

Школа - Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) машиностроение 15.03.01
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка импульсной системы питания сварочной дуги с автоматическим управлением формы сварного шва

УДК 621.791.75.053-027.43

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Никифоров Денис Сергеевич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	И.В. Подопригора	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	В.Ф. Панин	д.т.н., проф.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности

P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа - Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки машиностроение 15.03.01
 Отделение школы электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ А.А. Першина
 (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
1B51	Никифорову Денису Сергеевичу

Тема работы:

Разработка импульсной системы питания сварочной дуги с автоматическим управлением формы сварного шва	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019, №3648/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019
--	------------

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 орбитальной сварки неплавящимся электродом в защитной среде аргона</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Введение</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ современного оборудования для сварки корневого слоя 2. Разработка технических требований 3. Разработка функциональной схемы 4. Разработка принципиально электрической схемы <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Разработка силовой части 4.2 Разработка схемы обратной связи 4.3 Разработка схемы управления сварочным циклом 5. Экспериментальная часть 6. Менеджмент 7. Социальная ответственность 8. Заключение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технические требований 2. Функциональные требования 3. Принципиальная электрическая схема 4. Схема силовой части 5. Схема обратной связи 6. Датчик напряжения 7. Электрическая схема управления сварочного цикла
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-5</p>	<p>Князьков А.Ф.</p>
<p>6</p>	<p>Подопригора И.В.</p>
<p>7</p>	<p>Панин В.Ф.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>13.05.2019</p>

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Князьков Анатолий Федорович	к.т.н., доцент		13.05.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Никифоров Денис Сергеевич		13.05.2019

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.04.2019 г.	Введение	5
29.04.2019 г.	Разработка технических требований	15
07.05.2019 г.	Разработка функциональной схемы	15
10.05.2019 г.	Разработка принципиально электрической схемы	15
20.05.2019 г.	Экспериментальная часть	25
24.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
29.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
30.05.2019 г.	Заключение	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Князьков Анатолий Федорович	к.т.н., доцент		13.05.2019

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 77 с., 19 рис., 20 табл., 15 источников.

Ключевые слова: автоматическая сварка, орбитальная сварка, аргонодуговая неплавящимся электродом, импульсный модулятор, модуляция тока.

Объектом исследования является процесс сварки неплавящимся электродом в аргоне.

Цель работы – является разработка оборудования импульсного питания с автоматическим формированием формы сварного шва.

В процессе исследования была рассмотрена сущность аргонодуговой сварки основные преимущества и недостатки.

В результате исследования разработана электрическая схема, с элементами обратной связи, которая способна управлять формированием сварочной ванны, в процессе сварки труб малого диаметра. Также была разработана схема управления сварочным циклом, на основе тиристорного триггера. Собрана экспериментальная установка, которая включала в себя сварочную головку ОКА.1845 и усовершенствованный импульсный источник питания.

Область применения: данное оборудование будет актуальным для таких организаций, как ТЭЦ, АЭС и т.д.

Экономической эффективностью является, автоматизация процесса аргонодуговой сварки неплавящимся электродом, что в дальнейшем позволит использовать данную технологию в массовом производстве.

В будущем планируется улучшение технологии, сделать процесс более стабильным.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Орбитальная сварка – специализированный способ сварки, при котором дуга механически поворачивается на 360° (180 градусов в двойной сварке) вокруг статической заготовки, представляющей собой такой предмет как труба или др.

Сварочная ванна – слой расплавленного металла на поверхности свариваемых изделий, образующихся в процессе сварки.

Критическая масса сварочной ванны – масса сварочной ванны, при которой расплавленный металл не стекает.

Импульсное питание – подача импульсов с высокой величиной тока и частотой.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»
2. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация»
3. ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования»
4. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (с изменениями на 15 марта 2010 года)»
6. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

7. СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы»
8. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»
9. СанПиН 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»
10. ГОСТ 12.1.005–88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)»

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

- ИП - сварочный источник питания;
- U_d – напряжение на дуге;
- $I_{св}$ – сварочный ток;
- U_d – напряжение на дуге;
- $I_{св}$ – сварочный ток;
- I_i – ток импульса;
- $I_{п}$ – ток паузы;
- T_i – период следования тепловых импульсов за счет тока;
- t_i – полная длительность импульса;
- t_c – время паузы;
- H – глубина сварочной ванны;
- B – ширина сварочной ванны;
- L – длина сварочной ванны;
- V – объем сварочной ванны;
- $V_{св}$ – скорость сварки;
- ВАХ – вольтамперная характеристика;
- L – индуктивность дросселя первой ячейки;
- C – емкость конденсатора первой ячейки.

Оглавление

Введение	13
1 Литературный обзор	15
1.1 Общая характеристика энергетической системы «источник питания – дуга»	15
1.2 Статическая характеристика сварочной дуги	16
1.3 Статическая устойчивость энергетической системы «источник питания – дуга»	17
1.4 Обоснование выбора ВАХ источника питания	20
1.5 Сущность процесса аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	21
1.6 Проблемы при орбитальной сварки	22
1.7 Известные способы и системы решения проблем при орбитальной сварки ..	25
2 Разработка технических требований оборудования для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.....	30
3 Разработка функциональной схемы модулятора импульсов сварочного тока	32
4 Разработка принципиальной электрической схемы.....	34
4.1 Разработка силовой части	34
4.2 Разработка схемы обратной связи	36
4.3 Разработка схемы управления сварочным циклом.....	37
5 Экспериментальная часть	41
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	45
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	45
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	45
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений	46
6.1.3 SWOT – анализ	48
6.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	50
6.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	51
6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	51
6.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	52

6.3.3	Разработка графика проведения научного исследования	52
6.3.4	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	56
6.3.5	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	57
6.3.6	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	58
6.3.7	Накладные расходы	59
6.3.8	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	60
6.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	61
7	Социальная ответственность	66
7.1	Профессиональная социальная безопасность	66
7.1.1	Анализ вредных и опасных факторов который может создать объект исследования.....	66
7.2	Экологическая безопасность	71
7.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
7.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
	Заключение	75
	Список используемой литературы.....	76

Введение

Актуальность. Получение неразъемного соединения с минимальным количеством дефектов удовлетворяющих всем нормам контроля, постоянное повышение качества сварочного шва и автоматизация процесса — это те задачи, которые являются актуальными на сегодняшний день. Сварка труб малого диаметра поверхности нагрева, занимает немаловажную нишу во всей индустрии и вопросы по улучшению качества сварных швов в данной области, будут актуальны для таких организаций, как ТЭЦ, АЭС и т.д.

При написании данной работы была использована научная отечественная и зарубежная литература. Основным источником, раскрывающим теоретические аспекты автоматической аргодуговой сварки, являются учебное пособие [1]. На основе работы [2] был рассмотрен процесс по созданию и производству орбитальных комплексов для автоматической сварки стыков труб малого диаметра. Комплексы нашли применение, при создании и ремонтах энергоблоков атомных электростанций. Также в данной работе [2], было проведено сравнение ручной и автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом, были вынесены основные преимущества в использовании автоматической сварки неплавящимся электродом (GTAW). Рассмотрены конкретные модели и их технические характеристики для орбитальной сварки. Описана структурная схема орбитальных автоматов, используемых в наше время. Авторы данной работы считают, что дальнейшее развитие одно- и многопостовых систем сварки GTAW является расширение их функциональной и технологических возможностей путем совершенствования оборудования, что непосредственно подчеркивает актуальность данной работы.

Разработка и применение современных отечественных технологий и оборудования, для автоматической орбитальной сварки магистральных газопроводов, были рассмотрены в трудах [3] в данной работе рассмотрены технологические аспекты обеспечения воспроизводимости качества сварных соединений при автоматической орбитальной сварке.

В настоящей работе рассмотрена физико-математическая модель поведения сварочной ванны в зависимости от пространственного положения. В работе будет подробно рассмотрено понятие «критической массы сварочной ванны», оно поможет нам разработать оборудование, которое по средству внедрения модулированного тока и обратной связи, позволит автоматический управлять сварочной ванной и добиться качественного соединения с наименьшим количеством дефектов.

Целью работы является разработка оборудования импульсного питания с автоматическим формированием формы сварного шва.

Объект исследования работы – процесс сварки неплавящимся электродом в аргоне.

Предмет исследования работы – модулятор сварочного тока.

1 Литературный обзор

1.1 Общая характеристика энергетической системы «источник питания – дуга»

Источник питания для дуговой сварки и сварочная дуга представляет собой единую энергетическую систему, в которой каждый из них выполняет свои определенные функции, а их характеристики взаимно согласованы. Эта система в общем виде представлена на рисунке 1.

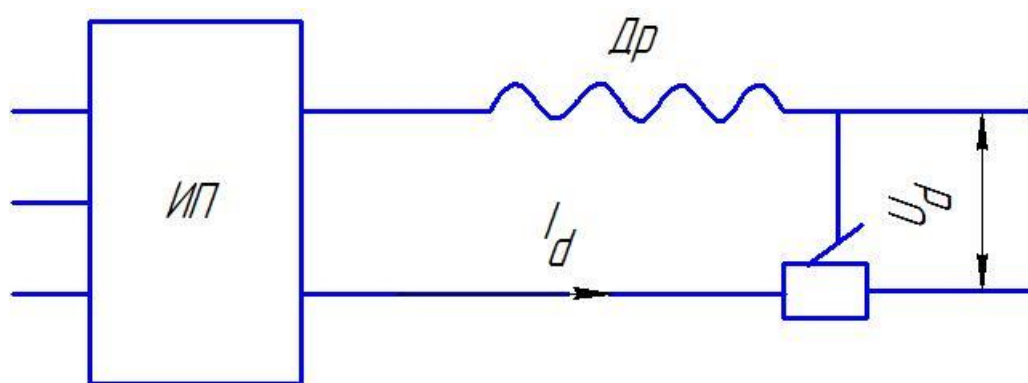


Рисунок 1 – Система источник питания – сварочная дуга,

где U_d – напряжение дуги;

I_d – ток дуги;

Др – дроссель;

ИП – сварочный источник питания.

Основная задача источника питания состоит в том, чтобы преобразовать параметры электрической сети к параметрам, необходимым, для питания сварочной дуги. Основным потребителем энергии является сварочная дуга. В сварочной дуге электроэнергия, в основном, преобразована в тепловую энергию, и в некоторых случаях необходимо принять во внимание процессы теплопередачи и металлопереноса через межэлектродный промежуток [1].

1.2 Статическая характеристика сварочной дуги

Сварочная дуга является частью в электрической цепи и представляет собой проводящий элемент. В общем виде вольтамперная статическая характеристика сварочной дуги имеет V – образную характеристику, как показано на рисунке 2.

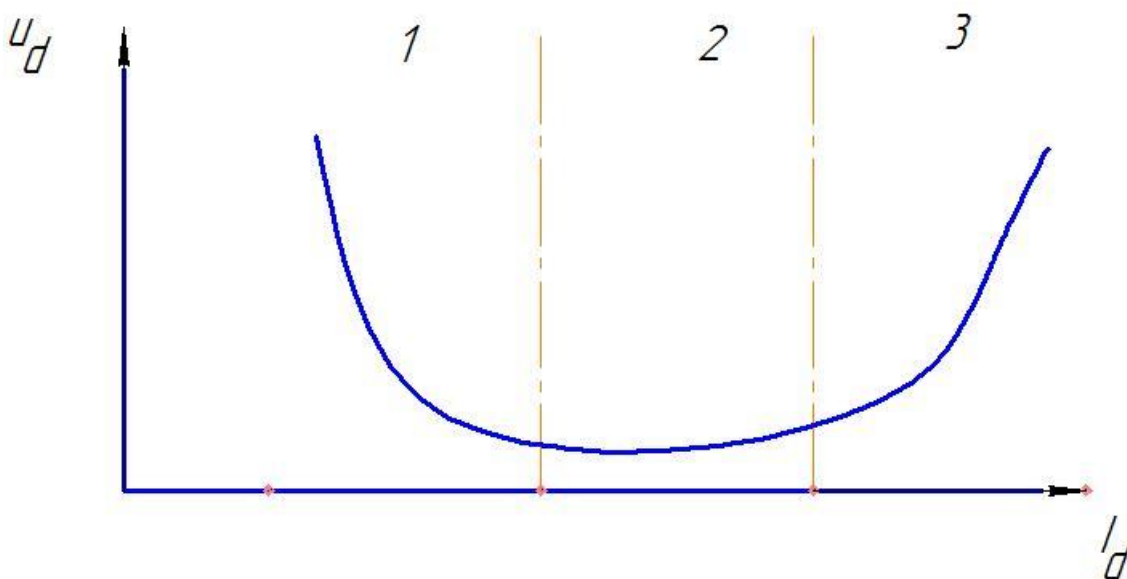


Рисунок 2 – Внешний вид вольтамперной характеристики сварочной дуги

Выделим три области: 1 – диапазон малых режимов 0,5...10 А, где форма характеристики падающая, 2 – диапазон средних режимов с умеренными плотностями тока (сварка электродами с покрытием, неплавящимся электродом в аргоне и др.). В этой области $U_d = E_d$; E_d – пассивная противо э.д.с. сварочной дуги, 3 – диапазон сварки при высоких плотностях тока. В этой области напряжения дугового промежутка может быть представлено в виде:

$$U_d = E_d + I_d \cdot R_d, \quad (1)$$

где R_d – динамическое сопротивление сварочной дуги.

