

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка на базе установки УПН-303 стенда для плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом

УДК 621.791.755.5.042

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Михайлов Александр Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дедюх Р.И.	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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 **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Отделение **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	Михайлову Александру Николаевичу

Тема работы:

Разработка на базе установки УПН-303 станда для плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.11.2018, № 10357/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Процесс плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение 2. Компоновка стенда для плазменно-дуговой сварки 3. Технология плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом 4. Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Название темы, цель, задачи 2. Конструкция плазматрона 3. Принцип работы установки 4. Стабильность горения сварочной дуги 5. Менеджмент и социальная ответственность 6. Выводы по работе
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-3</p>	<p>Дедюх Р.И.</p>
<p>4</p>	<p>Подопригора И.В.</p>
<p>5</p>	<p>Панин В.Ф.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>-</p>	
<p>-</p>	
<p>-</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дедюх Р.И	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Михайлов А.Н.		

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.	Компоновка стенда для плазменно-дуговой сварки	15
07.05.2019 г.	Технология плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом	15
10.05.2019 г.	Стабильность горения сварочной дуги	15
20.05.2019 г.	Экспериментальная часть	25
22.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
21.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
30.05.2019 г.	Заключение	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дедюх Р.И.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 73 с., 12 рис., 21 табл., 10 источников.

Ключевые слова: плазменная сварка, плазменная дуга, плавящийся электрод, плазмотрон, качество, перенос металла, дуговой разряд, двухуровневый ток, плазменно- дуговая сварка.

Объектом исследования является: стенд для плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом

Цель работы – разработка стенда для плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом на базе установки УПН-303, обеспечивающий стабильное горение плазменной дуги и дуги с плавящимся электродом в условиях действия производственных возмущений.

В процессе исследования проводились исследования проблемы стабильного горения дуги.

В результате исследования было установлено, что для стабильного совместного горения плазменной дуги и дуги с плавящимся электродом в условиях действия производственных возмущений питание плазменной дуги осуществляют двухуровневой силой. Также была составлена компоновка стенда для его реализации.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: простое в изготовлении и эксплуатации оборудование, имеющий высокую надежность и широкий диапазон регулирования сварочных параметров.

Область применения: машиностроительная, строительная отрасль.

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

Оглавление

Введение.....	10
1 Обзор литературы	12
2 Компоновка стенда для плазменно-дуговой сварки.....	17
2.1 Конструкция плазматрона.....	17
2.2 Выбор источника питания дуги с плавящимся электродом и механизма подачи проволоки.....	20
2.3 Система газо- и водоснабжения плазматрона.....	23
2.4 Компоновка установки.....	23
3.Технология плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом.....	27
3.1 Принцип работы установки	27
3.2 Стабильность горения сварочной дуги.....	28
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	34
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	34
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	35
4.1.3 SWOT – анализ	36
4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	39
4.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	40
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	40
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	40
4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	41
4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	45
4.3.5 Расчет материальных затрат НТИ	45
4.3.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	46
4.3.7 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	47
4.3.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	48
4.3.9 Накладные расходы.....	49
4.3.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	50
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	50
5. Социальная ответственность	55
Введение.....	55
5.1 Техногенная безопасность.....	56

5.2 Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты (СИЗ)	57
5.3 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	57
5.4 Уровень шума на рабочем месте	59
5.5 Освещенность рабочей зоны	60
5.6 Уровень статического электричества	61
5.7 Пожарная безопасность	62
5.8 Охрана окружающей среды	65
Заключение	70
Список используемых источников	71

Введение

Важную роль в производстве сварных конструкций играет производительность процессов сварки. Наиболее производительным из них, применяемых при массовом производстве, являются такие способы, как механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитных газов, автоматическая сварка под слоем флюса и плазменно-дуговая сварка.

Первые попытки использования энергии плазменной дуги для сварки были опробованы еще в середине прошлого века. В дальнейшем были предложены некоторые принципы формирования плазменно-газового потока. В то же время в некоторых странах были разработаны и внедрены оборудование и технология для микроплазменной сварки соединений малых толщин [2].

Одним из основных трудностей того периода были несовершенные конструкции плазмотронов с малым ресурсом работы, отсутствие специализированного оборудования и опыта применения технологии. Указанные проблемы тормозили активное внедрение, а также то, что этот процесс относили к экзотическим. Большой вклад наших Российских исследователей, технологов, конструкторов обеспечили развитие этого направления и доведения процесса плазменно-дуговой сварки (наплавки) до совершенства [2-3].

Процессы плазменной сварки и наплавки находят все более широкое применение в промышленности [2-4]. Они стали альтернативой аргонодуговым процессам. В последнее десятилетие с целью повышения производительности плазменных процессов все шире используют комбинированные способы, предусматривающие применение двух и более источников нагрева в зоне сварки. Перспективным следует считать способ плазменно-дуговой сварки (наплавки) плавящимся электродом в защитных газах [2-5], при котором плавящийся электрод подается по оси плазменной дуги, а в качестве неплавящегося электрода используют водоохлаждаемый кольцевой медный анод-сопло.

