделию. При взаимодействии этих двух магнитных полей в задней части сварочной дуги образуется сгущение магнитных полей, а в головной части наоборот разряжение магнитных полей. И за счет сгущения в левой части и разряжения в правой части относительно электрода магнитных полей сварочную дугу выдувает в головную часть сварочной ванны т.е. вправо. При подводе тока с другой стороны картина формирования полей будет зеркальным отображением предыдущей картины.

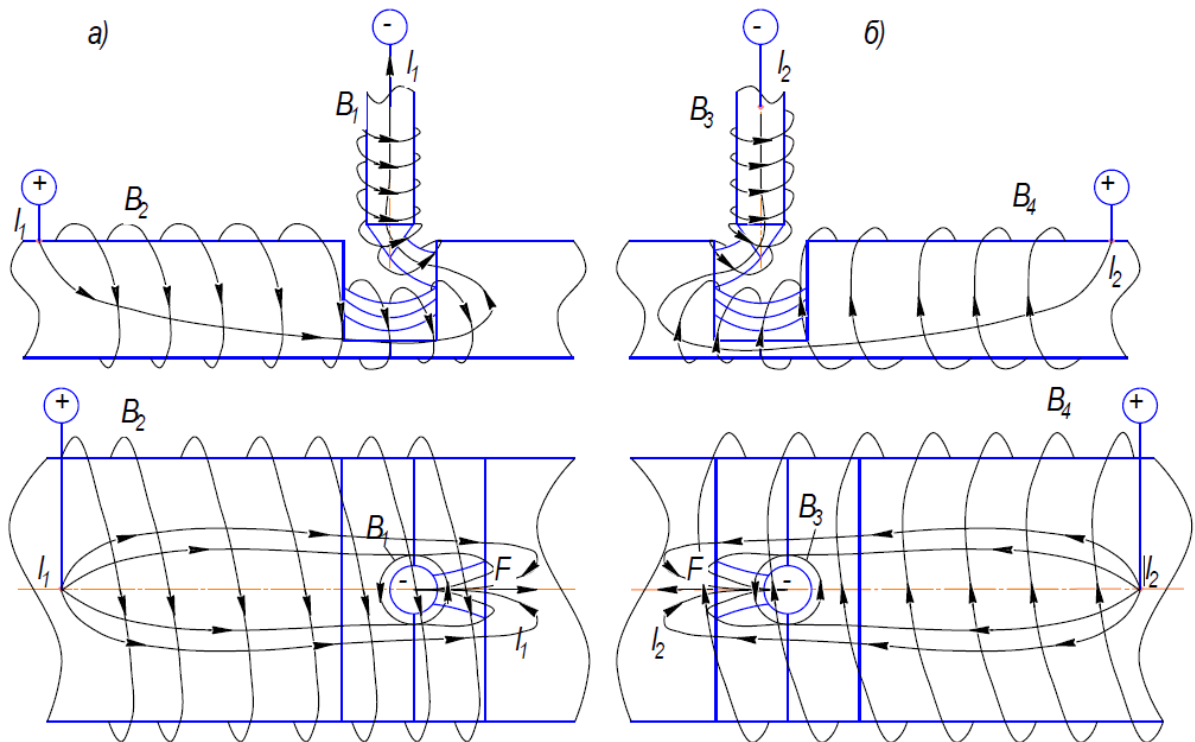


Рисунок 8 – Образование магнитного поля при протекании тока

2.3 Образование объемных электромагнитных сил

В работе [8] были проделаны опыты по формированию сварных швов при сварке от токоподвода и к токоподводу. Опыты показали, что при подводе тока непосредственно под электрод осесимметричное магнитное поле не изменяет положения жидкого металла. При сварке в направлении к токоподводу сварочная ванна вытесняется в противоположную сторону токоподвода. При сварке от токоподвода сварочная дуга вытесняется в кратерную часть ванны. Если сварка ведется от одного токоподвода к другому, то расплавленный металл занимает промежуточное положение.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в зависимости от направления сварки относительно токоподвода образующиеся объемные силы могут изменять расположение сварочной ванны, следовательно, могут оказывать влияние на формирование шва [9].

На основании этого можно сказать, что силы, действующие на сварочную ванну применимы к предложенной нами модели – сварка от токоподвода рисунок 9.

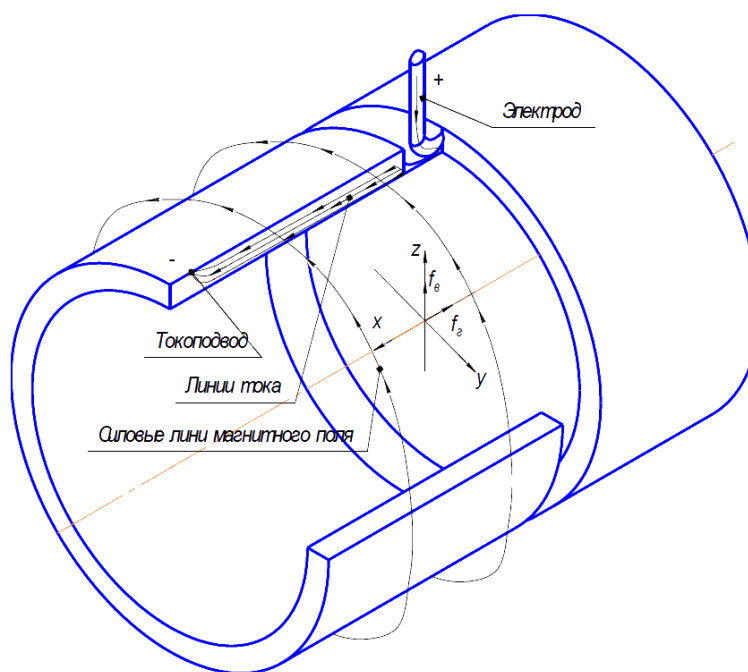


Рисунок 9 – Модель сварки от токоподвода

При сварке на жидкий металл действуют силы. На рисунке 9 показана сила f_T и f_B горизонтальная и вертикальная силы соответственно. Таким образом, при сварке образуются объемные электромагнитные силы, которые действуют на жидкий металл. Эти силы стараются вытеснить расплавленный металл на противоположно направленную токоподводу стенку. При этом образуется пристеночный валик [9].

2.4 Формирование пристеночного валика

Схема формирования пристеночного валика показана на рисунке 10а, при этом дуга отклоняется в противоположную сторону от токоподвода. Это объясняется тем, что при протекании тока по проводнику образуется магнитное поле, как показано на рисунке 8а. В результате чего происходит отклонение дуги под действием магнитного поля дуги и изделия. При этом образуется вогнутый валик, образующий качественное сварное соединение. При подводе тока к изделию с другой стороны картина формирования валика будет зеркальной предшествующему. Вследствие чего образуется вогнутый валик [9].

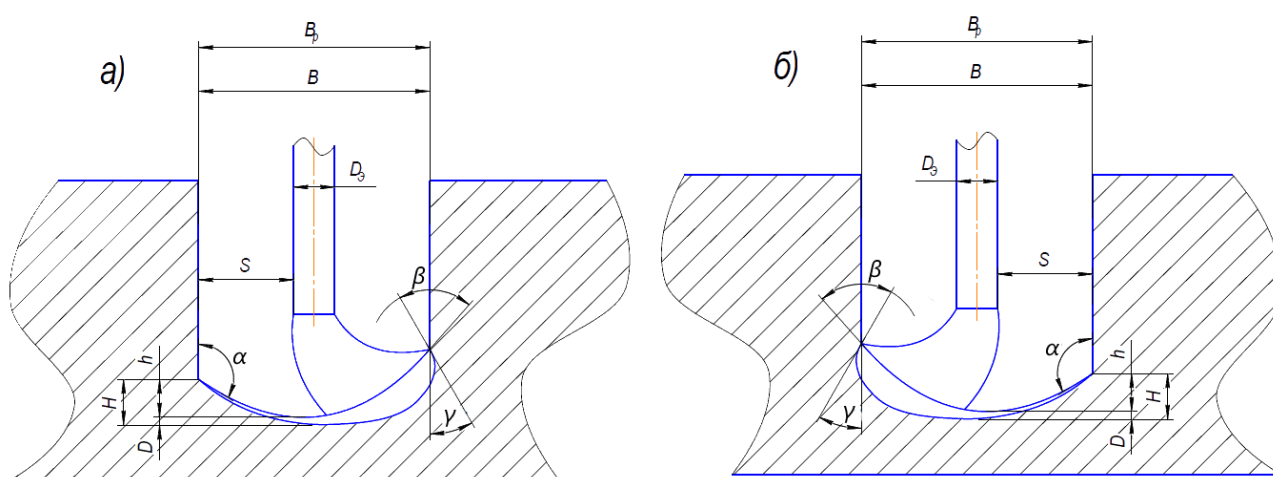


Рисунок 10 – Схема формирования пристеночных валиков

Вывод: практическая проверка данного способа управления показала, что отклонение дуги существенно зависит от величины сварочного тока. При импульсном питании дуги отклонение дуги будет определяться, только

амплитудой импульсов сварочного тока и не зависит от среднего значения сварочного тока.