Процесс осуществления сварочного процесса можно разделить на два важных этапа, это возбуждение дуги и поддержания стабильного горения

дуги. Вторым этапом в свою очередь можно разделить на состояние устойчивого и неустойчивого равновесия. Состояния устойчивого равновесия, когда сила тока I_d и напряжения U_d остаются неизменными в течении длительного времени. Зависимость между током и напряжением дуги в этом состоянии называется статической ВАХ дуги, а функциональная связь между током и напряжением источника питания называется внешней ВАХ источника питания. Состояния неустойчивого равновесия, то есть – динамический режим (при возбуждении или смещении статической ВАХ дуги). Связь между I_d и U_d называется динамической характеристикой источника, у которой рабочие параметры различные, относительно статических.

1.3 Статическая устойчивость энергетической системы «источник питания – дуга»

Система будет устойчивой, если после окончания переходного процесса вызванного каким – либо возмущением, оно вновь вернется в прежнее состояние или близкое к прежнему состоянию.

На рисунке 3 представлены внешняя характеристика источника питания $U_{II} = f_I(I)$

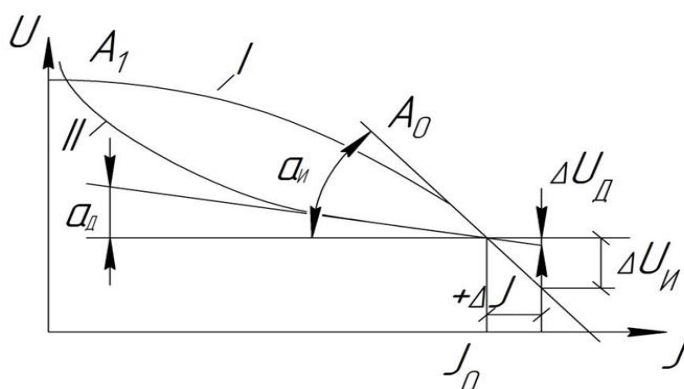


Рисунок 3 – Статическая характеристика источника – I и дуги – II

Установившееся состояние системы определяется точками

пересечения этих характеристик A_0 и A_1 , в которых ток и напряжение дуги в установившемся состоянии равны току и напряжению источника. Для определения статической устойчивости режимов в т. A_0 и A_1 , необходимо проанализировать поведение системы при малых отклонениях от состояния равновесия. Анализ произведен относительно точки A_0 , а затем распространим его и на режим в т. A_1 . На рисунке 3 приняты следующие обозначения:

$$\begin{cases} a_{\partial} = \arctg(p_{\partial}) \\ a_{и} = \arctg(p_{и}) \end{cases}, \quad (2)$$

где a_{∂} и $a_{и}$ углы касательной в т. A_0 к характеристике источника и дуги соответственно.

$$\begin{cases} p_{\partial} = \frac{dU_{\partial}}{dI} \\ p_{и} = \frac{dU_{и}}{dI} \end{cases}, \quad (3)$$

где p_{∂} – динамическое сопротивление дуги,

$p_{и}$ – динамическое сопротивление источника.

Пусть в следствии какого-либо возмущения ток увеличился на величину $+\Delta I$, при этом возникает своеобразный дефицит напряжения ΔU . Для поддержания горения дуги требуется большее напряжение чем может обеспечить источник питания. Поскольку уменьшение напряжение источника $\Delta U_{и}$, больше чем уменьшение напряжения дуги ΔU_{∂} , то определится следующим выражением:

$$\Delta U = \Delta U_{и} - \Delta U_{\partial}. \quad (4)$$

Источник питания обладает индуктивностью L , то в переходном процессе дефицит напряжения ΔU будет уравниваться э.д.с. самоиндукция и на этапе переходного процесса будет справедливо уравнение:

$$L \frac{d\Delta I}{dt} = \Delta U_{и} - \Delta U_{\partial}, \quad (5)$$

учитываем, что

$$\begin{cases} tg(a_{и}) = \frac{dU_{и}}{dI} = \frac{\Delta U_{и}}{\Delta I} \\ tg(a_{д}) = \frac{dU_{д}}{dI} = \frac{\Delta U_{д}}{\Delta I} \end{cases}, \quad (6)$$

$\Delta U_{и}$ и $\Delta U_{д}$ определяется как:

$$\Delta U_{д} = tg(a_{д})\Delta I, \quad (7)$$

$$\Delta U_{и} = tg(a_{и})\Delta I. \quad (8)$$

В выражении (6) заменим $tg(a_{и})$ и $tg(a_{д})$ через динамические сопротивление и подставим в уравнение (7), (8) в результате получим:

$$L \frac{d\Delta I}{dt} = p_{и} \Delta I - p_{д} \Delta I. \quad (9)$$

После преобразований в окончательном виде получим однородное дифференциальное уравнение первого порядка относительно переменной ΔI , описывающее переходной процесс в системе источник питания – дуга:

$$L \frac{d\Delta I}{dt} + \Delta I(p_{и} - p_{д}) = 0. \quad (10)$$

Согласно критериев оценки устойчивости САР, системы в которых переходные процессы описываются дифференциальные уравнением первого порядка, будут устойчивы, если положительны коэффициенты в левой части уравнения. Следовательно, условие устойчивости можно записать в следующем виде:

$$K_{у} = p_{д} - p_{и} > 0, \quad (11)$$

где $K_{у}$ – коэффициент статической устойчивости энергетической системы источник питания – дуга.

Решением уравнения (10) будет:

$$i = \Delta I e^{\frac{K_{у}}{L}t}, \quad (12)$$

где $\frac{K_{у}}{L}t = T_{е}$ – постоянная времени системы источник питания дуга.

Система будет находится в состоянии устойчивого статического равновесия, если малое отклонение тока от заданного значения с течением времени будет уменьшатся. Если с течением времени это отклонение будет

расти, то состояние равновесия системы будет неустойчивым. В общем виде основное условие устойчивости в следующем виде: коэффициент устойчивости системы при дуговой сварке K_u равный разности производных уравнений статических характеристик дуги и источника питания в рабочей точке, должен быть положительным. Физический смысл этого определения можно сформулировать следующим образом: в устойчивой системе источник питания – дуга угол наклона статической характеристики источника питания в рабочей точке к оси токов должен быть больше угла наклона статической характеристики дуги.

1.4 Обоснование выбора ВАХ источника питания

Графически для V образной характеристики дуги по областям для устойчивой системы это можно представить в виде следующих сочетаний характеристик дуги и источника, как показано на рисунке 4.

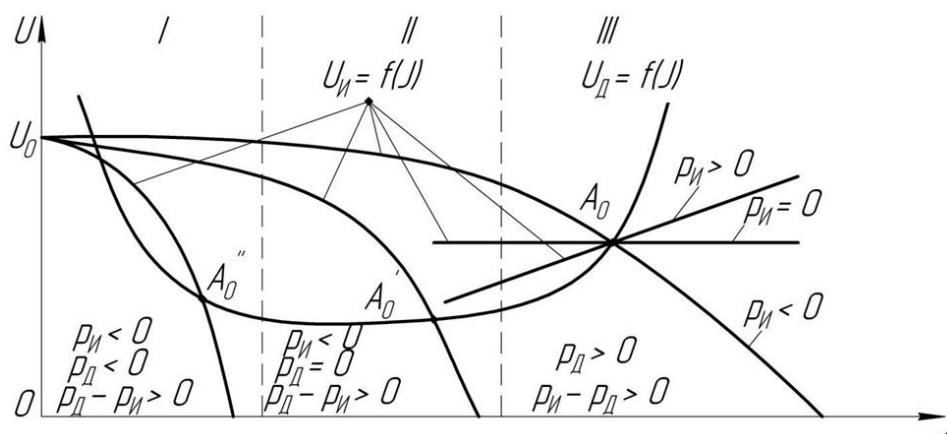


Рисунок 4 – Статические ВАХ сварочной дуги и источника питания

При умеренных плотностях тока, в частности при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом (как в нашем случае) напряжение дуги мало зависит от тока, т.е.

$$\frac{dU_{\text{И}}}{dI} = p_{\text{Д}} = 0, \quad (13)$$

поэтому разрабатываемая импульсная система питания сварочной дуги должна иметь крутопадающую характеристику, т.е.

$$\frac{dU_{и}}{dI} = pИ < 0. \quad (14)$$

Кроме того, при крутопадающей внешней характеристике источника питания отклонение сварочного тока при изменениях длины дуги будет незначительным, что благоприятно сказывается на постоянстве теплового режима и формирования шва [2].

1.5 Сущность процесса аргодуговой сварки неплавящимся электродом

Схема аргодуговой сварки неплавящимся электродом показана на рисунке 5. Через сопло подается защитный газ, который защищает зону сварки от контакта с окружающей средой.

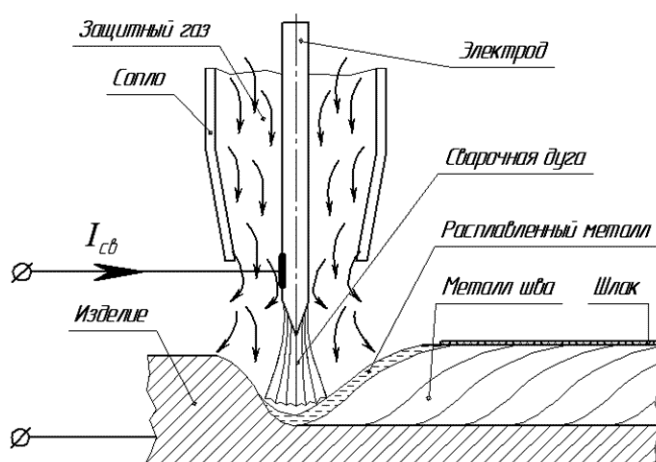


Рисунок 5 – Схема сварки неплавящимся электродом [4]

Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов. Неплавящийся электрод изготавливают из графита, вольфрама, меди, меди со вставкой из тугоплавкого металла – вольфрама, циркония, гафния.

В качестве защитного газа при сварке вольфрамовым электродом

применяют аргон, гелий, смесь аргона и гелия; для сварки меди медным электродом или медным электродом со вставкой из гафния (циркония) можно применить азот. Для рационального расходования дорогостоящих инертных газов (Ar, He) при сварке сталей создают комбинированную защиту.

Сварку неплавящимся электродом можно выполнять с присадочным материалом или без него. Без присадочного материала обычно делают заварку корня, в зависимости от толщины заготовки. При больших толщинах и обеспечения полного проплавления, делают разделку кромок.

Основным преимуществом использование аргона — это высокое качество получаемых сварных соединений, качественный ровный шов, а также высокая устойчивость дуги вне зависимости от полярности тока. Так же если сравнивать данный газ с гелием и другими инертными газами, то использование аргона значительно дешевле.

1.6 Проблемы при орбитальной сварки

На сегодняшний день GTAW используют для автоматической орбитальной сварки труб различного диаметра для кольцевых неповоротных швов с помощью специальных сварочных головок или самоходных механизмов [2].

В настоящее время, на таких предприятиях как АЭС, энергоблоки представляют собой систему последовательных сваренных труб и большинство этих соединений представляют собой неповоротные стыки, преобладающими способами сварки которых являются ручная аргонодуговая сварка с использованием присадочного материала и автоматическая орбитальная сварка неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки или без нее. Применение ручной аргонодуговой сварки имеет главное преимущество — это относительно высокая технологическая гибкость. Данный способ сварки нашел применение при монтаже и особенно при ремонте трубопроводов энергоблоков АЭС.