Подключение плавящегося электрода к отдельному источнику питания обеспечивает сочетание свойств дуговой сварки (наплавки) плавящимся электродом и свойств сварки (наплавки) плазменной дугой. В этом случае участок вылета электрода и дуговой разряд, горящий между плавящимся электродом и изделием, окружены аксиальным потоком плазмы, создаваемым плазменной дугой. Поэтому нагрев и плавление плавящегося электрода осуществляется не только теплотой собственной дуги и Джоулевой теплотой, выделяемой проходящим током в вылете электрода, но и теплотой плазменной дуги. Благодаря этому значительно возрастает скорость плавления электродной проволоки, повышается стабильность дуги, устраняется разбрызгивание электродного металла, улучшается формирование сварных швов (наплавляемых валиков). Независимое регулирование тока плазменной дуги и дугового разряда позволяет в широких пределах управлять технологическими характеристиками процесса и тем самым получать практически бездефектные швы (наплавленные валики) при значительном увеличении скорости сварки (наплавки).

Однако промышленное использование процесса, совмещающего преимущества плазменной дуги и дугового разряда с плавящимся электродом сдерживается отсутствием выпускаемого специализированного оборудования.

Целью работы является разработка стенда для плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом на базе установки УПН-303, обеспечивающий стабильное горение плазменной дуги и дуги с плавящимся электродом в условиях действия производственных возмущений.

1 Обзор литературы

Плазменно-дуговая сварка плавящимся электродом, получившая за рубежом название плазма-МИГ сварка, занимает особое положение. Это один из наиболее прогрессивных методов дуговой сварки в защитных газах [5]. Данную технологию применяли для изготовления уникальных конструкций, в том числе ядерных реакторов [7].

Существенной особенностью процесса является то, что сварочная проволока и ее дуга окружены потоком ионизованного газа, который обеспечивает лучший контроль металла и передачу тепла к обрабатываемой детали [5].

Каждый из способов сварки имеет как определенные преимущества, так и недостатки. Создание комбинированных и гибридных технологий сопровождается совмещением технологических и других преимуществ отдельных способов сварки и сведение к минимуму недостатков. Основными задачами, стоящими перед сварочным производством, являются: повышение скорости сварки, снижение энергоемкости и материалоемкости, управление формой шва и повышение качества соединения [8].

Из существующих разновидностей процесса плазма-МИГ наиболее перспективен процесс по схеме, представленной на рисунке 1, когда в качестве неплавящегося электрода используют водоохлаждаемый кольцевой медный анод.