3. Специфика выполнения сварного соединения

3.1 Подготовка кромок

Качество подготовки кромок является главным фактором в получении качественного сварного соединения при автоматической сварке неповоротных стыков трубопроводов. Подготовка и сопряжение поверхностей труб при сварке должно быть достаточно точными для получения качественного соединения.

В научно-технической литературе [10, 11, 12] приводятся различные типы разделок. Некоторые из них представлены ниже:

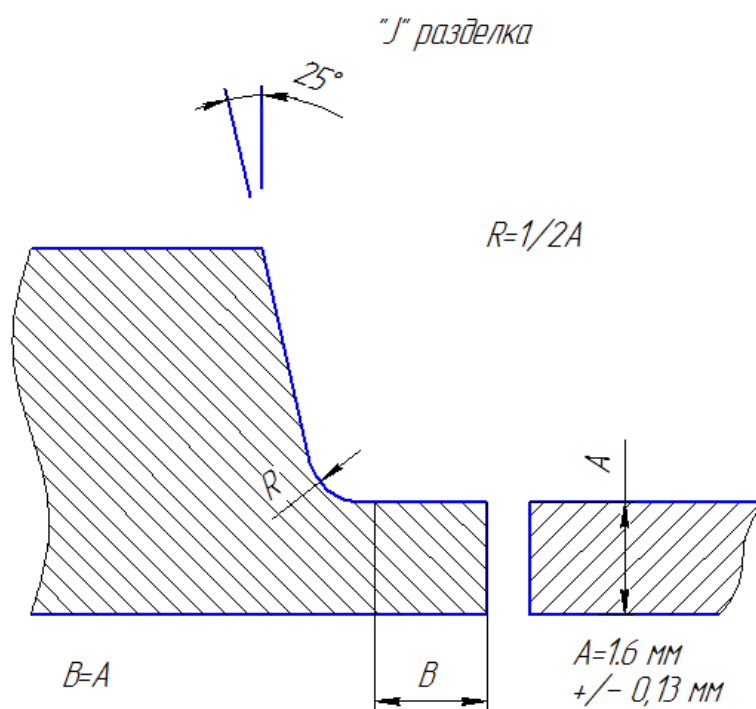


Рисунок 11 – “J” разделка

Основным параметром при такой разделке является равенство между размерами A и B . Радиус R зависит от наименьшей толщины стенки стыкуемых труб. Первый слой шва может быть выполнен без присадочного материала, либо с небольшим количеством присадочного материала. Если используется присадочный материал, то количество его должно быть таким, чтобы сварочная ванна не касалась стенок разделки.

При разделке без радиуса, форма разделки может иметь следующий вид:

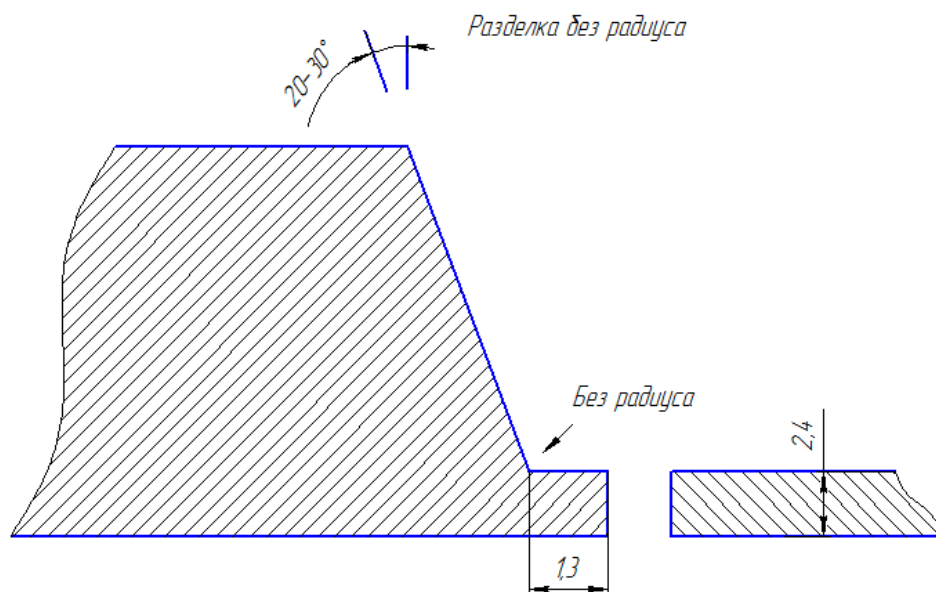
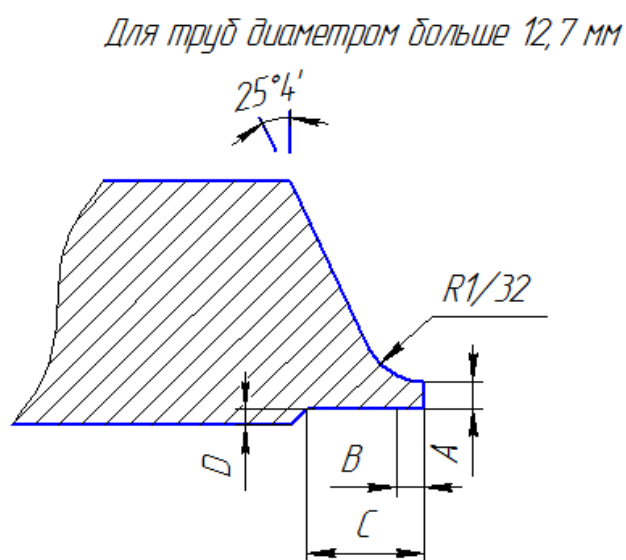


Рисунок 12 – Разделка без радиуса

Угол фаски должен лежать в пределах 20-30°. При выборе угла фаски руководствуются доступностью изготовления соединения и уменьшением количества присадочного материала, что влечет за собой уменьшение времени на сварку.

Существует другая форма разделки (рис. 13), а также другие с некоторыми различиями от рассмотренных.



$A=1,6 \pm 0,13$ мм; $B=A$; $C=6,4$ мм; D – выбираем из условия соблюдения размерности A

Рисунок 13 – Разделка для труб диаметром больше 12,7мм

Длительные технологические испытания при использовании выше перечисленных разделок показали, что в условиях современного состояния технологического производства энергетики применение их нецелесообразно по следующим причинам:

- Необходимо высокоточное механическое оборудование для обработки кромок
- Даже при наличии такого оборудования необходимо делать проточку изнутри трубы, чтобы обеспечить постоянство толщины полки на длине 6-8 мм и снаружи на длину обеспечивающую постановку центриатора при сборке
- Разделка (раскрытие) стыка получается широким, что требует поперечных колебаний сварочной головки или для заполнения – раскладку заполняющих валиков

Можно выделить два типа подготовок кромок, использование которых позволяет в значительной степени исключить отмеченные недостатки.