Ручной сварке (GTAW) присущ ряд существенных недостатков: необходимость привлечения высококачественных специалистов с опытом работы не менее пяти лет, также потребность в большом количестве данных специалистов, для выполнения значительного объема сварочных работ в сжатые сроки. Не достигается требуемый уровень качества сварных соединений, вследствие чего уровень их дефектности при сдаче с первого предъявления составляет 15...45 %, что обуславливает необходимость ремонта дефектных стыков и в связи с этим неизбежность существенных дополнительных трудозатрат [2].

При формировании неповоротных стыков, труб поверхности нагрева, основной проблемой является, изменяющееся пространственное положение сварочной ванны от нижнего до потолочного. В процессе сварки, на сварочную ванну действует ряд сил, которые меняются по величине и направлению действия в зависимости от положения сварочной головки. Критерием качества формирования шва служит форма и величина проплава с обратной стороны шва. Данную проблема зависит от такого понятия, как критическая масса сварочной ванны.

Критическая масса сварочной ванны – это такая величина массы, не достигая которой расплавленный металл еще можно контролировать и не происходит натекания сварочной ванны на электрод или отвисания в следствие чего большое напряжение, прожог основного металла и разрыв дуги. Критическая масса зависит от пространственного положения головки (рисунок 6) и от толщины металла [6].

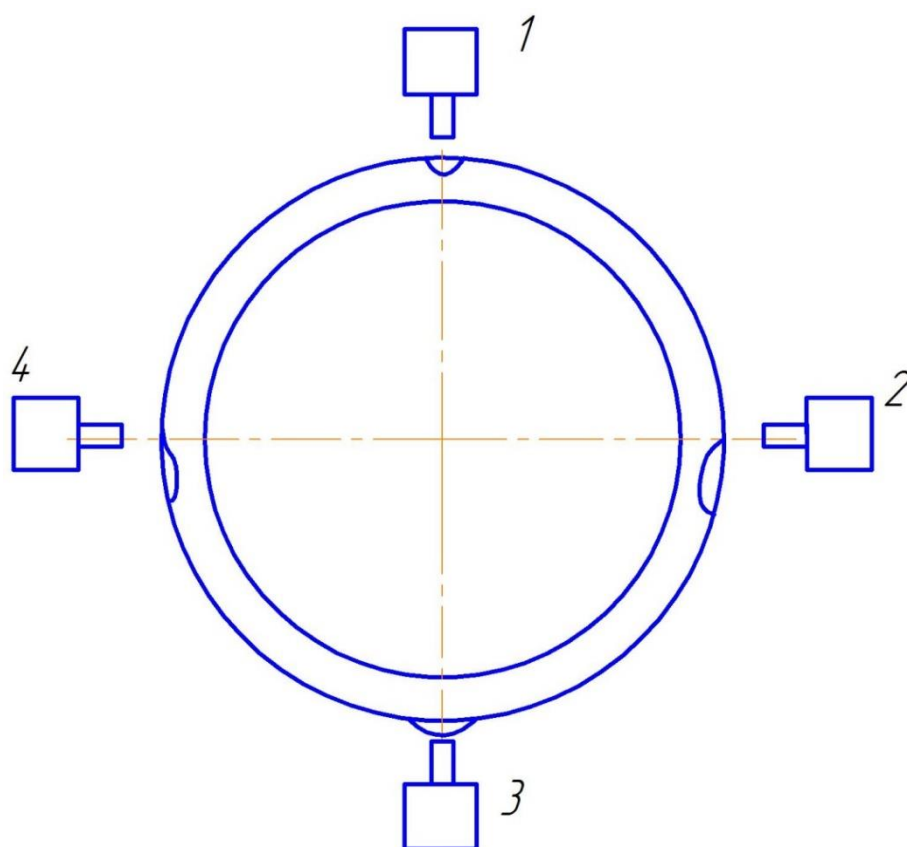


Рисунок 6 – Различные положения сварочной горелки при орбитальной сварки

В положении 1 сварочной головки (рисунок 6) происходит удлинение дуги и провисание сварочной ванны. Положение 2 сварочной головки будет натекание сварочной ванны и укорочение длины дуги. Положение 3 происходит натекание сварочной ванны и укорочение длины дуги. В положение 4 при сварке на подъем, происходит отставание сварочной ванны, соответственно удлинение дуги. Таким образом из вышесказанного у нас вытекает проблема, которая связана с управление сварочной ванны при сварке труб в различных пространственных положениях. Главная задача, заключается в том, что нужно производить сварку, не достигая значения критической массы сварочной ванны.

Критическая масса ванны зависит: от толщины трубы, массы расплавленной ванны, подогрева сварочного изделия в процессе сварки. В ходе проекта, нужно разработать импульсный источник питания, который

будет отслеживать значение критической массы, по напряжению дуги, в следствии чего уменьшать либо увеличивать длительность импульса.

1.7 Известные способы и системы решения проблем при орбитальной сварки

На сегодняшний день, для решения проблемы по управлению сварочной ванны, можно осуществить внедрением микропроцессорного блока управления для автоматической сварки. Рассмотрим на примере часто используемого блока САУ4.33. Блок управления САУ4.33 предназначен для управления процессом автоматической сварки в среде защитных газов неповоротных и поворотных стыков труб неплавящимся электродом[7]. Блок может быть выполнен в четырехкоординатном или двухкоординатном исполнении. При четырехкоординатном исполнении управление сваркой осуществляется путем воздействия на скорость вращения головки, скорость подачи проволоки, параметры колебаний электрода и напряжение дуги. При двухкоординатном исполнении управление сваркой осуществляется путем воздействия на скорость вращения головки и скорость подачи проволоки. Передняя панель блока приведена на рисунке 7.

Внутри корпуса блока расположены трансформатор, плата источника питания, плата управления, вакуумно-люминесцентный индикаторный модуль, четыре платы привода, четыре двухобмоточных дросселя, газовый клапан. Плата привода представляет собой мостовой транзисторный преобразователь, на выходе которого формируется напряжение питания якоря электродвигателя. Система регулирования скорости двигателя – двухконтурная, с релейным аналоговым регулятором тока и цифровым регулятором скорости вращения. Сигнал, пропорциональный скорости, формируется из напряжения на выходе преобразователя путем вычитания падения напряжения в якорной цепи двигателя.

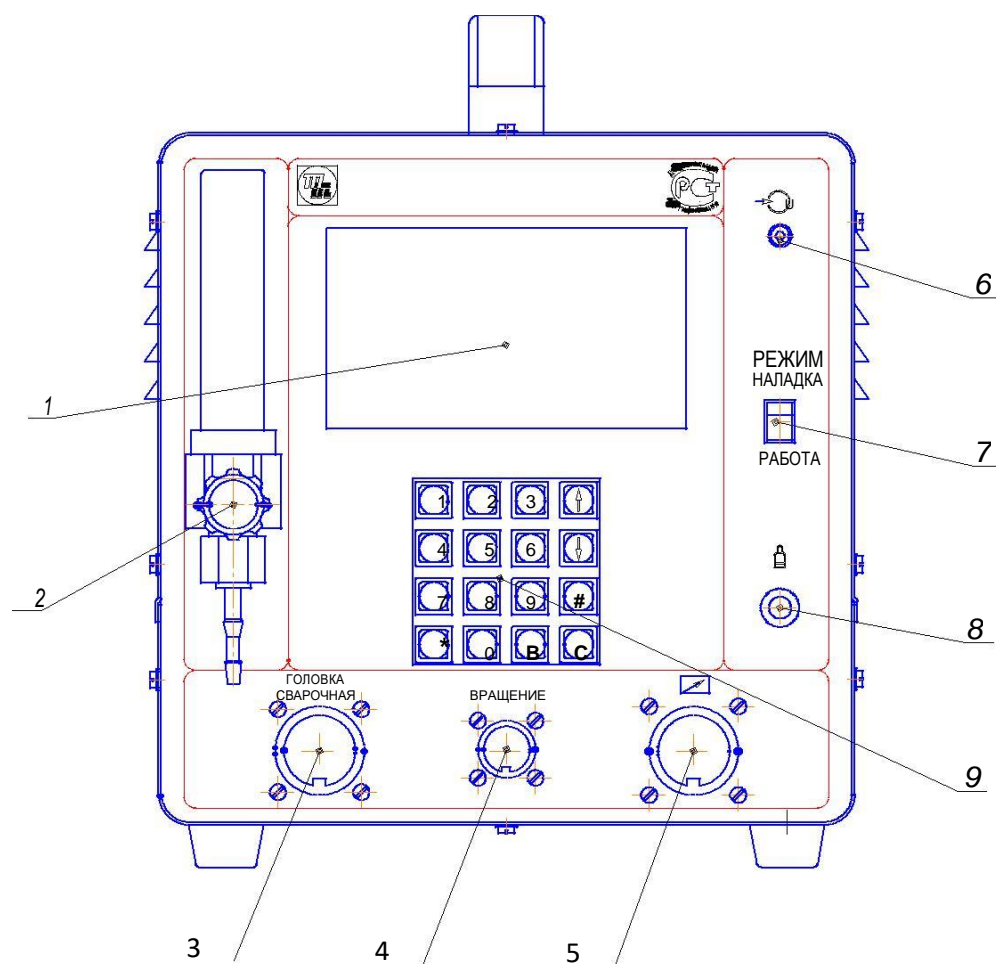


Рисунок 7 – Передняя панель блока,

где 1 – вакуумно-люминесцентный индикаторный модуль (дисплей);

2 – ротаметр;

3 – разъем для подключения привода сварочной головки;

4 – разъем для подключения привода вращения головки;

5 – разъем для подключения пульта оператора;

6 – индикатор питания;

7 – переключатель режимов;

8 – кнопка теста газа;

9 – клавиатура.

Особенностью данного блока является, то что он способен работать в трех режимах: непрерывном, импульсном, шагоимпульсном. Временные диаграммы в импульсном режиме, показаны на рисунке 8.

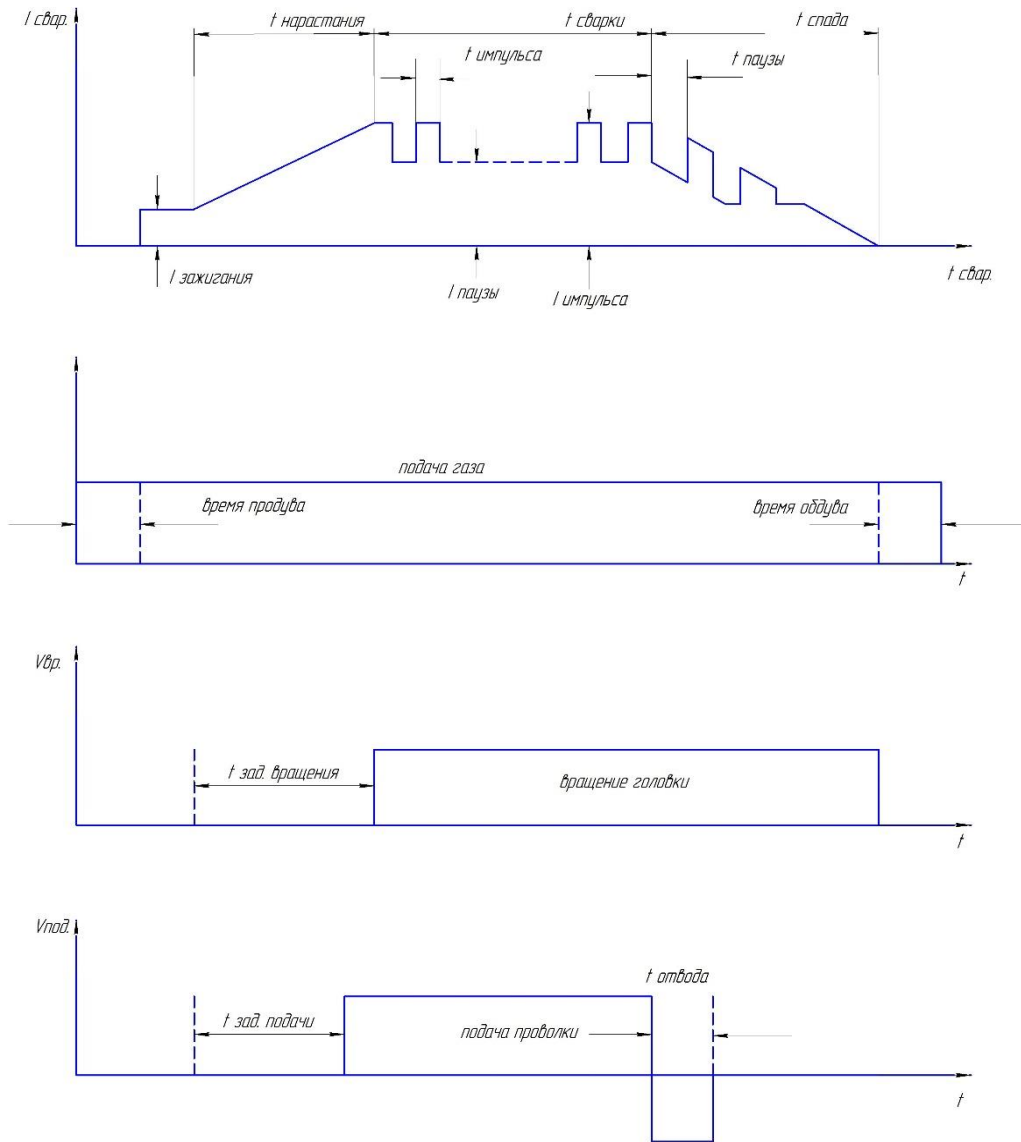


Рисунок 8 – Диаграммы работы в импульсном режиме,

где $I_{\text{свар.}}$ – ток сварки;