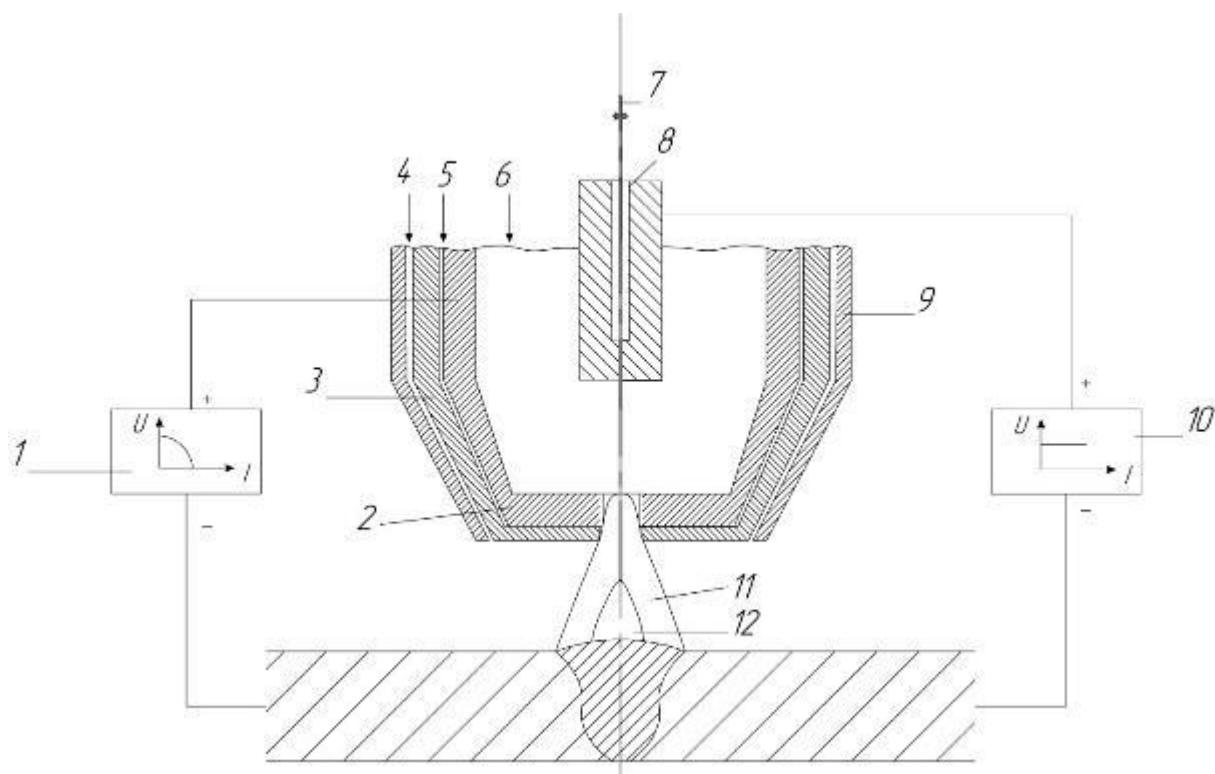


Рисунок 1 – Схема плазменной сварки плавящимся электродом (1 – источник питания плазменной дуги; 2 – водоохлаждаемый кольцевой медный анод; 3 – стабилизирующее сопло; 4 – защитный газ; 5 – стабилизирующий газ; 6 – плазмообразующий газ; 7 – плавящийся электрод; 8 – токоподводящий наконечник; 9 – защитное сопло; 10 – источник питания дуги с плавящимся электродом; 11 – плазменная дуга; 12 – дуга плавящегося электрода)

В этом случае повышается допустимый ток плазменной дуги, появляется возможность изменения вылета электрода в широких пределах, так как контактный мундштук может располагаться ближе к соплу. Так же конструкция плазмотрона упрощается, и следовательно его габаритные размеры уменьшаются. Осуществление начала процесса с возбуждением плазменной дуги с неплавящимся вольфрамовым электродом (рисунок 2) сложнее, чем при плазменной сварки плавящимся электродом.

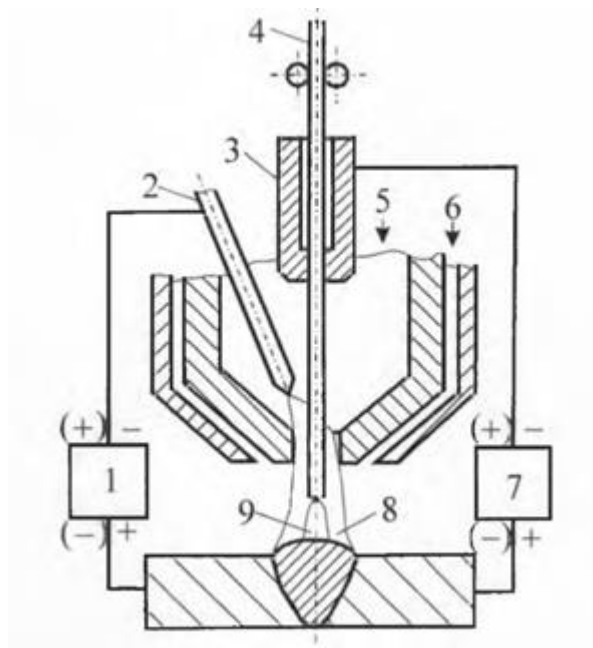


Рисунок 2 – Схема плазменной сварки плавящимся электродом с неплавящимся вольфрамовым электродом (1 – источник питания плазменной дуги; 2 – неплавящийся электрод, 3 – токоподводящий наконечник; 4 – плавящийся электрод; 5 – плазмообразующий газ; 6 – защитный газ; 7 – источник питания дуги с плавящимся электродом; 8 – плазменная дуга; 9 – дуга плавящегося электрода)

При этом, как и при других разновидностях, токоведущая электродная проволока подается аксиально в плазменную дугу и дуговой разряд между проволокой и изделием горит в окружении плазменной дуги.

Также существует еще метод который содержащего кольцевой неплавящийся электрод для формирования сжатой дуги между этим электродом и изделием, пусковой неплавящийся электрод, установленный внутри кольцевого электрода и выполненный с осевым отверстием, в котором с возможностью перемещения расположен плавящийся электрод, отличающийся тем, что первоначально высоковольтным разрядом возбуждают дугу между пусковым неплавящимся электродом и свариваемым изделием, затем возбуждают сжатую дугу между кольцевым неплавящимся электродом и изделием, после чего через упомянутое осевое отверстие в пусковом неплавящемся электроде в зону сварки подают плавящийся электрод. и

возбуждают дугу между этим электродом и изделием, и гасят дугу между пусковым неплавящимся электродом и изделием (рисунок 3) [6].