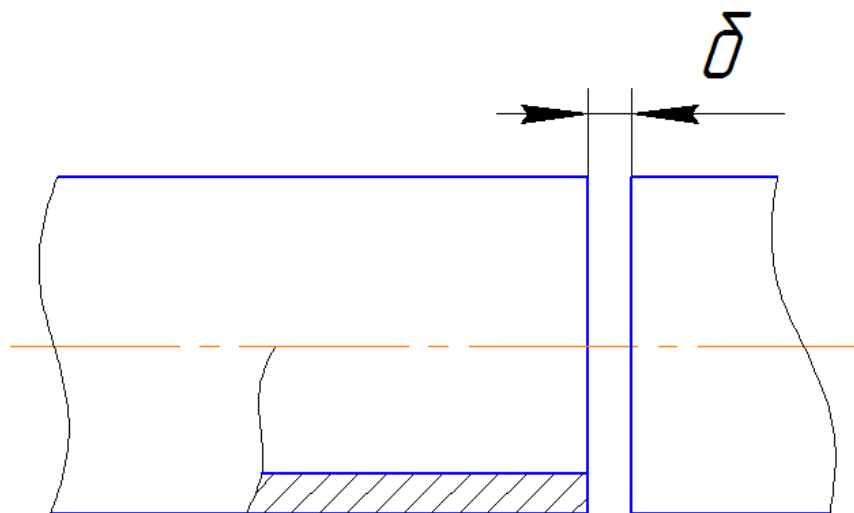


Рисунок 14 – Разделка без скоса кромок с зазором

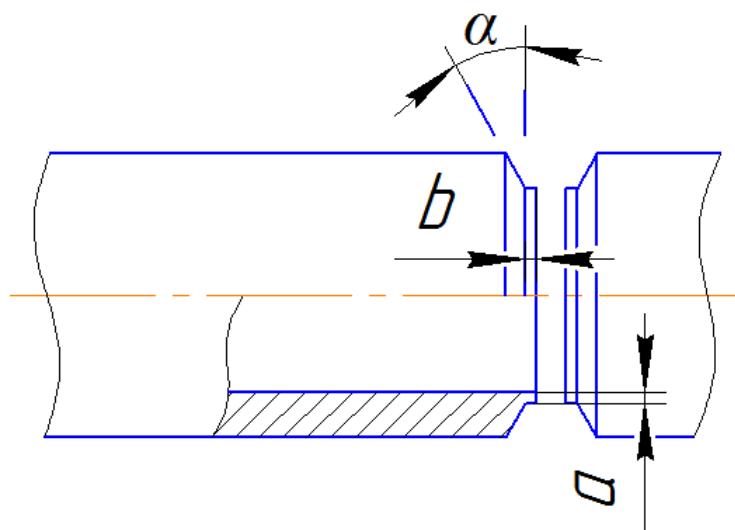


Рисунок 15 – Разделка без радиуса с зазором

При форме разделки на рис. 14 требуется только торцовка труб и выдержка постоянного зазора δ по торцам труб. При форме разделки, показанной на рис. 15 размеры a и b не являются критичными, они исключают прожоги, которые появляются при острых кромках.

Рассмотренные формы разделок позволяют выполнять шов за два прохода без поперечных колебаний при минимальном объеме присадочного материала.

Анализ основных применяемых форм разделки кромок для сварки показал, что оптимальной является форма разделки, показанная на рисунке 15, потому что позволяет сваривать заготовки стык в стык, исключая прожоги. При форме кромок на рис. 14 нужно выдерживать постоянный зазор и под действием сварочных деформаций он будет стягиваться во время сварки.

3.2 Сборка

Центрирующее устройство состоит из несущей трубы к которой приварены зажимные устройства, состоящие из неподвижных пластин, внутри которых расположены зажимные губки закрепленные с помощью болтов. Также имеются подвижные пластины, шарнирно соединенные с неподвижными, между которыми болтами закреплены губки. Рычаг при

помощи которого производится прижатие детали подвижными губками между неподвижными.

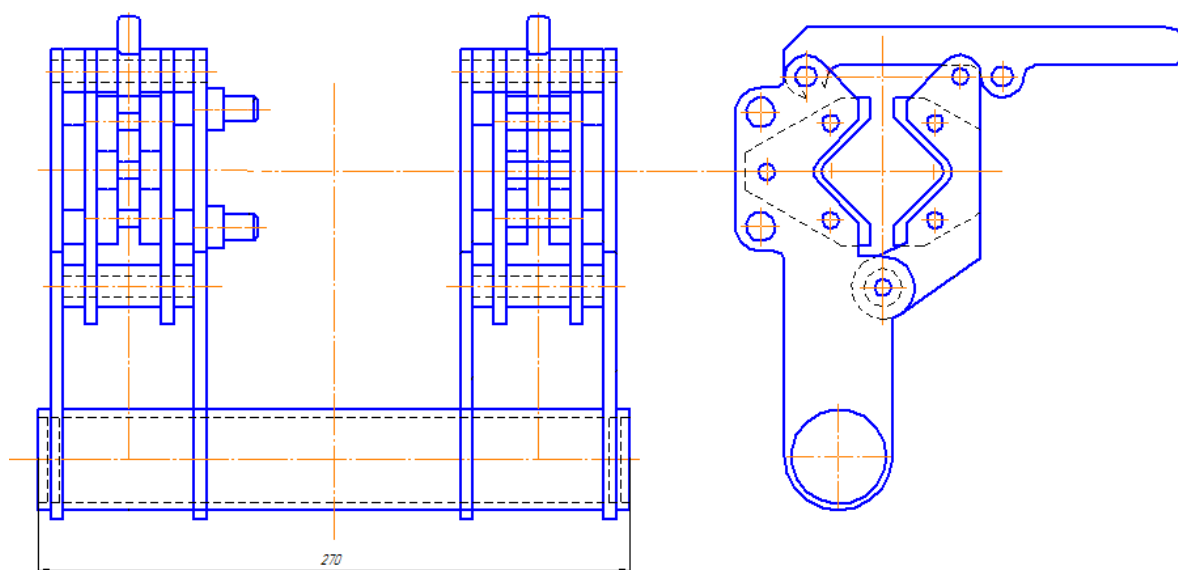


Рисунок 16 – Чертеж центратора

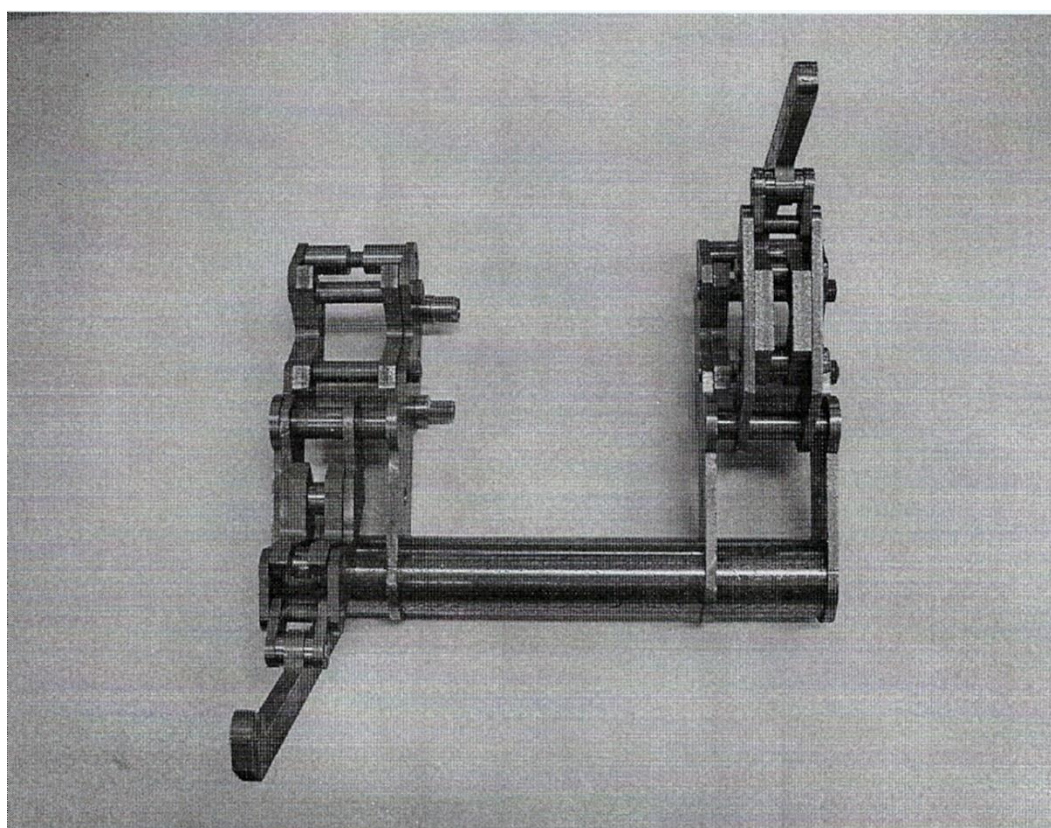


Рисунок 17 – Общий вид центратора

3.3 Технология сварки

Способы сварки магнитоуправляемой дугой показаны в работах [5, 13 и 14]. В каждой из них описан способ сварки магнитоуправляемой дугой.