$t_{\text{свар.}}$ – время сварки;

$I_{\text{зажигания}}$ – ток зажигания;

$I_{\text{импульса}}$ – ток сварки в импульсе;

$I_{\text{паузы}}$ – ток сварки в паузе;

$t_{\text{импульса}}$ – время сварки в импульсе;

$t_{\text{паузы}}$ – время сварки в паузе;

$t_{\text{зад. вращения}}$ – время задержки вращения головки относительно времени зажигания дуги;

$t_{\text{зад. подачи}}$ – время задержки подачи проволоки относительно времени

зажигания дуги;

t отвода – время отвода присадочной проволоки относительно времени начала спада;

$V_{вр.}$ – скорость вращения головки;

$V_{под.}$ – скорость подачи присадочной проволоки.

Наиболее универсальным, то есть позволяющим получать высокое качество сварных соединений, является шагоимпульсный режим работы автомата, диаграмма работы данного режима на рисунке 9.

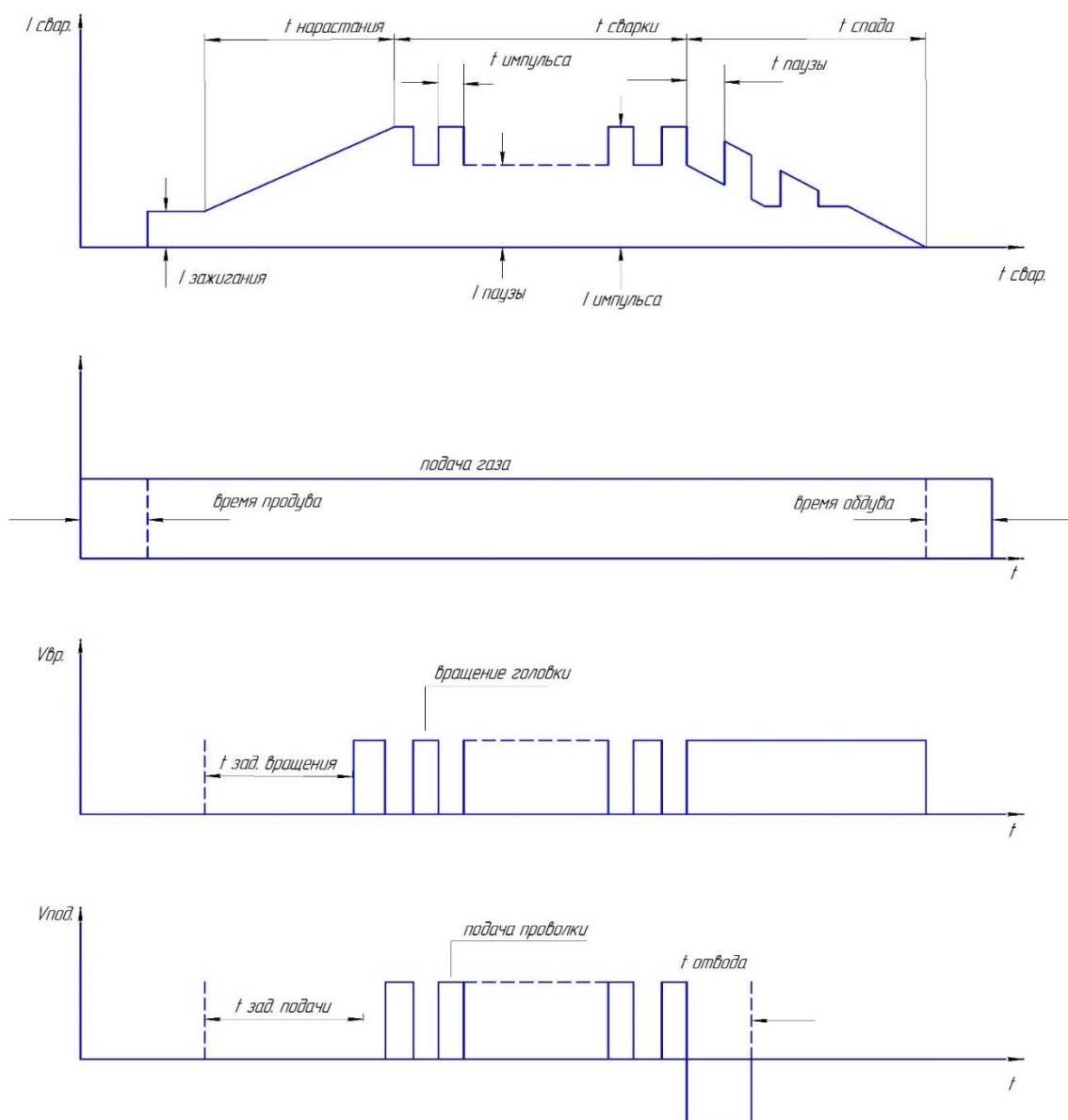


Рисунок 9 – Диаграмма работы в шагоимпульсном режиме

Отличительной чертой работы в заданном режиме является то, что перемещение головки осуществляется во время паузы, то есть когда зажигается дежурная дуга, а сварка производится во время импульса, когда головка прекращает движение. В остальном цикл сварки не отличается от импульсного режима.

С помощью данных микропроцессорных блоков, можно решить проблему с управлением сварочной ванны и не достигать значения критической массы, но к сожалению, данный способ не универсален и при смене диаметра трубы, все настройки микропроцессорного блока придется подбирать по новой.

Вывод по главе

Анализ процесса сварки в аргоне ее достоинства, недостатки и применяемого оборудования показал, что рассмотренные процессы и оборудование не дают возможность реализовать автоматическое управление критической массой в процессе орбитальной сварки.

В дальнейшем, целью работы будет являться разработка оборудования импульсного питания с технологией обратной связи, неплавящимся электродом.

Для этого нужно будет решить ряд задач:

1. разработка принципиальной электрической схемы с функцией автоматического регулирования импульсов;
2. разработка экспериментальной установки.

2 Разработка технических требований оборудования для аргодуговой сварки неплавящимся электродом

На основе теоретических и экспериментальных исследований, в том числе проведенных в настоящей работе, технические требования заключаются в следующем: как уже было обосновано в главе 1, характеристика источника питания крутопадающая. Крутопадающая характеристика, обеспечит устойчивое горение дуги, эластичность и ограничение тока короткого замыкания. Также благодаря крутопадающей характеристики при изменении длины дуги отклонение сварочного тока будет незначительным. Использование дежурной дуги, позволяет достигнуть ряд преимуществ: непрерывность горение дуги и устойчивость в зависимости от пространственного положения. Использование дежурного тока, позволяет поддерживать постоянными параметры сварки, так как дуговой промежуток находится в ионизированном состоянии, в следствии чего, возбуждение дуги происходит с торца электрода. С использованием дежурной дуги можно получить качественный сварной шов, так как эта дуга горит с намного меньшей температурой она позволяет не так быстро кристаллизоваться расплавленному металлу, что позволяет снизить напряжение на зерна при их формировании. Амплитуда импульсов, которая кроме технологических требований будет ограничиваться допустимой нагрузкой на электрод и возможностями коммутирующих приборов по величине тока и скорости его нарастания. Длительность импульсов ограничивается величиной в несколько сотен микросекунд (0,001...1 с.) [7]. С применением небольшой длительности импульсов, можно получить ширину шва соизмеримую с диаметром электрода. По допусковой нагрузке на электрод, будет задаваться частота следования импульсов. Помимо этого, предел регулирования зависит от технологических свойств самой дуги. Форма импульса тока находится в зависимости от постоянного времени столба дуги, которая показывает время запаздывания процессов протекающих в столбе относительно его размеров.

С технологической стороны форма импульса влияет на условия защиты зоны сварного шва. Крутой передний фронт импульса обеспечивает быстрое нарастание тока, а более пологий срез импульса (задний фронт) позволяет исключить эффект «захлопывания» столба. Возможность плавно управлять частотой следования импульсов. Возможность управления длительностью импульсов.

На основании предварительного анализа параметров импульсного режима дуги, по литературным данным можно определить ориентировочно их следующие величины: Ток импульса должен находиться в диапазоне от (120... 200 А). Частота следования импульсов от нескольких сотен герц до десятков килогерц. Длительность импульса не должна превышать 500 мкс. Форма импульса должна быть близка к прямоугольной. Дежурный ток дуги составляет порядка 20 А.

Вывод по главе

Во второй главе, были сформулированы технические требования, на основании которых производилась дальнейшая разработка системы импульсного питания и была сформирована функциональная схема процесса.

3 Разработка функциональной схемы модулятора импульсов сварочного тока

В соответствии со сформулированными требованиями, была разработана функциональная схема модулятора импульсов сварочного тока (рисунок 10), обеспечивающая управление технологическим процессом по алгоритмам, представленным в главе 2.

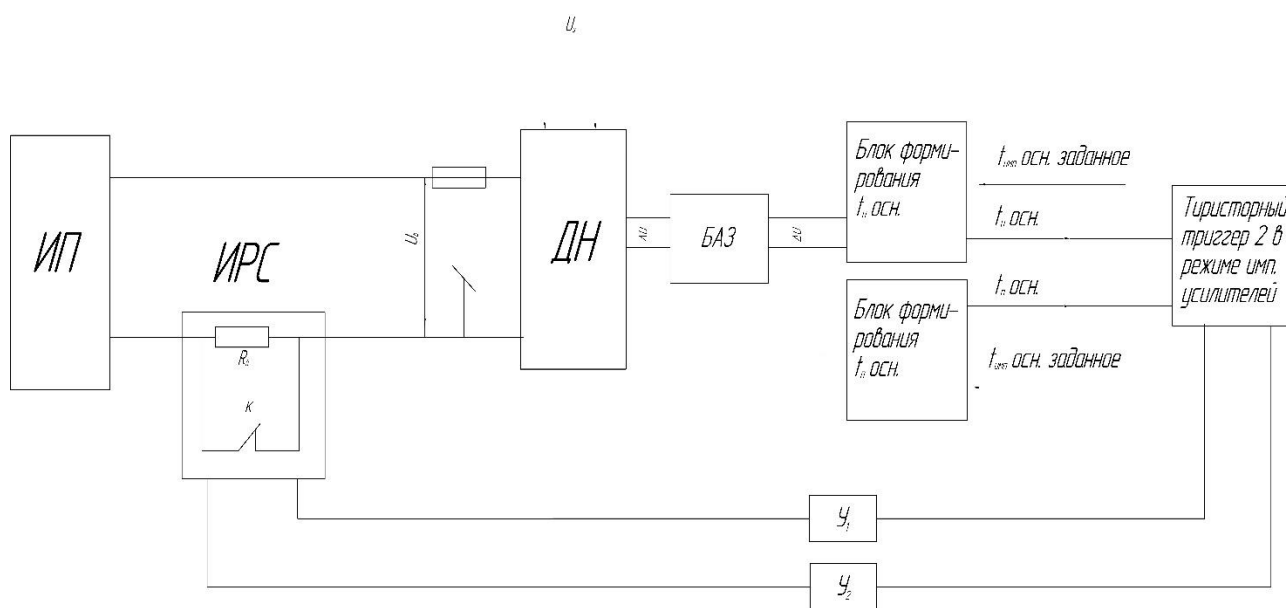


Рисунок 10 – Функциональная схема

На рисунке 10 предоставлена функциональная схема модулятора импульсов сварочного тока, где у нас есть источник питания постоянного тока, с внешней крутопадающей вольтамперной характеристикой. ИРС – импульсно регулируемое сопротивление. ДН – датчик напряжения, для сравнения напряжения на дуговом промежутке U_2 с заданным напряжением U_3 . Блок формирования длительности основного импульсов $t_{н.осн.}$. Блок формирования длительности основной паузы $t_{п.осн.}$. Тиристорный триггер в режиме импульсных усилителей. $У_1$, $У_2$ усилители. БАЗ – блок абсолютных значений.