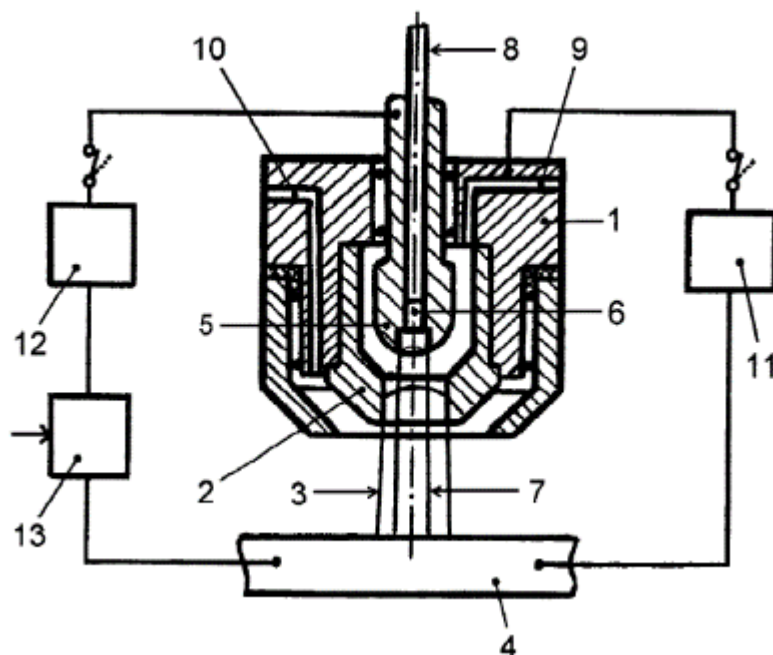


Рисунок 3 – Схема плазменной сварки плавящимся электродом с пусковым неплавящимся электродом (1 – корпус; 2 – кольцевой неплавящийся электрод; 3 – сжатая дуга; 4 – свариваемое изделие; 5 – пусковой неплавящийся электрод; 6 – осевое отверстие; 7 – дуга между 5 и 4; 8 – плавящийся электрод; 9 – канал для плазмообразующего газа; 10 – канал для защитного газа; 11,12 – источники питания постоянного тока; 13 – осцилятор)

Благодаря такому сочетанию разнородных источников нагрева возникают новые технологические эффекты, которые каждый из процессов в отдельности создать не может. Поэтому данный процесс относят к так называемым гибридным процессам сварки, повышающим эффективность сварочного производства.

При гибридном процессе плазменной сварки плавящимся электродом вследствие окружения участка вылета электрода и дугового разряда, горящего между плавящимся электродом и изделием, аксиальным потоком плазмы, создаваемым плазменной дугой, значительно возрастает скорость плавления электродной проволоки, повышается стабильность дуги, устраняется

разбрызгивание электродного металла, улучшается формирование сварных швов [5]. Независимое регулирование тока плазменной дуги и дугового разряда позволяет в широких пределах управлять технологическими характеристиками процесса и тем самым получать практически бездефектные швы при значительном увеличении скорости сварки. Однако отсутствие выпускаемого специализированного оборудования и возможное в некоторых случаях нарушение стабильности процесса сдерживают его широкое промышленное использование.

2 Компоновка стенда для плазменно-дуговой сварки

2.1 Конструкция плазматрона

Наиболее популярный плазматрон, который используется при плазменно-дуговой сварке плавящимся электродом тот у которого первоначально между неплавящимся кольцевым электродом плазматрона и изделием возбуждается плазменная дуга, по оси которой через токоподводящий наконечник в зону сварки подаётся плавящийся электрод и возбуждают дугу между этим электродом и изделием, при этом сварку ведут при совместном горении плазменной дуги и дуги с плавящимся электродом в условиях действия производственных возмущений, а питание плазменной дуги осуществляют двухуровневым током от источника питания плазменной дуги, при этом переключение силы тока с пониженного уровня на повышенный осуществляют в зависимости от величины возмущающего воздействия в момент достижения напряжения дуги с плавящимся электродом опорной величины, соответствующей критической глубине осевого погружения плавящегося электрода в плазму, а отключения силы тока повышенного уровня осуществляют в момент достижения напряжения дуги с плавящимся электродом опорной величины, соответствующей оптимальной глубине осевого погружения электродной проволоки в плазму [1].