В работе [14] описывается способ сварки магнитоуправляемой дугой. В этом способе создается поперечное магнитное поле за счет электромагнитной системы. И именно этим поперечным магнитным полем перемещают сварочную дугу поперек шва. Использование этого способа позволяет в широких пределах изменять форму проплава, не меняя при этом ширины шва, а также позволяет выполнять качественные сварные швы в труднодоступных местах. Однако, недостатком этого способа является необходимость применения дополнительного сложного оборудования, что увеличивает сложность и стоимость необходимого комплекса оборудования. Помимо этого, эффективность применения способа для сварки в труднодоступных местах будет либо весьма мала, либо для достижения высокой эффективности должно использоваться дополнительное дорогостоящее оборудование. При сварке в труднодоступных местах, таких как узкая разделка, сварочная дуга вместе с горелкой расположены ниже уровня поверхности изделия. Для обеспечения высокой эффективности, и главное стабильности, воздействия внешнего поперечного магнитного поля на дугу электромагнитная система должна располагаться по высоте на уровне дуги. Поэтому обеспечить расположение электромагнитной системы на уровне дуги является сложно решаемой, дорогостоящей задачей, а полученное оборудование будет узкоспециализировано. Расположение же магнитной системы вне разделки, т.е. над поверхностью изделия, конечно, позволит создать в разделке магнитное поле, однако его параметры будут не стабильны и зависимы от величины погружения горелки в разделку, параметров конструкции изделия в зоне сварки, свойств материала изделия.

Также в работе [13] описывается способ сварки в защитном газе неплавящимся электродом магнитоуправляемой дугой. Так один полюс

источника питания подается на неплавящийся электрод, и второй полюс подается на токоподвод, подключенный к изделию. В процессе сварки в каждый момент времени ток подводится к одной или нескольким точкам на поверхности изделия посредством токоподвода и производят периодическое или многократное изменение подключения тока к изделию. В процессе сварки в каждый момент времени ток подводится к одной или нескольким точкам на поверхности изделия посредством токоподвода и производят периодическое или многократное изменение места подключения тока к изделию. К недостаткам данного способа сварки можно отнести ограниченность применения способа сварки, т.е. способ может использоваться только для сварки неплавящимся электродом и плоских изделий. Также для хорошего скользящего контакта необходима специальная обработка поверхности. При этом громоздкость изделия и низкая частота переключения точек подвода тока к изделию (не более 4 Гц).

В работе [5] подключение тока к изделию с целью повышения качества сварного шва за счет программированного отклонения сварочной дуги производят также за счет периодического и многократного изменения места подключения тока к изделию. Способ может быть использован при сварке различных металлов и сплавов, как плавящимся, так и неплавящимся электродом. Данный способ также не лишен недостатков, это изменение характера переноса электродного металла при изменении режима сварки. Зависимость отклонения сварочной дуги под действием собственного магнитного поля от величины сварочного тока. Рекомендованное подключение к источнику тока последующей точки при не отключенной предыдущей снижает эффективность способа. Рекомендованное синхронное перемещение точек подключения с помощью скользящих контактов существенно усложняет реализацию способа.

С учетом анализа вышеперечисленных способов сварки магнитоуправляемой дугой, в данной работе разработан такой способ сварки, который устраняет вышеперечисленных недостатки и обеспечивает

стабильное отклонение дуги при изменении точки подключения сварочного тока к изделию независимо от режима сварки, направленный перенос электродного металла и точное дозирование ввода тепла при каждом изменении точки подключения сварочного тока. Это обеспечит качественное формирование сварного шва и экономию по времени и ресурсам.

Таким образом, необходимо использовать импульсное питание сварочной дуги, которая будет питаться импульсами сварочного тока с номинальным значением тока для каждого конкретного электрода, при котором расплавляется и переносится капля электродного металла, а при сварке неплавящимся электродом расплавляется заданный объем металла в изделии.

На рисунке 18 приведена схема, которая позволяет изменять место подключения тока к изделию в двух точках, что обеспечивает отклонение сварочной дуги перпендикулярно к направлению сварки. Причем точки подключения тока 1 и 2 по возможности нужно располагать в отдалении от сварного шва. На интервале между импульсами через дуговой промежуток протекает через сопротивление $R_1=R_2$ ток паузы $I_{п}$.

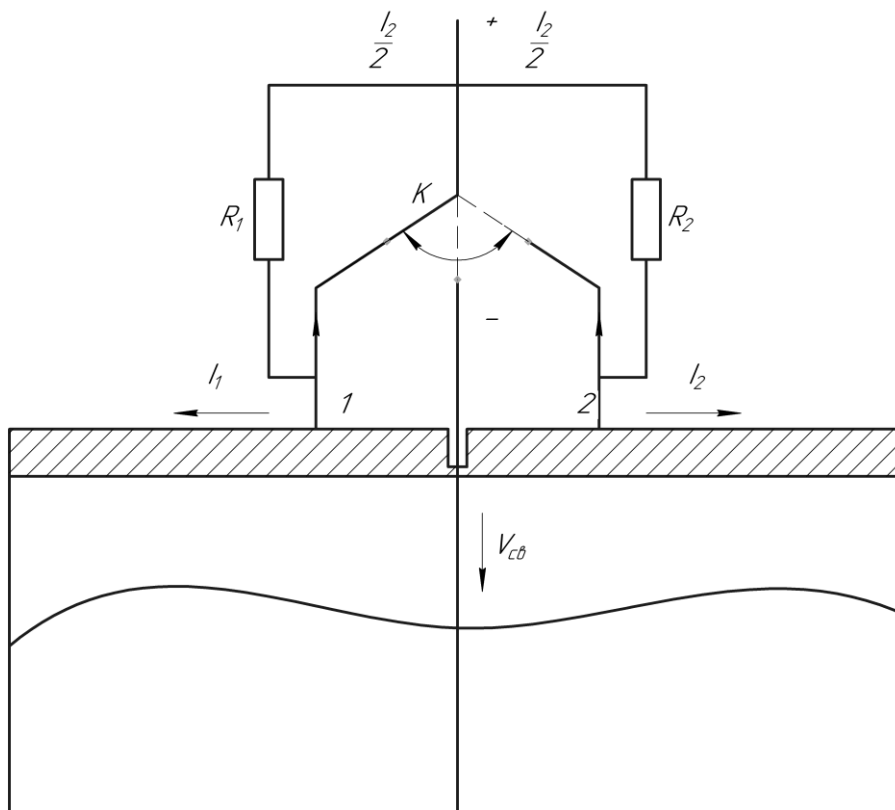


Рисунок 18 – Схема изменения точки подвода тока к изделию

Система импульсного питания сварочной дуги должна давать возможность сварщику сваривать в таком темпе, в котором он может (в пределах заданных технологической конструкцией), как это делается при достаточно пологой характеристике источника при сварке в непрерывном режиме.

В этом варианте в функции отклонения среднего напряжения дуги от заданного, автоматически реализует релейный режим. Дуга может гореть в непрерывном режиме при значении тока основного импульса или при значении тока основной паузы с наложением вспомогательных импульсов.