Импульсно – регулируемое сопротивление состоит из тиристорного ключа К и сопротивления R_6 . При разомкнутом ключе К, ток протекает через это

сопротивление, примерно равный $(5...30) A$. Время разомкнутого ключа соответствует времени паузы. При замыкании ключа K , ток определяется характеристикой источника питания и время замкнутого ключа соответствует времени прохождения импульса

Так как U_d может иметь как положительный, так и отрицательный знак после прохождения датчика напряжения, то после прохождения блока абсолютных значений, знакопеременная величина становится положительной для того, чтобы запустить блок формирования основного импульса, который в свою очередь запускает тиристорный триггер. Тиристорный триггер отвечает за регулирование основной паузы и запуска импульсных усилителей, в зависимости от того удлинилась ли сварочная дуга, и соответственно напряжение увеличилось или же наоборот.

Вывод по главе

Анализ процесса сварки в аргоне ее достоинства, недостатки и применяемого оборудования показал, что рассмотренные процессы и оборудование не дают возможность реализовать автоматическое управление критической массой в процессе орбитальной сварки.

В дальнейшем, целью работы будет являться разработка оборудования импульсного питания с технологией обратной связи, неплавящимся электродом.

Для этого нужно будет решить ряд задач:

3. разработка принципиальной электрической схемы с функцией автоматического регулирования импульсов;
4. разработка экспериментальной установки.

4 Разработка принципиальной электрической схемы

4.1 Разработка силовой части

На рисунке 11 представлена схема принудительной двухступенчатой коммутации, последовательного типа.

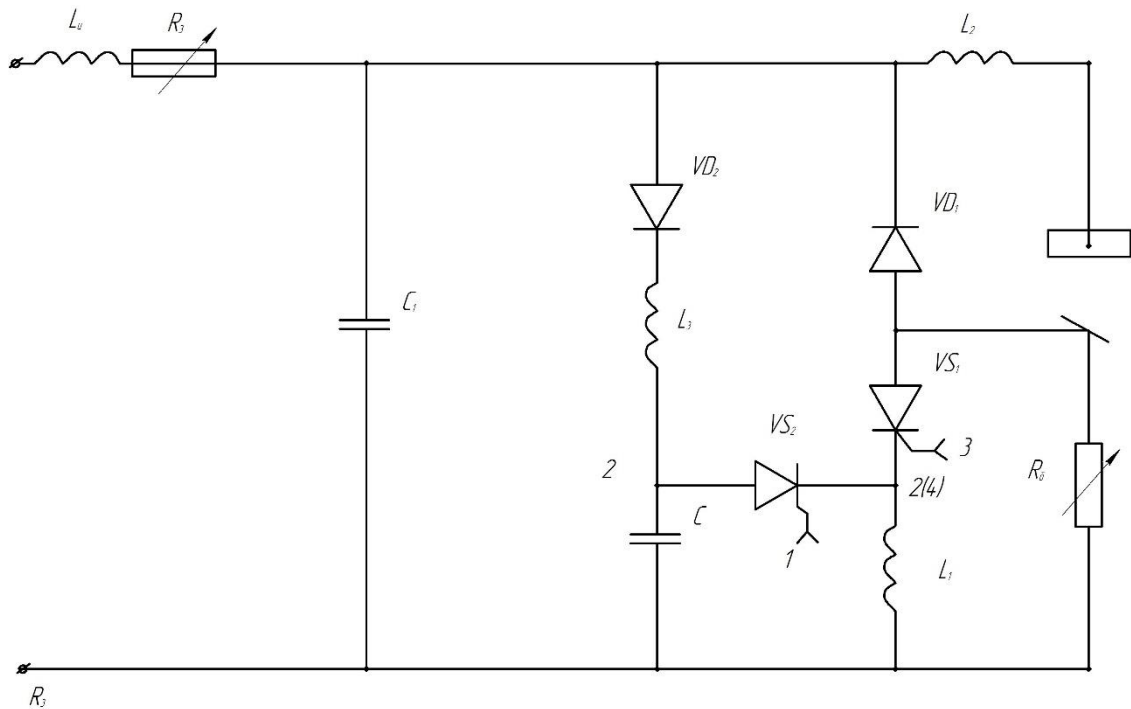


Рисунок 11 – Принципиальная электрическая схема

В этой схеме сопротивление R_6 служит для протекания «дежурного» тока во время закрытого тиристора VS_1 . L_u и R_3 – индуктивность обмоток и эквивалентное сопротивление сварочного источника соответственно, которые обязательно должны учитываться при рассмотрении электромагнитных процессов в модуляторе. Эпюры токов и напряжений характеризующие процессы, происходящие в модуляторе, приведены на рисунке 12.

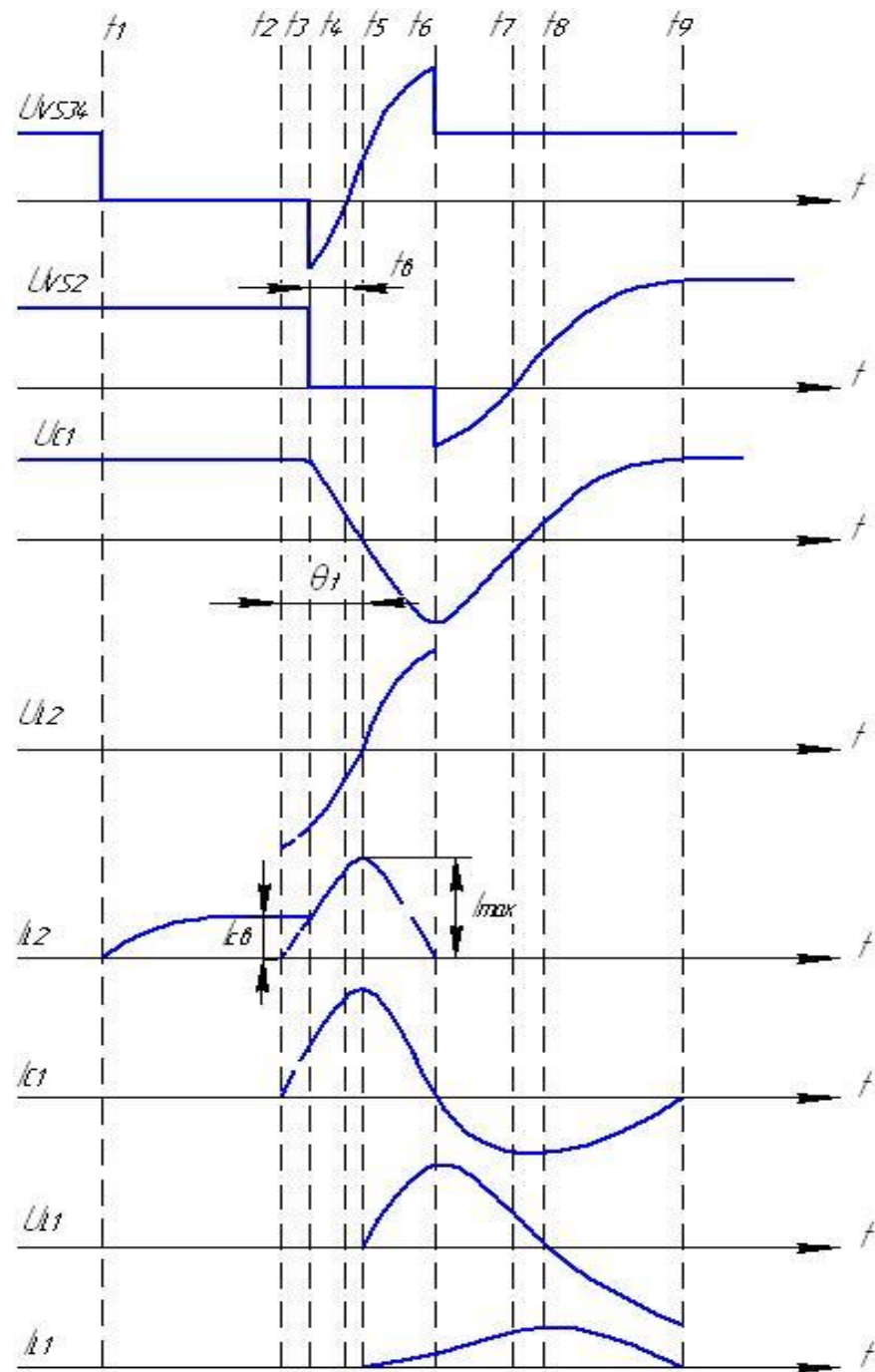


Рисунок 12 – Эпюры токов и напряжений

Для анализа процессов в схеме принудительной коммутации на протяжении одного периода разобьем его на этапы. Первый этап начинается в момент включения вспомогательного тиристора VS_2 и характеризуется протеканием импульса обратного тока через находящийся во включенном состоянии силовой тиристор VS_1 . Так как нагрузка шунтирована в обратном направлении диодом VD_1 это время пренебрежительно мало. На втором этапе происходит

резонансная перезарядка C по цепи $VS_2 - L_1$ (интервал времени $t_3 - t_6$). Энергия дросселя L_1 запасенная от тока нагрузки переходит в конденсатор.

На третьем этапе (интервал времени $t_6 - t_9$) коммутирующий конденсатор под действием своего напряжения и напряжения источника перезарядается до напряжения U_{C1} , которое является начальным для следующего цикла коммутации. Поскольку сварочный источник обладает сопротивлением, дополнительных мер для ограничения напряжения на конденсаторе $C1$ не требуется [8], вопрос заключается лишь в правильном подборе добротности зарядного контура.

4.2 Разработка схемы обратной связи

Блок обратной связи, показанный на рисунке 13, выполнен на базе блока абсолютных значений. Данная схема предназначена для осуществления следующих функций: контроля напряжения дуги в зависимости от пространственного положения сварочной головки и для запуска тиристорного триггера.

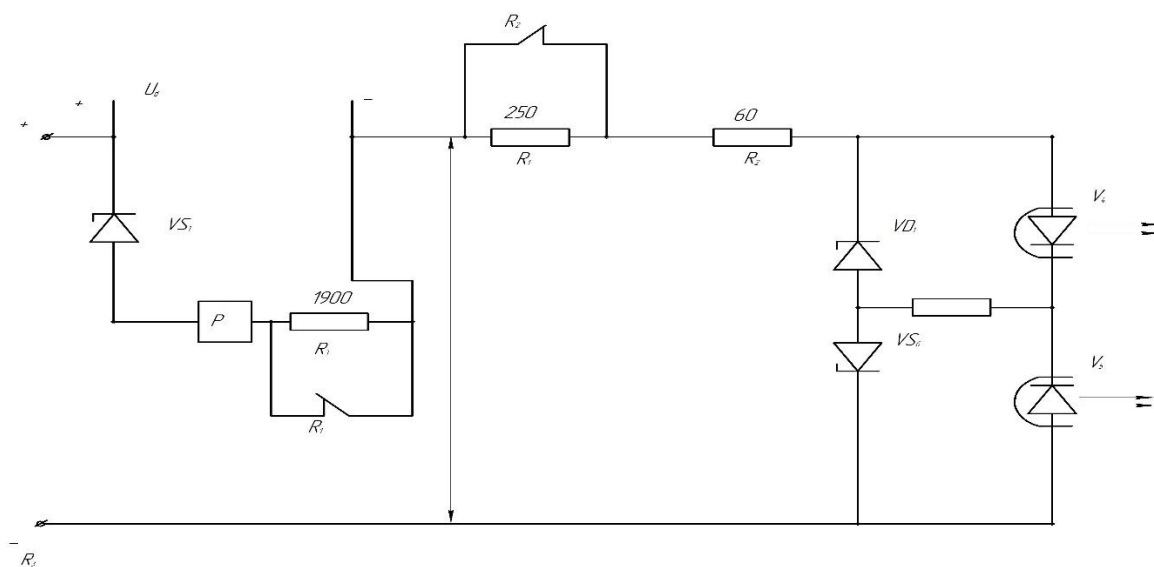


Рисунок 13 – Цепь обратной связи

Как показано на рисунке – 13, U_d и U_z имеет общую точку, со знаком «+» и разные точки со знаком «-», это означает, что на входе может быть знакопеременная величина, но после прохождения БАЗ, мы получаем положительную величину. В зависимости от того, какое напряжение будет больше, U_d или U_z сработает один из светодиодов, которые входят в устройство оптотранзисторов V_4 или V_5 , данные светодиоды запускают схему управления сварочным циклом, представленную в пункте 4.3.