Устройство для реализации заявляемого способа содержит (рисунок 4) плазматрон 1 (П), в котором находится неплавящийся кольцевой электрод 2 необходимый для формирования плазменной дуги 3 между ним и свариваемым изделием 4. В кольцевом неплавящимся электроде по его оси установлен токоподводящий наконечник 5, который выполнен с осевым отверстием. Плавящийся электрод 6 расположен в осевом отверстии токоподводящего наконечника 5, который перемещается с помощью подающего механизма 7 для формирования дуги 8 между плавящимся электродом 6 и изделием 4. Снаружи кольцевого неплавящегося электрода 2 установлены стабилизирующее сопло 9 и

защитное сопло 10 между которыми образуются каналы 11, 12 и 13 для подачи плазмообразующего, стабилизирующего и защитного газов. В кольцевом неплавящемся электроде 2 и стабилизирующем сопле 9 выполнены каналы для прохождения охлаждающей воды (на чертеже не показаны). К источнику питания постоянного тока с падающей внешней характеристикой 15 (ПД) подключены свариваемое изделие 4 и кольцевой неплавящийся электрод 2, а источник питания с жесткой внешней характеристикой 14 (ДПЭ) подключен к токоподводящему наконечнику 5 и к свариваемому изделию 4. К источнику 15 (ПД) подключены также усилитель управляющего сигнала 16 (БУ), который связан с блоком сравнения 17 (БС), представляющий собой электронное устройство на базе полупроводникового компаратора напряжения К554СА3 (LM311), соединенное со свариваемым изделием 4 и токоподводящим наконечником 5, а также с блоком задания опорных напряжений 18 (БОН), представляющий собой электронное устройство на базе полупроводникового управляемого стабилизатора напряжения TL783.

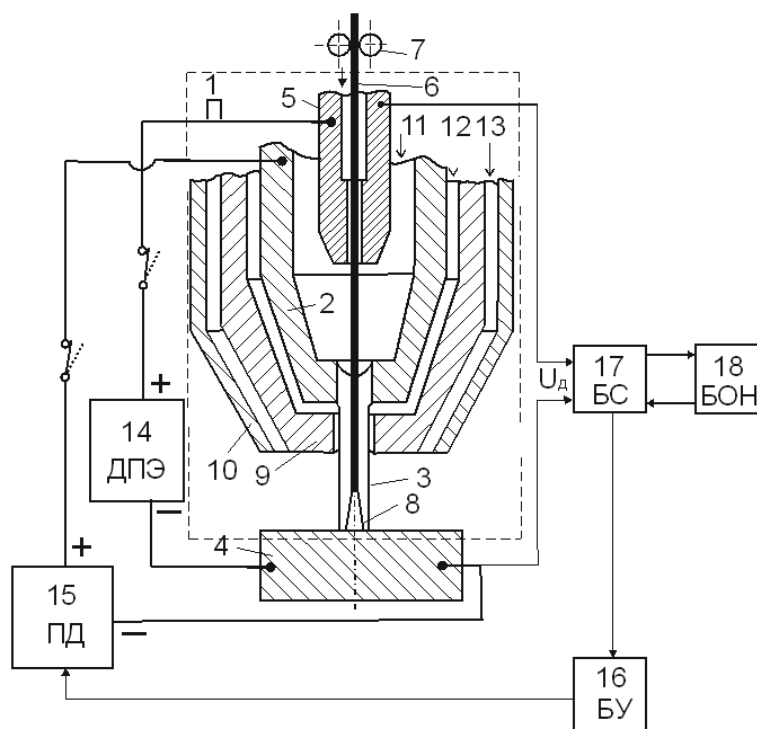


Рисунок 4 – Функциональная схема устройства для реализации способа плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом

Данный плазмотрон позволяет применять широкий диапазон режимов сварки. Его конструкция включает в себя водоохлаждаемый кольцевой медный анод и стабилизирующее сопло, токоподводящий наконечник, защитное сопло и изолирующие втулки. Данной конструкцией предусмотрена подача трех газовых потоков: плазмообразующего, стабилизирующего и защитного. Плазмообразующий газ подается в кольцевой неплавящийся кольцевой анод. Он защищает анодную область плазменной дуги от окружающего воздуха. Стабилизирующий газ подается между неплавящимся кольцевым анодом и стабилизирующим соплом и служит для стабилизации столба плазменной дуги. Защитный газ служит защитой столба плазменной дуги, дугового разряда с плавящимся электродом и зоны сварки или наплавки от окружающей воздушной среды. Его подача осуществляется через защитное сопло.

Конструкция плазмотрона предусматривает оперативную замену быстроизнашивающихся деталей – неплавящегося электрода и стабилизирующего сопла, также предусмотрено обеспечение строгой соосности плавящегося электрода с плазменной дугой, что исключает возможность нарушения стабильности процесса и аварийного выхода плазмотрона из строя во время процесса сварки или наплавки.