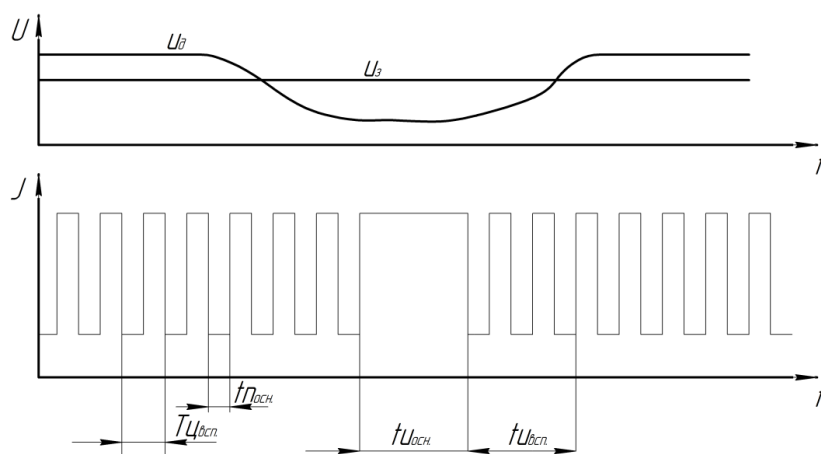


Рисунок 10 – Циклограмма (способ аргодуговой сварки неплавящимся электродом реализующий релейный режим)

Длительность протекания основного тока и основной паузы автоматически и устанавливают в функции отклонения среднего напряжения дуги от заданного. При напряжении дуги меньше на 1,0В выше заданного автоматически снижают ток до тока паузы с наложением вспомогательных импульсов. Такой режим обеспечивает сварку малых толщин. Он удобен для обучения сварке модулированным током.

Вывод: С учетом анализа способов сварки магнитоуправляемой дугой, в данной работе разработан такой способ сварки, который устраняет недостатки

существующих и обеспечивает стабильное отклонение дуги при изменении точки подключения сварочного тока к изделию независимо от режима сварки, направленный перенос электродного металла и точное дозирование ввода тепла при каждом изменении точки подключения сварочного тока. Это обеспечит качественное формирование сварного шва и экономию по времени и ресурсам.

4. Экспериментальная часть

4.1 Функциональная схема экспериментальной установки

Для проведения исследования импульсного питания сварочной дуги с автоматическим изменением точки подвода к изделию разработана экспериментальная установка, функциональная схема которой представлена ниже на рисунке 19.

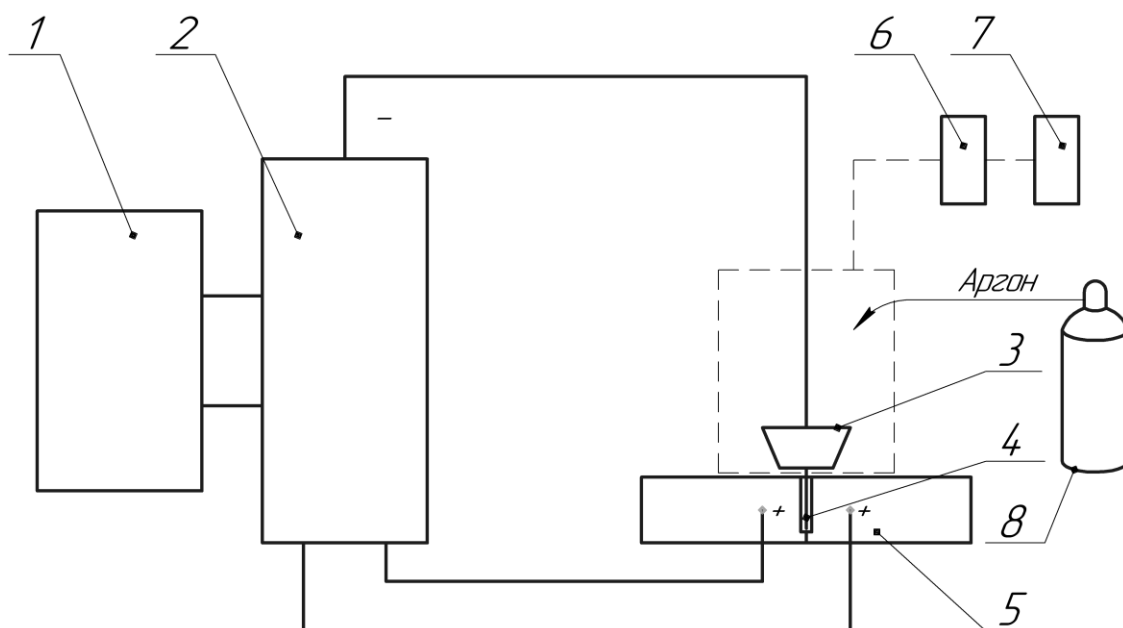


Рисунок 19 – Схема экспериментальной установки

На рисунке 19 показана схема экспериментальной установки, которая содержит: 1 – трехфазный выпрямитель 380 В.; 2 – модулятор; 3 – сварочная головка; 4 – неплавящийся электрод; 5 – изделие; 6 – механизм перемещения горелки; 7 – блок управления механизмом перемещения горелки; 8 – газовый баллон.

4.2 Формирование сварного соединения

На рисунке 20 представлено вырезанное стыковое сварное соединение трубы. Ширина сварного соединения равна 8 мм при орбитальной сварке. В ходе проведения эксперимента к каждому токоподводу одновременно подводился ток дежурной дуги 20 А и сила тока в импульсе 120 – 140 А, длительность импульса 0,2 с., длительность паузы 0,4 с., напряжение на дуге

12 В, скорость сварки мм/с, скорость подачи проволоки 8,0 мм/с. Также было обеспечено расстояние от электрода до токоподвода не более чем 100 мм. Использовалась присадочная сварочная проволока Св-08ГСМТ-О диаметром 1,0 мм, вольфрамовый электрода 2 мм с углом заточки 35 градусов. Расход газа составил 7 л/мин, материал трубы – Сталь 20.

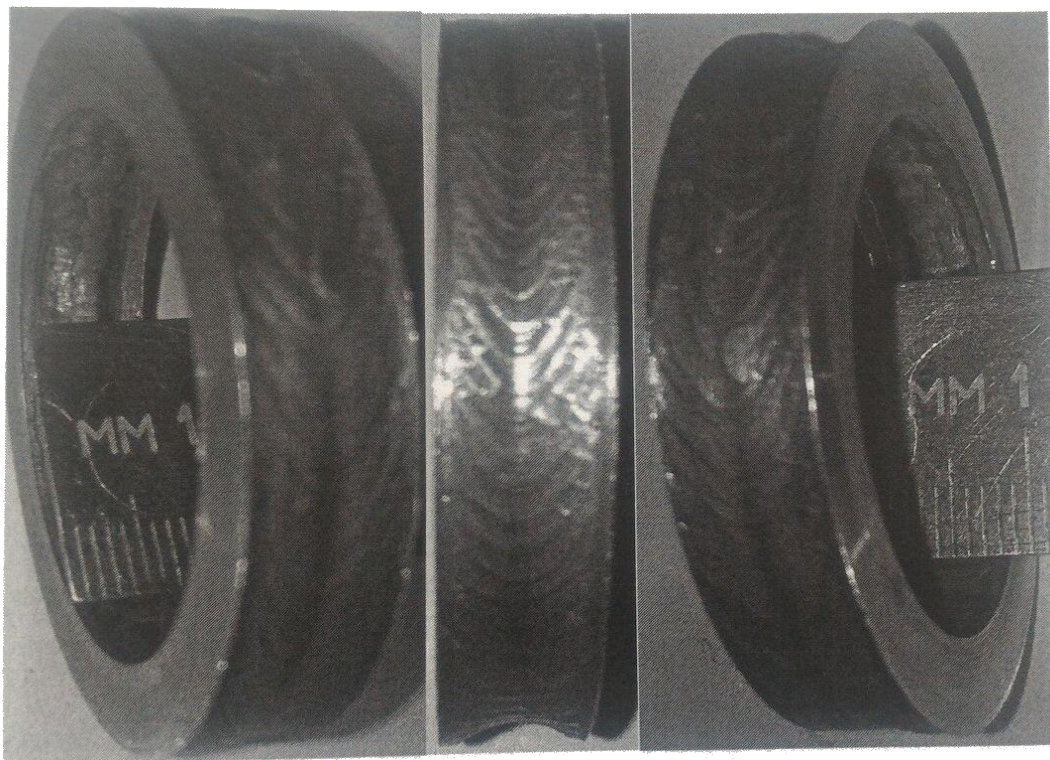


Рисунок 20 – Сварное соединение

Вывод: Образец получился с вогнутой формой корня шва, без подрезов, с плавным переходом к стенкам, без наплывов. Обратная сторона корня шва имеет равномерное усиление по всей окружности 0,8 мм, что является гарантированным признаком качества корня шва, это объясняется концентрированным вводом тепла в изделие. При данном способе сварки корневого слоя шва исключается возникновение дефектов корня шва, исключается профессиональный навык сварщика.