На схеме также показаны два контакта реле, данное устройство предохраняет от выхода из строя элементов. В режиме холостого хода, если напряжение становится больше, напряжения стабилизации, стабилитрона VS_3 срабатывает реле и размыкает контакт, включается сопротивление R_1 и R_3 , которое ограничивается ток для предохранения элементов. Если напряжение становится меньше, чем напряжения стабилитрона VS_1 , то это означает, что напряжение падает до рабочего и контакт замыкается.

4.3 Разработка схемы управления сварочным циклом

Блок схема управления сварочным циклом состоит из тиристорного триггера, который выполнен на тиристорах VS_4 , VS_5 и однопереходных транзисторах VT_1 и VT_2 . Схема управления сварочным циклом представлена на рисунке 15.

Отпирание тиристоров VS_4 , VS_5 производится импульсом напряжения, снимаемым с сопротивлений R_9 и R_{19} соответственно [7]. На базе однопереходных транзисторов VT_1 и VT_2 выполнены релаксационные генераторы. Генератор на однопереходном транзисторе VT_1 включает сопротивление R_8 и R_9 , через которые базы однопереходного транзистора подключены к питающему напряжению и времязадающая цепь: $C_2 - R_7 - R_6 - V_1$.

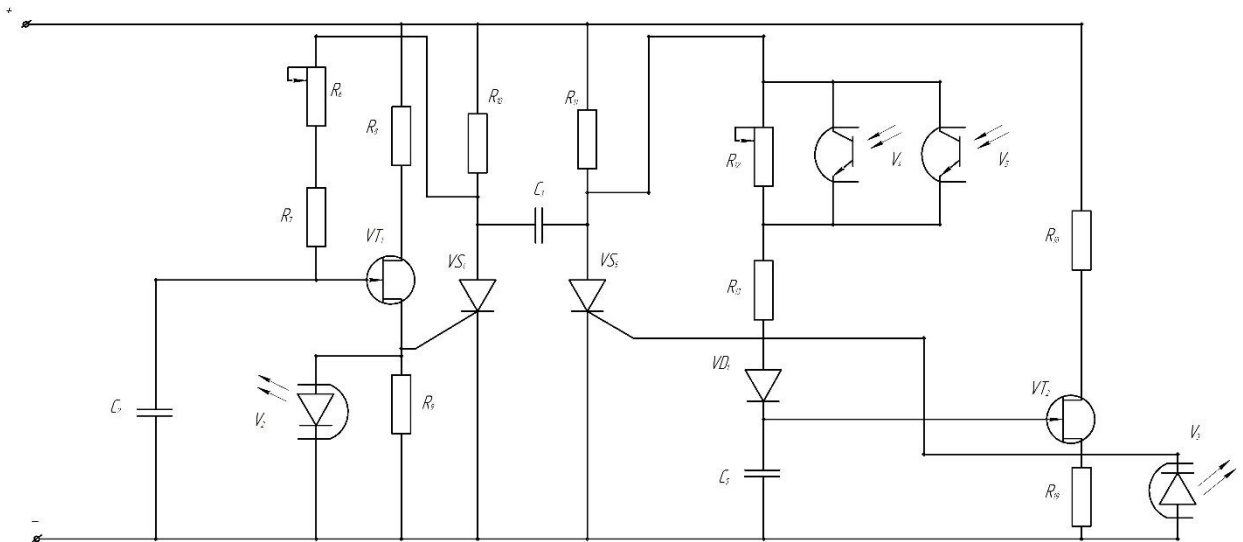


Рисунок 15 – Схема управления сварочным циклом

Питание времязадающей цепи осуществляется с анода тиристора VS4. Когда конденсатор C2 зарядится до пробивного напряжения эмиттер база 2 однопереходного транзистора VT1 происходит мгновенный разряд конденсатора C2 на сопротивление R9. Импульс с сопротивления R9 поступает одновременно на управляющий электрод тиристора VS4 и отпирает его, в результате напряжения конденсатора C3 с плюсом на левой обкладке прикладывается в обратном направлении к тиристоры VS5, который был открыт, и он при этом запирается, а напряжение с его анода подается на времязадающие линии определяющие длительность импульса сварочного тока в различных режимах и на светодиоды оптоотранзисторов V6 и V10, V6 включает импульсный усилитель U1.

Вторая половина представленной схемы, выполнена на тиристоре VS5 и однопереходном транзисторе VT2 имеет времязадающую цепь: R12 – R13 – C5. Времязадающая цепь срабатывает при коротком замыкании. Она резко ограничивает длительность импульсов сварочного тока. Импульсы напряжения, снимаемые с R19 включают VS5 и импульсный усилитель U7, который включает вспомогательный тиристор VS2 в силовой части и одновременно через оптоотранзистор V8 включает схему стабилизации на

коммутирующем конденсаторе. Схема стабилизации U_c при срабатывании через оптотранзистор V9 включает зарядный тиристор VS3.

Для управления тиристорами, как на постоянном, так и на переменном токе, в дальнейшем, целесообразно использовать релаксационный генератор, показанный на рисунке 16, выполненный на базе однопереходного транзистора VT1.

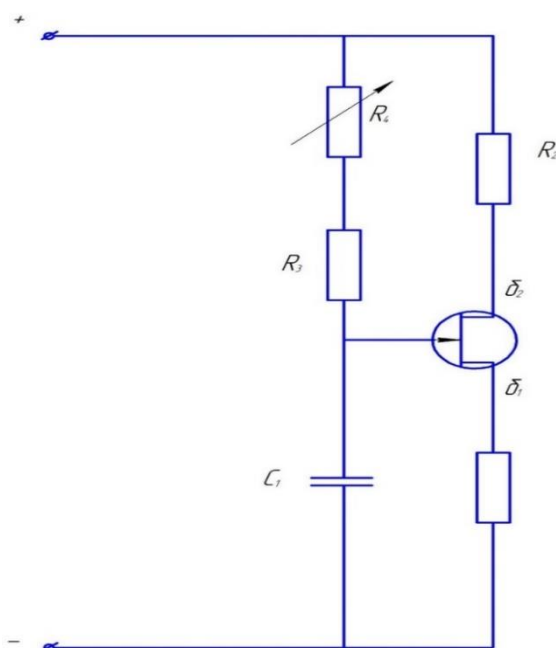


Рисунок 16 – Релаксационный генератор

Между базами прикладывается постоянное напряжение U . Если приложить напряжение между эмиттером и b_1 и величиной $U_{эб_1} = kU$; где k коэффициент передачи, происходит пробой перехода $эб_1$ и мгновенный разряд конденсатора на сопротивление R_1 , на котором при этом образуется короткий импульс напряжения.

На основании всего вышесказанного была собрана принципиальная электрическая схема рисунок 17. Схема включает в себя источник питания, силовую часть, блок обратной связи, схему управления сварочным циклом и блок управления импульсными усилителями.

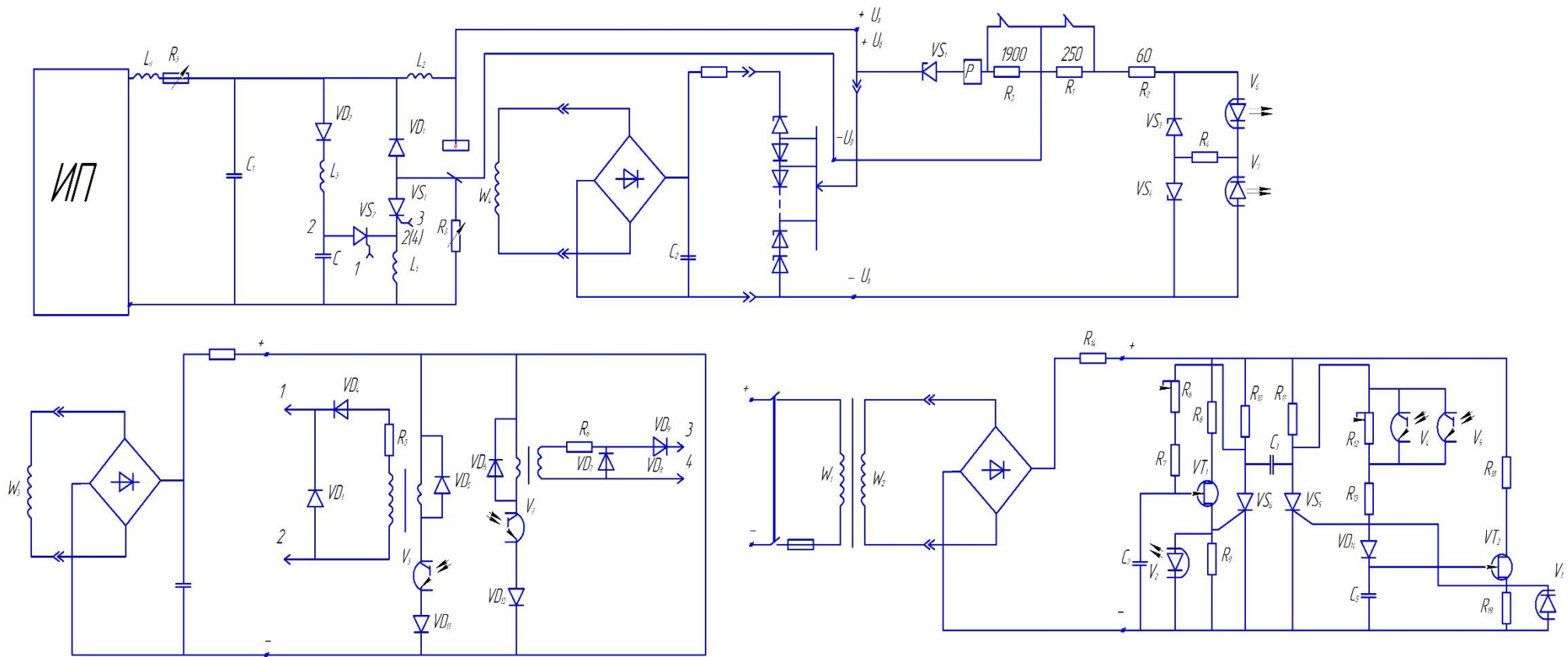


Рисунок 17 – Принципиальная электрическая схема

5 Экспериментальная часть

На рисунке 18 показана схема экспериментальной установки, которая включает в себя систему блоков автоматического регулирования процессом сварки «БАРС», предназначен для управления автоматической сваркой обеспечивает стабилизацию, программное управление сварочным током и скорость сварки. БАРС также включает в себя пульт управления. Была взята сварочная головка ОКА.1845, которая изначально шла в комплекте и источником питания ДС200А.33А и блоком управления САУ4.33. По выше изложенным причинам в главе 1 п. 1.7, о недостатках современного оборудования для орбитальной сварки, отказались от данного источника питания и использовали только сварочную головку.