Глубина осевого погружения плавящегося электрода в плазму, представляющая собой расстояние от торца этого электрода до точки его входа в плазму, зависит от длины дуги с плавящимся электродом, которая пропорциональна напряжению дуги с плавящимся электродом U_d . Характер изменения этого напряжения регистрируют и сравнивают с опорным напряжением U_{01} (рисунок 5), соответствующим значению критической глубины осевого погружения плавящегося электрода в плазму. При достижении напряжения дуги с плавящимся электродом U_d значения, соответствующего величине опорного напряжения U_{01} , т.е. в момент критической глубины осевого погружения плавящегося электрода в плазму, осуществляют включение тока плазменной дуги повышенного уровня IV . По сварочной цепи начинает протекать повышенный ток, что увеличивает скорость плавления плавящегося

электрода 6 и, соответственно, напряжение U_d . При достижении напряжения дуги с плавящимся электродом U_d опорной величины U_{02} , соответствующей оптимальной глубине осевого погружения электродной проволоки в плазму, ток плазменного разряда повышенного уровня отключают [1].

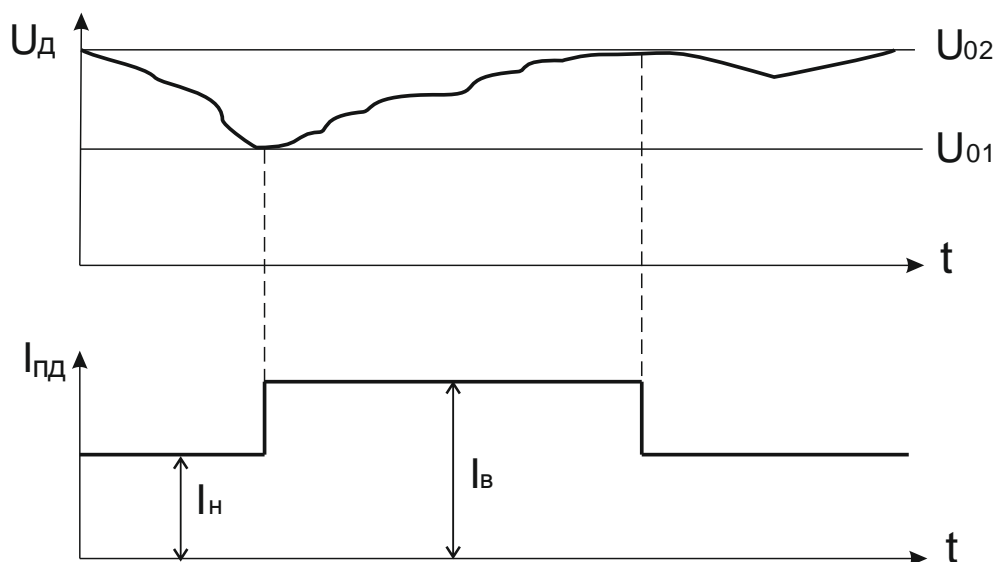


Рисунок 5 – Временные диаграммы напряжения дугового разряда с плавящимся электродом U_d и тока плазменной дуги I_{pd}

2.2 Выбор источника питания дуги с плавящимся электродом и механизма подачи проволоки

Эффективность, качество и производительность сварочного производства во многом зависит от правильного выбора сварочного оборудования и вспомогательной технологической оснастки. При выборе источника питания необходимо обращать внимание на параметры, которые должны соответствовать условиям технологического процесса:

- номинальный сварочный ток;
- пределы регулирования сварочного тока;
- напряжение питающей сети;
- напряжение холостого хода;

- внешняя вольтамперная характеристика;
- стабильность системы при изменении дугового промежутка.

Источником питания служит MAXI 505 (рисунок 6), поскольку данный источник питания наиболее эффективен для механизированной сварки плавящимся электродом и лучше подходит в условиях кафедры.



Рисунок 6 – Источник питания MAXI 505

Технические характеристики MAXI 505 указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики МАХІ 505

Параметры	Единицы измерения	Значения
Напряжение питания при 50/60 Гц	Гц	230/400
Потребляемая мощность	кВА	15
Плавкий предохранитель	А	40/25
Напряжение холостого хода	В	19-51
Диапазон по току	А	60-500
Ток при ПВ (при темпер. 40 град.)	А	100% - 300
Диаметр сварочной проволоки	мм	0,8-2,0

Для подачи сварочной проволоки используется сварочный полуавтомат WF4 (рисунок 7), а его характеристики указаны в таблице 2.



Рисунок 7 – Сварочный полуавтомат WF4

Таблица 2 – Технические характеристики WF4

Параметры	Единицы измерения	Значения
Напряжение питания при 50/60 Гц	В	48
Мощность двигателя	Вт	100
Скорость подачи	м/мин	0,5-20
Количество роликов	шт	4
Диаметр сварочной проволоки	мм	0,6-2,4

2.3 Система газо- и водоснабжения плазматрона.

Защитный газ подаётся не посредственно на прямую к плазмотрону. Регулировка расхода газа происходит с помощью редуктора. Подача охлаждающей жидкости происходит по открытой системе, то есть подача происходит из водопровода помещения и дальнейший слив воды в водопровод. Плазмообразующий и стабилизирующий газы, также на прямую к плазмотрону. Ниже на рисунке 8 приведена схема подключения газо- и водоснабжения плазмотрона.