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В41	Чагину Артему Евгеньевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представляемой в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документов; наблюдения.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп.	Николаенко В.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Чагин Артем Евгеньевич		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоемкость и ресурсосбережение

Введение

Объектом исследования в работе является «Разработка процесса аргодуговой сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем», выполняемая в рамках научно-исследовательской работы для организации. Основная задача состоит в том, чтобы разработать технологию автоматической дуговой сварки, которая будет использоваться для облегчения монтажа котельного оборудования, а именно труб поверхностного нагрева.

Целью данного раздела является сравнение предлагаемой технологии с технологиями, которые уже существуют и являются основными в этой сфере.

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка процесса аргодуговой сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации.

Суть работы заключается в исследовании и разработке процесса сварки неплавящимся электродом в аргоне дугой, управляемой собственным магнитным полем в связи с изменением токоподвода к изделию.

Таблица 5.1 - Сегментирование рынка

					Показатель		
					Нижний показатель	Средний показатель	Высокий показатель
Техно	логич	еские	показ	Качество сварного шва	3	2	1

	Скорость сварки	2,3	2	1
	Количество брака при сварке	3	2	1,2

- 1 – Сварка неплавящимся электродом в аргоне магнитоуправляемой дугой;
2 – Аргодуговая сварка;
3 – Ручная дуговая сварка.

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. Сварка неплавящимся электродом в аргоне дугой, горячей в динамическом режиме, как видно из сегментирования, хороший способ сварки, который может получать качественные сварные соединения.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
2. Затраты сварочного материала	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
3. Качество сварного соединения	0,3	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2

2. Предлагаемы срок эксплуатации	0,2	5	5	4	1	1	0,8
3. Конку- рентоспособность	0,25	5	4	3	1,25	1	0,75
Итого:	1	28	26	21	3,8	3,35	2,75

Где сокращения: Б_ф- Сварка неплавящимся электродом в аргоне магнитоуправляемой дугой; Б_{к1}- Аргонно-дуговая сварка; Б_{к2}- Ручная дуговая сварка.

Анализ конкурентоспособности технических решений определили по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл показателя.

Итогами данного анализа является то, что метод, предложенный в дипломе эффективнее, чем методы конкурентов.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 5.3 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие конкурентов на рынке; • Актуальность проекта; 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие квалифицированного персонала, т.к. оператор может

<ul style="list-style-type: none"> • Высокая производительность сварки; • Сокращения годового брака в 10 раз (в сравнении с РДС); • Снижение квалификации персонала, т.к. работу будет выполнять оператор; • Автоматизация процесса сварки. 	<p>не знать особенностей процесса сварки;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Развитие новых технологий
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Получение качественных сварных соединений; • Регулирование производительности; • Повышение эффективности сварки неплавящимся электродом. 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление новых технологий • Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы, что займет много времени.

5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Таблица 5.4 – Морфологическая матрица

	1	2	3
--	---	---	---

А. Диаметр сварочной проволоки, мм	1	1	1
Б. Марка электрода	ЭВЛ-2 Ø 3-150-ТУ	ЭВЛ-2 Ø 4-150-ТУ	ЭВЧ Ø 3-200-ТУ
В. Плазмообразующий газ	Ar (высший сорт)	Ar (Сорт 1)	-
Г. Стабилизирующий	Ar (высший сорт)	Ar (Сорт 1)	-
Д. Защитный газ	Ar	CO ₂	Ar

Возможные варианты решения технической задачи:

- 1) А1Б1В2Г2Д3 – В первом случае, сварка низкоуглеродистых сталей при малых затратах на материал.
- 2) А2Б2В2Г2Д3 – Во втором случае, низкоуглеродистых или низколегированных сталей при малых затратах материал.
- 3) А3Б3В1Г1Д1 - В третьем случае, сварка хромистых (нержавеющих) сталей аустенитного класса, с повышенными требованиями к материалу.

5.3 Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По

каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Таблица 5.5 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель темы
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучения влияния магнитного дутья на процесс сварки	
Практические исследования	9	Сварка труб неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем	Руководитель, инженер
	10	Изучение полученных результатов	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Руководитель, инженер
	12	Заключение	

5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (2)$$

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

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

t_{maxi} – 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочих днях;

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

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

5.3.3 Разработка графика поведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4)$$

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

T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5)$$

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.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 5.6).

После заполнения таблицы 5.6 строим календарный план-график (табл. 5.7).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 5.6 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{Kj}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни							
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Составление и утверждение темы проекта	1	-	3	-	1,8	-	+	-	2	-	3	-
Анализ актуальности темы	1	1	3	3	1,8	1,8	+	+	1	1	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	5	5	2,6	2,6	+	+	2	2	3	3
Выбор направления исследований	1	-	3	-	1,8	-	+	-	2	-	3	-
Календарное планирование работ	1	-	3	-	1,8	-	+	-	2	-	3	-
Изучение литературы по теме	-	7	-	14	-	9,8	-	+	-	10	-	15
Подбор нормативных документов	5	6	8	9	6,2	7,2	+	+	3	4	5	6
Изучение установки	-	6	-	9	-	7,2	-	+	-	4	-	6
Моделирование процесса	-	1	-	3	-	1,8	-	+	-	2	-	3
Изучение результатов	1	2	2	3	1,4	3			2	3	3	5
Проведение расчетов по теме	-	6	-	9	-	7,2	-	+	-	8	-	11
Анализ результатов	1	1	4	4	2,2	2,2	+	+	2	2	3	3
Вывод по цели	1	1	4	4	2,2	2,2	+	+	3	3	4	4

Исп.1 – Научный руководитель; Исп.2 – Инженер.

Таблица 5.7 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение проекта	Руководитель	3	■								
2	Анализ актуальности темы	Рук.-инж.	2		■							
3	Поиск и изучение материала темы	Инж.-рук.	3		■	■						
4	Выбор направления исследований	Руководитель	3			■						
5	Календарное планирование	Руководитель	3				■					
6	Изучение литературы по теме	Инженер	15				■	■	■			
7	Подбор нормативных документов	Инж.-рук.	6					■	■			
8	Изучение установки	Инженер	6					■	■			
9	Моделирование процесса	Инж.-рук.	3						■			
10	Изучение результатов	Инженер	5							■		
11	Проведение расчётов по теме	Инженер	11							■	■	
12	Анализ результатов	Инж-рук	3								■	■
13	Вывод по цели	Инженер	4									■

■ - инженер; ■ - руководитель

5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- 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);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

5.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат НТИ осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (6)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

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

Таблица 5.8 Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З _м), руб.	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Бумага	лист	150	100	2	2	345	230
Картридж для принтера	шт.	1	1	1000	1000	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	350	350	402,5	402,5
Св-ая пр-ка	кг.	0,5	0,5	80	80	46	46
ПГ,СГ,ЗГ	лит.	1	1	12	12	13,8	13,8
Итого						1957,3	1842,3

5.4.2 Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 5.9 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Количество ед. оборудования		Цена за ед. оборудования, тыс. руб.		Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
1	Источник питания	1	-	40	-	46	-
Итого:						46	-

5.4.3 Основанная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 5.10.

Таблица 5.10 Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.		Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу, тыс. руб.	
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
1.	Составление и утверждение темы проекта	Рук.	3	-	3,6	-	10,8	-
2.	Анализ актуальности темы	Рук.-инж.	2	2	3,6	0,8	7,2	1,6
3.	Поиск и изучение материала по теме	Инж.-рук.	3	3	3,6	0,8	10,8	2,4
4.	Выбор направления исследований	Рук.	3	-	3,6	-	10,8	-
5.	Календарное планирование работ	Рук.	3	-	3,6	-	10,8	-
6.	Изучение литературы по теме	Инж.	-	15	-	0,8	-	12
7.	Подбор нормативных документов	Инж.-рук.	5	6	3,6	0,8	18	4,8
8.	Изучение установки	Инж.	-	6	-	0,8	-	4,8
9.	Моделирование процесса	Инж.	-	3	-	0,8	-	2,4
10.	Изучение результатов	Инж.	3	5	3,6	0,8	10,8	4,8
11.	Проведение расчетов по теме	Инж.	-	11	3,6	0,8	-	8,8
12.	Анализ результатов	Инж.-рук.	3	3	3,6	0,8	10,8	2,4
13.	Вывод по цели	Инж.	4	4	3,6	0,8	14,4	3,2
Итого:							104,4	47,2

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (7)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Максимальная основная заработная плата руководителя (кандидата технических наук) равна примерно 48000 рублей, а студента 31700 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (8)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,2).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 116 928 рублей, студента – 52 864 рублей.