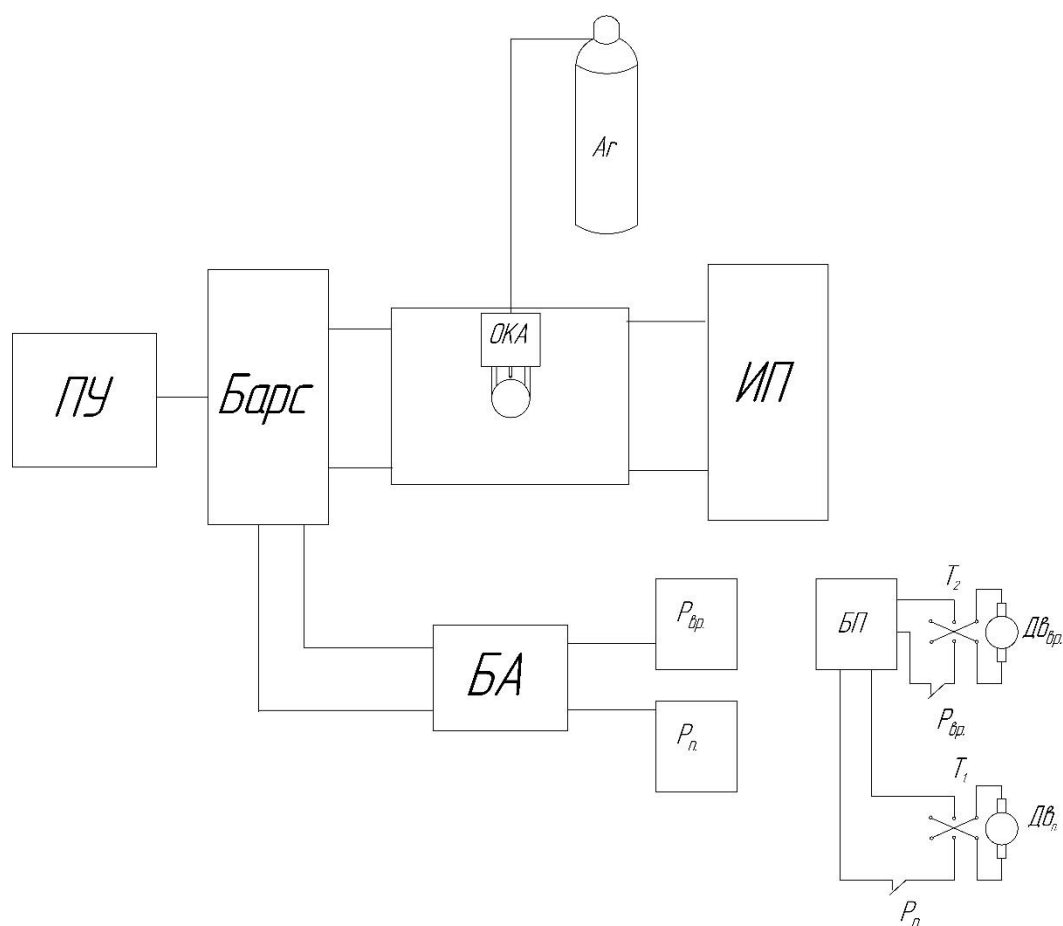


Рисунок 18 – Экспериментальная установка

Сама сварочная головка имеет два прецизионных двигателя, для того чтобы согласовать ее с импульсным источником и блоком автоматического управления сварочного процесса, был применен блок адаптации.

С пульта управления производится запуск сварочного процесса, БАРС выдает сигнал о скорости сварки, сигнал поступает на блок адаптации, который в свою очередь включает реле вращения $P_{вр}$. далее срабатывает блок питания, запускается двигатель $D_{вр}$. и происходит вращение сварочной головки. Смену направления вращения сварочной головки, можно осуществлять заранее, изменяя положение тумблера T_2 . Аналогичным образом запускается двигатель подачи $D_п$. и осуществляется подача проволоки.

Эксперимент проводили на заготовках из стали 20, диаметром 42 мм и толщиной 5 мм. Разделка кромок V – образная, притупление 2 мм, зазор между заготовками 1 мм. Сварка корневого слоя осуществлялась без присадочного материала. На рисунке 19 представлен вырезанный фрагмент, двух сваренных заготовок, после прохождения обработки.



Рисунок 19 – Образец после сварки

В результате эксперимента получился качественно сформированный сварной шов, без явного нарушения при визуальном осмотре, то есть не наблюдается провисания и натекания сварочной ванны. На данном этапе, разработанным способом можно сваривать заготовки диаметром до 60 мм.

Выводы по главе

В данной главе была сформирована схема экспериментальной установки, рассмотрены основные элементы и принцип работы. Также был проведен эксперимент, который подтвердил возможность управления критической массой сварочной ванны при орбитальной сваре. Рассмотренное оборудование, обеспечивает автоматическое управление формирования корневого слоя сварного шва.

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Никифоров Д.С.

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01- Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.
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 трудоёмкости 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. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	И.В. Подопригора	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Никифоров Д.С.		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Объектом исследования в моей работе является «дуговая орбитальная сварка неплавящимся электродом в защитной среде аргона», выполняемая в рамках научно-исследовательской работы для организации. Основная задача работы состоит в том, чтобы разработать систему импульсного питания сварочной дуги с автоматическим управлением формы сварного шва.

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

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

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка импульсной системы питания сварочной дуги с автоматическим управлением формы сварного шва» 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, в которой происходит автоматическое регулирование в процессе сварки с учетом состояния сварочной ванны.

В данном случае сегментирование целесообразно провести по критерию энергоэффективности, таблица 1.

Таблица 1 – Сегментирование рынка

Технологические показатели качества сварного соединения	Показатели			
		Низкий показатель	Средний показатель	Высокий показатель
Качество сварного шва	3	2	1	
Скорость сварки	3, 2	2	1	
Производительность	3, 2	3, 2	1	

где 1 – Автоматическая орбитальная сварка с автоматическим управлением формы сварного шва;
 2 – Аргодуговая сварка;
 3 – Ручная дуговая.

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. орбитальная сварка с автоматическим управлением формы сварного шва, как видно из сегментирования, хороший способ сварки, который может получать качественные сварные соединения.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В таблице два приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 2 - Оценочная карта

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							

Продолжение таблицы 2

Удобство в эксплуатации	0,1	3	4	3	0,5	0,2	0,3
Затраты на сварочные материалы	0,2	5	5	4	1	0,2	1
Качество сварного соединения	0,1	5	5	3	0,5	0,3	0,1
Экономические критерии оценки							
Цена	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,25
Препологаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,3
Конкурентно-способность работы	0,25	5	5	3	1,25	0,5	1
Итого	1	28	26	21	5	2,35	3,75

где Бф – Автоматическая орбитальная сварка с автоматическим управлением

формы сварного шва;

Бк1 – Аргонно-дуговая сварка;

Бк2- Ручная дуговая сварка.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Итогом данного анализа является то, что метод предложенный в дипломе эффективнее, чем методы конкурентов. У разрабатываемого метода, итоговое количество баллов получилось больше, чем у конкурентов.

6.1.3 SWOT – анализ

В таблице 3 подробно рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, возможности проекта и угрозы при выполнении данной задумки.

SWOT-анализ — это универсальный метод, который применяется в самых разнообразных сферах экономики и управления. Его можно адаптировать к объекту исследования любого уровня.

Таблица 3 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые стороны
Широкая область применения	Развитие новых технологий
Отсутствие конкурентов на рынке Наличие бюджетного финансирования. Использование современного оборудования Актуальность проекта Наличие опытного руководителя	Перенастройка оборудования Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности	Угрозы
Получение качественных сварных Соединений Возможность применения в массовом производстве Повышение стоимости конкурентных разработок	

В таблице 4 приведены мероприятия, которые необходимо провести в ближайшее время для достижения максимальной выгоды, а в таблице 5

мероприятия, которые необходимо провести через год и через пять лет соответственно, таблица 6.

Таблица 4 – Мероприятия, которые необходимо провести сейчас

	Ресурс, человек/час	Влияние (0-5)
Повышение квалификации персонала	200	4
Привлечение ВУЗов партнеров, для развития исследования	300-500	5
Улучшение технологии	500-700	5

Таблица 5 – Мероприятия, которые необходимо провести через год

	Ресурс, человек/час	Влияние (0-5)
Уменьшение габаритов Установки	400	3
Привлечение финансирования для развития технологии	500	4
Улучшение технологии	500-700	5

Таблица 6 – Мероприятия, которые необходимо провести через 5 лет.

	Ресурс, человек/час	Влияние (0-5)
Введение нашей установки на предприятие	200	5
Привлечение финансирования для развития технологии	500	4
Улучшение технологии	500	5

6.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологическая матрица в таблице 7 основана на подборе возможных решений для отдельных частей задач и последующем систематизированном получении их сочетаний отдельных решений задач. Это комплексный методический прием обучения, в котором проблема раскладывается на ее компоненты,

Таблица 7- Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Диаметр сварочной проволоки, мм	1	1	1
Б. Марка электрода	Св-08Г2С	Св-10Г2С	Св-04Х19Н9
В. Плазмообразующий газ	Ar (высший сорт)	Ar (Сорт 1)	-
Г. Стабилизирующий газ	Ar (высший сорт)	Ar (Сорт 1)	-
Д. Защитный газ	Ar	CO ₂	Ar + CO ₂

Возможные варианты решения технической задачи:

A1B1B2Г2Д3 – В первом случае, сварка низкоуглеродистых сталей при малых затратах на материал.

A2B2B2Г2Д3 – Во втором случае, низкоуглеродистых или низколегированных сталей при малых затратах материал.

A3B3B1Г1Д1 - В третьем случае, сварка хромистых (нержавеющих) сталей аустенитного класса, с повышенными требованиями к материалу

6.3 Планирование научно-исследовательских работ

6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

В таблице 8 приведен перечень основных этапов по созданию проекта и распределение их между участниками.

Таблица 8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Вывод по цели	Научный руководитель, студент

6.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5}, \quad (15)$$

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

$t_{минi}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения.;

$t_{маxi}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения.

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (16)$$

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

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

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

6.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (12)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (17)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

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

Все рассчитанные значения вносим в таблицу 9. После заполнения таблицы 9 строим календарный план-график, таблица 10. 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 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожи}$, чел-дни									
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук.-студ.	1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Студ.-рук.	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Студент	10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студ.-рук.	3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Студент	2	3	3	3	5	5
Проведение расчетов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студент	7	8	8	10	11	11
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студ.-рук.	2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студент	3	3	3	4	4	4

Таблица 11- Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение проекта	Руководитель	3	■										
2	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	2	■	▨									
3	Поиск и изучение материала	Студ.-рук.	2		▨									
4	Выбор направления дований	Руководитель	2		▨									
5	Календарное планирование	Руководитель	3			▨								
6	Изучение литературы по теме	Студент	15				■							
7	Подбор нормативных актов	Студ.-рук.	5				■	▨						
8	Изучение установки	Студент	6					■						
9	Моделирование плазмотрона	Студент	3						■					
10	Изучение результатов	Студент	3							■				
11	Проведение расчетов по теме	Студент	10								■			
2	Анализ результатов	Студ.-рук.										■	▨	
3	Вывод по цели	Студент											■	

6.3.4 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) 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, а также амортизация на специальное оборудование.

В качестве специального оборудования выступает источник питания PS 164-2.

Был произведён расчёт амортизации на специальное оборудование: цена объекта 30000, срок полезного использования 5 лет

$$N_a = \frac{1}{T} \cdot 100\% = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

$$A_M = \frac{30000 \cdot 0,2}{12} = 500 \text{ р.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления 500р.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Источник питания	1	-	-	30	-	-	46	-	-
Итого:								46	-	-

6.3.5 Основная 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 таблице 12.

Таблица 12 - Расчет основной заработной платы

Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
Анализ актуальности темы	Студ.-рук.	1	1	1	4,4			5	5	5
Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	1	1	1	4,4			5	5	5
Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	3,6			4	8	8
Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
Изучение литературы по теме	Студент	10	10	10	0,8			8,9	8,9	8,9
Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	3	4	4	4,4			14,8	19,7	19,7
Изучение установки	Студент	4	6	6	0,8			3,6	5,4	5,4
Модернизация установки	Студент	2	3	4	0,8			1,8	2,7	3,6

Анализ результатов	Студ.-рук.	2	2	2	4,4	9,8	9,8	9,8
Вывод по цели	Студент	3	3	3	0,8	2,7	2,7	2,7
Итого:						71,6	83,2	84,1

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).

$$Z_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (18)$$

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 50400 рублей, а студента 31000 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (19)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Таким образом, заработная плата руководителя равна 53760 рублей, студента – 35504 рублей.

6.3.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2016 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 2019 году водится пониженная ставка – 28%.

Таблица 13 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	48000	57000	57000	57000	68000	6840
Студент-	31700	27200	28100	3804	3264	3372
Коэффициент отчислений	0,271					
Итого						
Исполнение 1	24190,5 руб.					
Исполнение 2	25556,4 руб.					
Исполнение 3	25829,5 руб.					