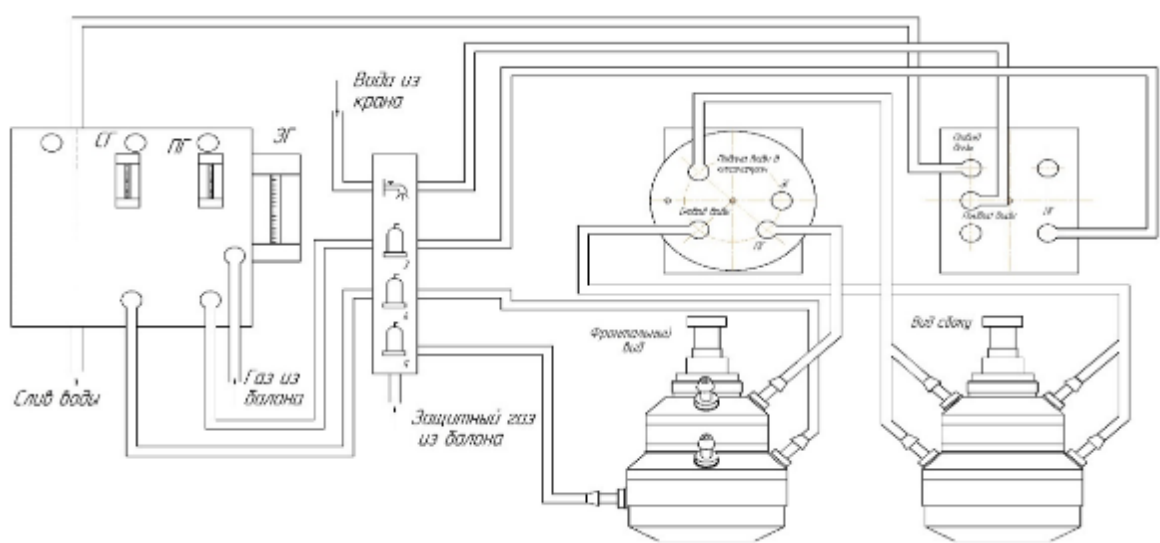


Рисунок 8 – Схема подключения газо- и водоснабжения плазмотрона

2.4 Компоновка установки.

Общий вид установки УПН-303 для плазменной сварки-наплавки плавящимся электродом представлен на рисунке 9.

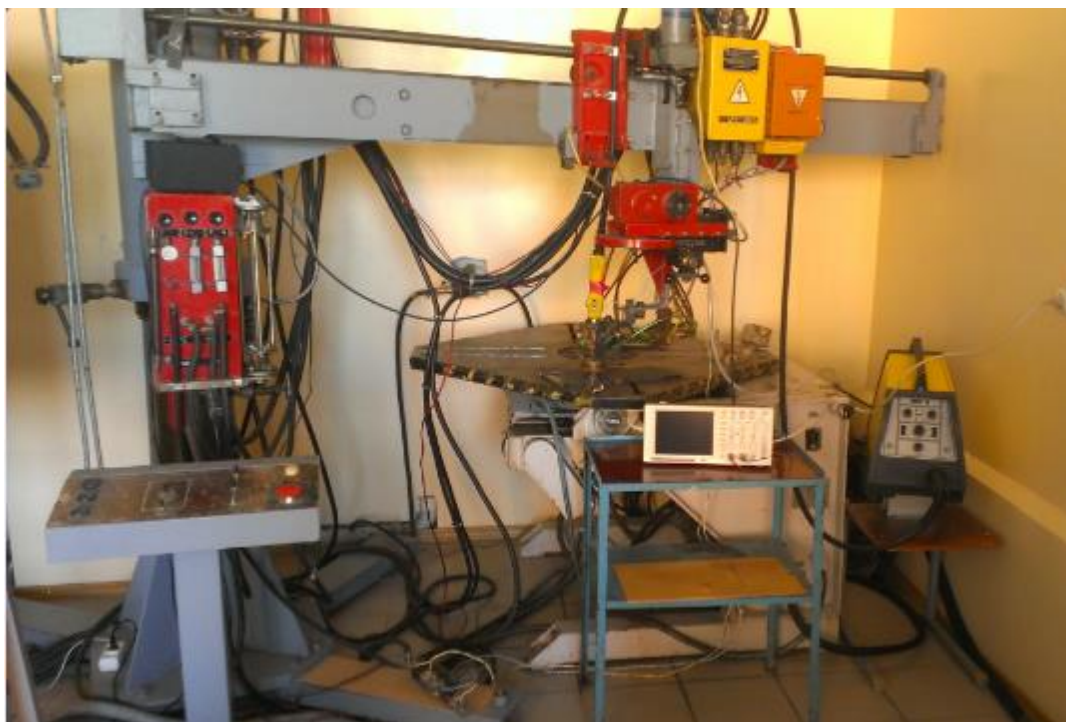


Рисунок 9 – Общий вид установки УПН–303 для плазменной сварки-наплавки плавящимся электродом