5.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (9)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1

ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 5.11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	104 400	12 528
Студент-дипломник	47 200	5 664
Коэф. Отчислений	0,271	
Итого		
Руководитель	31 687,5 руб.	
Студент-дипломник	14 326,2 руб.	

5.4.5 Накладные расходы НТИ

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (10)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны: $Z_{\text{накл}} = 359214,3 \cdot 0,16 = 57474,288$ руб.

5.4.6 Формирование бюджета научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 5.12.

Таблица 5.12 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	
1. Материальные затраты НИИ	1 957,3	1 842,3	Пункт 5.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	46 000	-	Пункт 5.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	104 400	47 200	Пункт 5.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12 528	5 664	Пункт 5.4.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	31 687,5	14 326,2	Пункт 5.4.4
6. Накладные расходы	31 451,6	11 045,2	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	210 024,4	80 078,7	Сумма ст. 1-6

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (11)$$

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 (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{290103,1}{300478,4} = 0,96;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{300478,4}{300478,4} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{270785,6}{300478,4} = 0,9.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (12)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 5.13) [16].

Таблица 5.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Сварочный материал	0,25	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,25	5	2	3
3. ПГ,СГ,ЗГ	0,15	4	4	4
4. Модернизация установки	0,35	4	5	5
ИТОГО	1	4,5	3,6	4,1

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,6;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 4,1.$$

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

$$I_{испi} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финр}^{исп.i}} \quad (13)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,5}{0,96} = 4,7;$$

$$I_{исп2} = \frac{3,6}{1} = 3,6;$$

$$I_{исп3} = \frac{4,1}{0,9} = 4,55.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл. 5.14) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{испi}}{I_{исп\ max}} \quad (14)$$

Таблица 5.14 Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	1	0,9
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,6	4,1
3	Интегральный показатель эффективности	4,7	3,6	4,55
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,76	0,96

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1В41	Чагину Артему Евгеньевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>– Процесс аргодуговой сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем. Основная задача работы состоит в том, чтобы разработать технологию автоматической дуговой сварки, которая будет использоваться для облегчения монтажа котельного оборудования, а именно труб поверхностного нагрева.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения .</p>	<p>– Повышенная яркость света. – Превышение уровня шума и вибрации; – Недостаточная освещённость рабочей среды; – Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; – Отклонение показателей микроклимата; – Повышенная температура поверхности; – Электрический ток; – Баллоны под давлением.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>– При проведении исследований отходами являлись только остатки сварочной проволоки, которая впоследствии утилизировалась, и макулатура. Не производились вредные выбросы в водные источники и атмосферу, радиационного заражения не происходило, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>– К самыми распространенными ЧС в процессе разработки импульсного модулятора и исследования технологического процесса аргодуговой</p>

	сварки неплавящимся электродом, можно отнести возгорание и взрыв.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>– Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы).</p> <p>– Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Чагин Артем Евгеньевич		

6. Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования в работе является «Разработка процесса аргодуговой сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дутьем», выполняемая в рамках научно-исследовательской работы для организации. Основная задача работы состоит в том, чтобы разработать технологию автоматической дуговой сварки, которая будет использоваться для облегчения монтажа котельного оборудования, а именно труб поверхностного нагрева.

6.1 Производственная безопасность

Таблица 6.1 - Опасные и вредные факторы при эксплуатации процесса сварки магнитоуправляемой дугой.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проведение сварочных работ: 1) Сварка труб; 2) Проведение ремонтных работ по заварке дефектных мест.	1. Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях; 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 3. Повышенный уровень вибрации; 4. Повышенная яркость света; 5. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; 6. Недостаточная освещенность рабочей зоны	1. Повышенная температура поверхности; 2. Баллоны под давлением; 3. Электрический ток.	СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-2014, СН 2.2.4/2.1.8.566-96, ГОСТ 12.3.080-79, ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 12-05-2010, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.2.032-78.

6.1.1 Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течении 8-часовой рабочей смены.

Недостаточная влажность, в свою очередь, может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами. Повышенный показатель относительной влажности вызывает перегрев организма. Длительное воздействие высокой температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии, или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии, или переохлаждения.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 6.2, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C и выходить за пределы величин [17].

Таблица 6.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт.	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іб	21-23	20-24	60-40	0,1

Теплый	Іб	22-24	21-25	60-40	0,1
--------	----	-------	-------	-------	-----

Таблица 6.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по исполнению	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		ниже оптимальных величин	выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Іб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Іб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия (например, системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

6.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума

является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание.

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 дБА [18].

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём изоляции источников шумов, установка в помещениях звукопоглощающих конструкций и экранов, применения глушителей аэродинамического шума, звукопоглощающих облицовок в газовоздушных трактах вентиляционных систем с механическим побуждением и систем кондиционирования воздуха. В качестве средств индивидуальной защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука.

6.1.3 Повышенный уровень вибрации

Основным источником вибраций является электросварочное оборудование.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) приведены в табл. 6.3 [19].

Таблица 6.4 – Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с ² ·10 ²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109

500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

Методами борьбы с вибрациями машин и оборудования являются:

- снижение вибраций воздействием на источник возбуждения (посредством снижения или ликвидации вынуждающих сил);
- отстройка от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы;
- динамическое гашение колебаний – присоединение к защищаемому объекту системы, реакции которой уменьшают размах вибрации объекта в точках присоединения системы;
- изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций.

6.1.4 Освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк [20].

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (Кп) должен быть не больше 10%. Самым рациональным решением данного вредного факторы является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении.

В целях уменьшения пульсации ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением вредного

фактора является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенность.

6.1.5 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды

При сварке в качестве защитного газа используется аргон. Утечка аргона из баллона может способствовать наступлению смерти от удушья. Если объем аргона в воздухе будет превышать 70% (P3), то человек может подвергнуться, так называемому, наркозу. В связи с тем, что этот газ тяжелее воздуха, это может привести к накоплению его в помещениях, которые трудно проветривать. Если требуется проводить работы в среде с аргоном, то в этом случае рекомендуется использовать противогазы и изолирующие приборы, проветривать помещение [21].

6.1.6 Электрический ток

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

Основными причинами поражения электрическим током могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо перед включением установки должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных нарушений и замыканий, при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку, запрещается при включении установки.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозщитные средства. К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда [22]. 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.

6.1.7 Повышенная яркость света

Сварка открытой и полужакрытой дугой сопровождается мощной лучистой и тепловой энергии. Тепловая энергия способна вызвать поражение глаз и ожоги незащищенных частей тела. Яркость электрической дуги превышает 1600 стильб. Нормальное зрение человека способно воспринимать безболезненно яркость не более одного стильба.

Для защиты лица сварщика во время выполнения сварочных операций закрывается щитком, в смотровое отверстие которого вставлен светофильтр по ГОСТ 12.4.080-79. При работе вне кабины для защиты зрения окружающих должны применяться переносные щиты и ширмы. Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи покрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла. Щитки изготавливают из изоляционного материала - фибры, фанеры и по форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика (ГОСТ 1361-69). Для ослабления резкого контраста между яркостью дуги и малой яркостью темных стен (кабины) последние должны быть окрашены в светлые тона (серый, голубой, желтый) с добавлением в краску окиси цинка с целью уменьшения отражения ультрафиолетовых лучей дуги, падающих на стены.

6.1.8 Повышенная температура поверхности

При сварке изделия разогреваются до температуры плавления, поэтому возможны ожоги. Для предотвращения воздействия высоких температур на человека нужно использовать средства индивидуальной защиты.

Полный комплект средств индивидуальной защиты для сварщика состоит из множества элементов. Согласно ГОСТ 12.4.011-89, все применяемые при проведении сварочных работ СИЗ в соответствии с их назначением делается на несколько основных классов: спецодежда; спецобувь; средства защиты головы; средства защиты органов дыхания;

средства защиты органов слуха; средства защиты глаз; средства защиты лица; средства защиты рук; защитные дерматологические средства.