6.3.7 Накладные расходы

Принятое понятие накладных расходов подразумевает траты, которые нельзя отнести непосредственно к технологическим процессам производства, сопровождающие процесс производства, но не входящие в стоимость работы и сырья. Другое название накладных расходов – косвенные издержки. Из указывают при планировании и составлении смет как фирмы в целом, так и отдельных структурных подразделений.

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum \text{статей} \right) \cdot K_{\text{нр}} ,$$

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: $Z_{\text{накл}} = 35914,4 \cdot 0,16 = 57474,29$ руб.

6.3.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджетных затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	37353	36720,5	36636,5	Пункт 6.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	46000	46500	47000	Пункт 6.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	79700	84200	85100	Пункт 6.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9564	10104	10212	Пункт 6.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24190,5	25556,4	25829,5	Пункт 6.3.4
6. Накладные расходы	57249,2	43452,9	47324,5	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	415056,7	315033,8	343102,5	Сумма ст. 1- 6

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (21)$$

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).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{115712,32}{137460} = 0,84,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{135866,16}{137460} = 0,99,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{137460}{137460} = 1.$$

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (22)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки,;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 15.

Таблица 15 – 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 ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}}, \quad (23)$$

$$I_{исп1} = \frac{4.5}{0,96} = 4.7;$$

$$I_{исп2} = \frac{3.6}{1} = 3.6 ;$$

$$I_{исп3} = \frac{4.1}{0.9} = 4.5 .$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из

предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп\ i}}{I_{исп\ max}} \quad (24)$$

В таблице 16 можно наблюдать, что первое исполнение, уступает двум другим только по интегральному показателю разработки. Связано это с тем, что максимальная стоимость исполнения немного больше в сравнении с двумя другими.

Таблица 16 - Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	1	0,9
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,6	4,1
Интегральный показатель эффективности	4,7	3,6	4,55
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.

Выводы

В ходе выполнения экономической части квалификационной работы проведены оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, SWOT-анализ, благодаря которым была доказана целесообразность применения данной разработки и её конкурентоспособность.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Никифоров Д.С.

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Система импульсного питания сварочной дуги с автоматической подачей импульсов сварочного тока, которая позволяет активно управлять формированием шва, в зависимости от положения сварочной горелки</p>
<p>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ[5], ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ[6], ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ[7], ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ[8], СанПиН</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ul style="list-style-type: none"> – Повышенная температура или влажность воздуха помещения; – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Недостаточная освещённость рабочей зоны; – Наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением. – Движущиеся часть установки для сварки неплавящимся электродом – Использование газа аргон в баллоне под давлением в закрытом помещении; – Наличие вредного излучения при процессе сварки; – Повышенная температура поверхностей оборудования и деталей.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<ul style="list-style-type: none"> – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Повышенная температура или влажность воздуха помещения; – Повышенный уровень вибрации; – Недостаточная освещённость рабочей зоны;

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	– Наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением. – Повышенная температура поверхностей оборудования.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	По п.п. 3.1., 3.3: Люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.09. 2010 №681. По п.3.1.: оценить масштабы уменьшения выбросов ЭВ от возможной экономии электроэнергии на рабочем месте. По п.3.3.: дать схему обращения твердых отходов от рабочего места согласно Постановлению Администрации г. Томска от 11.11.2010.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	– Пожар является возможной причиной чрезвычайной ситуации. Одной из причин возникновения пожара является нахождение рабочей зоне баллона под давлением.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	– Правовые нормы трудового законодательства; – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин В.Ф.	д.т.н. проф.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Никифоров Д.С.		

7 Социальная ответственность

Объектом исследования в выпускной квалификационной работе является «орбитальная сварка неплавящимся электродом в среде аргона», выполняемая в рамках научно-исследовательской работы для организаций. Основная задача работы состоит в том, чтобы разработать систему импульсного питания сварочной дуги с автоматическим управлением формы сварного шва.

Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники отделения электронной инженерии ИШНКБ ТПУ. Также потенциальными потребителями результатов разработок будут предприятия, направления деятельности которых связаны с котельным оборудованием, ТЭС, АЭС .

Основная задача работы состоит в том, чтобы разработать систему импульсного питания сварочной дуги с автоматической с подачей импульсов сварочного тока, которая позволяет активно управлять формированием шва, в зависимости от положения сварочной горелки.

В данном разделе была задача исследовать вредные и опасные факторы на человека и окружающую среду, разработать мероприятия по предотвращению данных факторов и чс.

7.1 Профессиональная социальная безопасность

7.1.1 Анализ вредных и опасных факторов который может создать объект исследования

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также

температуры окружающих поверхностей. В таблице 17 [9] приведены опасные и вредные факторы при эксплуатации процесса сварки.

Таблица 17 – Опасные и вредные факторы при эксплуатации процесса сварки магнитоуправляемой дугой

Источник фактора, наименования видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проведение сварочных работ: Сварка труб; Проведение ремонтных работ по заварке дефектных мест.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях; 2) Превышение уровня шума; 3) Повышенная яркость света; УФ-излучение; 4) Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; 5) Недостаточная освещенность 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Электрический ток 2) Баллоны сжатым газом 3) Движущиеся машины и механизмы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования брызги расплавленного металла 	ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ[5], ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ[6], ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ[7], ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ[8], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278– 03[9], СанПиН 2.2.4.548–96[10], СН 2.2.4/2.1.8.562–96[11], СН 2.2.4/2.1.8.566–96[12], СП 52.13330.2011[13], СанПиН 2.2.2.540-96[14]

При эксплуатации данного способа сварки и предлагаемого процесса на работающих действуют следующие опасные и вредные факторы:

1. чрезмерная запыленность и загазованность воздуха в результате конденсации паров расплавленного металла, защитного газа и т.п.;
2. повышенная температура поверхностей материалов и воздуха в рабочей зоне.
3. воздействие потока ультрафиолетовых частиц, на облучение реагирует весь организм, наступают нарушения деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем.

4. излишняя яркость при сварке, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация;
5. шумовое поражение, при работе вентиляторов, сварочных трансформаторов и др.;

Влажность воздуха – это фактор, который в большой степени зависит от температуры [10]. Если в помещении нет специальных увлажнителей воздуха, то чем выше температура, тем суше будет воздух. В меру влажный воздух (мера=40-60%) создаст комфортные условия для работ и отдыха.

Отклонения показателей микроклимата в производственных помещениях регулируются системой водяного центрального отопления в холодный период года, естественной вентиляцией воздуха, а также кондиционированием и дополнительным прогревом.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005-88) [11]

Период года						влажность, %		движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		Пост	Не пост	Пост	Не пост				
Холодный	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	0,2
Теплый	22-24	28	30	21	19	40-60	60	0,2	0,1-0,3

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–81 [12]. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели системы импульсного питания сварки в динамическом режиме. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень шума не должен превышать 60 ДБА, ГОСТ 12.1.003-2014.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

1. Изоляции источников шумов;
2. Проведение акустической обработки помещения;
3. Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок.

Подходящие освещение рабочего места имеет большое значение на производительность и безопасность рабочего процесса. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк (СНиП 23-05-2010).

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

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

является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения оказывает вредное воздействие на человека. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли. Способы устранения: Интенсивность теплового излучения в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное) на постоянных рабочих местах не должна превышать допустимых величин, приведенных в таблице 19 [13].

Таблица 19 – Влияние спектра излучения на ПДК

Области спектра	Длина волны, мкм	ПДК Вт/м ²
Ультрафиолетовое	0,22-0,28	0,001
	0,28-0,32	0,05
	0,32-0,4	10
Инфракрасное	0,76-1,4	100
	1,4-3	120
	3-5	150
	более 5	200

Для защиты лица сварщика во время выполнения сварочных операций закрывается щитком, в смотровое отверстие которого вставлен светофильтр по ГОСТ 12.4.080-79 [14].

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

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

Утечка аргона из баллона может способствовать наступлению смерти от удушья. Это может быть связано значительным снижением в воздухе объема кислорода в замкнутом пространстве. Если объем аргона в воздухе будет превышать 70% (РЗ), 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.

7.2 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды занимает важнейшее место в человеческой деятельности. Во время работы различных устройств присутствует загрязнение окружающей среды, обусловленное выделением тепла и твердыми отходами.

На предприятиях используются люминесцентные лампы, которые содержат в себе опасные для организма человека вещества. Поэтому данные лампы следует утилизировать на специализированные предприятия. А также скапливается бытовой мусор, который необходимо вывозить для утилизации. Для этого необходимо составлять договоры на вывоз бытового мусора. Создание отдельных контейнеров для мусора, которые будут предназначены для различных целей в зависимости от утилизируемого мусора.

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

При проведении исследования была выявлена возможная ЧС, это пожар, аргон – вещество негорючее, но при нагревании происходит повышение давления, что может привести к взрыву.

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 77 в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.
2. Курить только в отведенных для курения местах.
3. Проверять уровень нормы газа аргона в помещении, проветривать помещение.
4. В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу.
5. Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов.

7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Требования к размещению машин для сварки, организации рабочих мест и к помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86 [15].

1. Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями.
2. Ширина проходов между установками должна быть, для точечных и шовных машин не менее 3 м, при расположении машин тыльными сторонами друг к другу - не менее 1 м.
3. Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.
4. Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2.м.
5. Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты

6. Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств.
7. Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.
8. При выполнении автоматической сварки на установке, сварочная головка которой расположена на высоте более 1,6 м от уровня пола, должна быть предусмотрена рабочая площадка для оператора. Площадка должна иметь неэлектропроводное покрытие и ограждение в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.059-89.
9. Рабочие сварочных профессий должны быть обеспечены спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

Заключение

В результате проделанной работы, был проведен анализ современного состояния оборудования для орбитальной сварки, который показал недостатки данного оборудования. Была найдена основная проблема при орбитальной сварке, а именно проблема управления критической массой сварочной ванны. Исходя из данной проблемы, было разработано оборудование импульсной системы питания сварочной дуги с автоматическим управлением формы сварного шва.

Также был проведен эксперимент с двумя образцами труб, сваренными разработанным оборудованием. Результат эксперимента показал, что проблему управления критической массой сварочной ванны можно решить приименными технологиями.

Результаты работы показали, что данную технологию можно продолжать исследовать, делать более надежной, более выгодной с экономической с экономической стороны.

Список используемой литературы

1. Васильева В.И. Введение в основы сварки / В.И. Васильева, Д.П. Ильященко, Н.В. Павлова. – Т., 2010. – 338 с.
2. Махлин Н.М., Коротынский А.Е., Богдановский В.А., Омельченко И.А., Свириденко А.А. Одно- и многопостовые системы автоматической сварки неповоротных стыков трубопроводов атомной электростанции // Автоматическая сварка. – 2011. – №11. С.34 – 43.
3. Герцкин О.Б., Вышемирский Е.М. Опыт разработки и применение современных отечественных технологий и оборудования для автоматической орбитальной сварки магистральных газопроводов // Сварка и диагностика. – 2010. – №4. С.51-57.
4. Chiung-Hsin T., Kuang-Hua H., Han-Tung C., Fuzzy control of pulsed GTA welds by using real-time root bead image feedback // Journal of Materials Processing Technology. – 2006. – С. 158–167.
5. Герцкин О.Б., Ерофеев В.А., Плосков С.И. Моделирование процесса переноса электродного металла при сварке с короткими замыканиями // Автоматическая сварка. – 2009. – №2. С. 16-20.
6. Ерохин А.А. Основы сварки плавлением. «Машиностроение», 1973. 448с., С. 334-345
7. Славин Г.А., особенности дуги питаемой кратковременными импульсами тока // Сварочное производство. – 1967г. – №2. – С. 3-5.
8. Бертинов А.И., Мизюрин С.Р., Сериков В.А., Геворкян Р.Л. Энергетика процесса заряда конденсатора от генератора переменного тока через выпрямитель. // Электричество. – 1967. - №8.- С. 54-61.
9. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77). “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.”
- 10.ГОСТ 12.1.005-88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.”
11. ГОСТ 12.1.003-83 “Шум. Общие требования безопасности.”

12. Правила устройства электроустановок, ПУЭ, утвержденные Министерством энергетики России от 08.07.2002, №204, Глава 1.7.
13. ГОСТ 12.1.004-91, СС5Т “Пожарная безопасность. Общие требования.”
14. СП 9.13130.2009 “Техника Пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.”
15. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 6е изд., переработанное и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 824 с.