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

При проведении исследования отходами образовывались следующие отходы: остатки сварочной проволоки, которая впоследствии утилизировалась, огарки неплавящихся вольфрамовых электродов, которые в виду их непригодность выкидывались в контейнер для последующей переработки и макулатура. Не производились вредные выбросы в водные источники и атмосферу, радиационного заражения не происходило, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.

6.2.2 Анализ влияния процессов исследования на окружающую среду

Тепловое излучение. Источником тепловыделения в процессе сварки является дуга, которая возбуждается в процессе замыкания электрического контура. Основными источниками теплового излучения при работе инверторов являются сетевые выпрямители, понижающие трансформаторы, IGBT-транзисторы, выходные выпрямители. В автономных инверторах нового поколения выбросы тепловой энергии значительно уменьшились, благодаря применению радиаторов транзисторов и выпрямителя, а также кулера.

6.2.3 Обоснования мероприятий по защите окружающей среды

При использовании нашего аппарата присутствуют твердые неорганические отходы: макулатура и металлические отходы, такие как остатки неиспользуемой сварочной проволоки, остатки неплавящихся вольфрамовых электродов.

Переработка макулатуры представляет собой многоэтапный процесс, цель которого заключается в восстановлении бумажного волокна и использование их в качестве сырья для производства новой бумаги.

Рассортированные по типу материала металлические остатки взвешиваются и передаются в место переработки. Там их в зависимости от химического состава переплавляют, и они идут на дальнейшее формирование сварочных присадок, таких как сварочная проволока, электроды, неплавящиеся электроды.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Основными чрезвычайными ситуациями при разработке процесса аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с управлением магнитным дуьем, можно отнести возгорание и взрыв.

Возгорание возникает ввиду того, что при скапливании пыли и прочего материала внутри корпуса и дальнейшего короткого замыкания обмоток источника питания происходит горение этого материала. Наличие емкостных элементов на плате источника питания может спровоцировать взрыв [23].

6.3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Электросварщик и оператор обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться. Во время работы нельзя допускать попадания искр расплавленного металла сгораемые конструкции и материалы. В помещениях, где производят сварку, запрещается хранить сгораемые и огнеопасные материалы.

На строительном-монтажной площадке опасными факторами пожара являются: сварочная дуга; искры и частицы расплавленного металла, которые возникают при сварке; повышенная температура изделий.

6.3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

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:

- уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.
- курить только в отведенных для курения местах.
- в случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01» пожарную службу.
- сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре.

Если вдруг возгорание произошло, необходимо до прибытия бригады пожарных, выполнить ряд мероприятий:

- обесточить помещение.
- закрыть окна, выключить устройство вентиляции воздуха.
- с помощью имеющихся средств попробовать потушить пожар.
- эвакуировать персонал на безопасную территорию.
- распознать источник возгорания и сообщить его пожарным.

Для тушения пожаров класса Е, которые наиболее вероятны в рассматриваемом помещении, возможно применение хладоновых (ОХ), углекислотных огнетушителей (ОУ) и порошковых огнетушителей (ОП), которые применяют при тушении горячей изоляции в электроустановке.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Предполагается, что человек будет работать оператором, поэтому он практически не будет подвержен опасным факторам. Но в крайнем случае возможно отравление аргоном, поэтому при повреждении здоровья или в случае смерти работника вследствие несчастного случая на производстве либо профессионального заболевания работнику (его семье) возмещаются его утраченный заработок (доход), а также связанные с повреждением здоровья дополнительные расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию либо соответствующие расходы в связи со смертью работника.

Виды, объемы и условия предоставления работникам гарантий и компенсаций в указанных случаях определяются федеральными законами [24].

6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Требования к размещению машин для сварки, организации рабочих мест и к производственным помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86 [25].

Общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов устанавливает стандарт ГОСТ 12.2.032-78 [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены варианты воздействия магнитного поля на сварочную дугу, методы их компенсации, также изучены литературные источники по использованию эффекта магнитного дутья для управления процессом сварки, предложен способ импульсного питания сварочной дуги с изменением точки подвода тока к изделию.

Результатом является полученный образец корневого слоя шва, который представлен на рисунке 20. Образец получился с вогнутой формой корня шва, без подрезов, с плавным переходом к стенкам, без наплывов. Обратная сторона корня шва имеет равномерное усиление по всей окружности 0,8 мм, что является гарантированным признаком качества корня шва, это объясняется концентрированным вводом тепла в изделие. При данном способе сварки корневого слоя шва исключается возникновение дефектов корня шва, исключается профессиональный навык сварщика.

На основании полученных данных можно сказать, что автоматическая аргонодуговая сварка с двухсторонним подводом тока и импульсным питанием сварочной дуги является перспективным методом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гаген, Ю. Г. Сварка магнитоуправляемой дугой / Ю.Г. Гаген и В.Д. Таран. – М.: Машиностроение, 1970. – 160 с.
2. Думов, С. И. Технология электрической сварки плавлением / С. И. Думов. – Л.: Машиностроение, 1987. – 461 с.
3. Дедюх, Р. И. Теория сварочных процессов. Физические и технологические свойства электросварочной дуги : учебное пособие / Р.И. Дедюх. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.
4. Князьков, А. Ф. Использование собственного магнитного поля сварочной дуги для управления процессом сварки / А. Ф. Князьков, Е. О. Маурин, Д. А. Петухов; науч. рук. А. Ф. Князьков // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 25-29 мая 2015 г.в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Т. 2. — С. 130 – 133.
5. Способ дуговой сварки плавлением с использованием в качестве источника сварочного нагрева электрической дуги // Авторское свидетельство СССР № 465290. 1975. Бюл. № 12. / Макара А. М., Назарчук А. Т., Гордонный В. Г., Дибец А. Т.
6. Райчук, Ю.И. Распределение тока по пластине при дуговой сварке / Ю. И. Райчук // Автоматическая сварка. — 1967. — №4. — С. 19 – 22.
7. Сидоров В. П. Исследование процесса управления пространственным положением сварочной дуги за счет параметров ее собственного магнитного поля / В.П. Сидоров, И.В. Смирнов, А.И. Захаренко, В.Г. Добровольский, Э.С. Гилязев. // Атомная энергетика. — 2011. — № 5. — С. 25 – 30.
8. Мандельберг С.Л. Влияние расположения токоподвода на формирование швов / Мандельберг С.Л., Сидоренко Б.Г., Лопата В.Е. // Автоматическая сварка. — 1976. — № 3. — С. 56 – 61.

9. Князьков, А. Ф. Модель формирования сварного шва при изменении токоподвода к изделию / А. Ф. Князьков, Е. О. Маурин; науч. рук. А. Ф. Князьков // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 26-30 мая 2014 г.в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2014. — Т. 2. — С. 67 – 70.
10. Маурин, Е.О. Применение автоматической сварки для корневого слоя шва малого диаметра с отдельным токоподводом к изделию / Е. О. Маурин, А. Ф. Князьков; науч. рук. А. Ф. Князьков // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 26-30 мая 2014 г.в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2014. — Т. 2. — С. 70 – 75.
11. Головка «ОКА 18-45 ИД» Руководство по эксплуатации «ТТ 408 РЭ». Научно-производственное предприятие «ТехноТрон»
12. РД 34.15.027 — 93 Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций
13. Патент РФ № 2008129992/02, 21.07.2008.
14. Способ сварки магнитоуправляемой дугой // Авторское свидетельство СССР № 1581503. 1987. Бюл. № 28. / Сергеев А. Н., Овсянкин Г. В., Бурдыкин В. М., Клементьев А. В.
15. Смирнов И.В. Управление тепловложением при дуговой сварке неплавящимся электродом / И.В. Смирнов, А.И. Захаренко. Тольяттинский государственный университет. Сварочное производство. — 2009. — № 12. — С 61 – 68.
16. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Креницына; Томский

политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

17. Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственной среды;
18. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;
19. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы;
20. СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение;
21. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
22. ГОСТ 12.1.019-70 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
23. ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения;
24. Трудовой кодекс, № 197-ФЗ/ Ст. 184 ТК РФ. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональные заболевания;
25. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Роботы электросварочное. Требования к безопасности;
26. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).