Технические характеристики установки УПН-303 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики установки УПН-303

Напряжение питания	В	380
Потребляемая мощность	кВа	40
Номинальный ток	А	315
Регулирование рабочего тока:		Плавное
-сварки	А	-
-наплавки	А	50...315
-напыления	А	-
Толщина наносимого слоя за один проход:		
-наплавка	мм	2...10
-напыление	мм	-
-упрочнение	мм	-

Продолжение таблицы 3

Производительность:		
-наплавка	кг/час	6
-напыление	кг/час	-
-упрочнение	кг/час	-
Плазмообразующий газ и защитный газ	л/час	2400
Охлаждение плазмотрона		Водяное
Расход охлаждающей жидкости	л/час	120
Скорость перемещения самоходной головки	м/ч	0,2...20
Частота вращения планшайбы размеры	мин-1	0,05...2,5
Масса установки	кг	2820
Габаритные размеры	мм	3450x2800x2000

Установка УПН-303 имеет поворотную колонну с направляющей балкой подвесную самоходную головку и манипулятор изделия. Максимальные диаметр изделия, закрепляемого на планшайбе манипулятора, 1500мм, номинальная грузоподъемность манипулятора 500кг.

Для управления совместной работой двух источников питания и механизма подачи электродной проволоки установку доукомплектовали специально разработанным блоком, позволяющим реализовать заданный алгоритм управления режимом плазменной сварки или наплавки плавящимся электродом. На рисунке 10 представлена схема подключения источников питания.



Рисунок 10 – Схема подключения источников питания

3. Технология плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом.

3.1 Принцип работы установки

Сварку проводят при обратной полярности дугового разряда и плазменной дуги. Сваривают встык пластины из стали Ст.3 толщиной 10 мм. В качестве плавящегося электрода используют омедненную проволоку Св-08Г2С диаметром 1,2 мм. Сварку осуществляют в условиях действия внешних возмущений, создаваемых изменением длины дуги с плавящимся электродом. Плазменную дугу питают двухуровневым током. При этом смену уровня протекающего тока в процессе сварки изменяют с помощью автоматического регулирования протекания тока соответствующего уровня в зависимости от внешнего возмущающего воздействия. Режим сварки: ток плазменной дуги пониженного уровня $I_H = 125$ А, повышенного $I_B = 160$ А; ток дугового разряда 250 А; скорость сварки 75 м/ч; длина плазменной дуги 20 мм; вылет плавящегося электрода 40 мм; диаметр неплавящегося кольцевого анода 6 мм; диаметр стабилизирующего сопла 8 мм; расход плазмообразующего газа (аргона) 2–4 л/мин; расход стабилизирующего газа (аргона) 5–6 л/мин; расход защитного газа (CO_2) 6–8 л/мин; опорное напряжение, соответствующее оптимальной глубине осевого погружения плавящегося электрода в плазму при струйном переносе электродного металла $U_{02} = 32$ В; опорное напряжение, соответствующее критической глубине осевого погружения плавящегося электрода в плазму $U_{01} = 24$ В[1].

Процесс сварки осуществляется в следующей последовательности. Перед началом процесса необходимо установить плазмотрон 1(П) (рисунок 4) в начале сварного шва, после чего открывают подачу воды в системы охлаждения плазмотрона (не показаны) и подачу плазмообразующего, стабилизирующего и защитного газов. Включают источники питания плазменной дуги 15(ПД) и дуги с плавящимся электродом 14(ДПЭ). В результате этого происходит возбуждение

плазменной дуги 3 между неплавящимся кольцевым анодом 2 и изделием 4 на пониженном уровне тока $I_n = 125 \text{ A}$. Затем включают с помощью подающего механизма 7 подачу плавящегося электрода 6 и осуществляют перемещение плазмотрона 1(П) вдоль поверхности свариваемого изделия 4. В момент погружения плавящегося электрода 6 в плазменную дугу 3 происходит самопроизвольное возбуждение дуги 8 между плавящимся электродом 6 и изделием 4. В процессе сварки блок сравнения 17(БС) постоянно осуществляет сравнение напряжения дуги с плавящимся электродом УД с опорной величиной U_{01} (рисунок 5), задаваемой блоком опорного напряжения 18(БОН).

3.2 Стабильность горения сварочной дуги

Одним из нарушением стабильности процесса сварки являются производственные возмущения, которые могут привести к нарушению качества сварного шва. При отклонении под воздействием производственного возмущения глубины осевого погружения плавящегося электрода в плазму от оптимального значения в момент достижения напряжения дуги с плавящимся электродом УД опорной величины U_{01} блок сравнения 17(БС) через усилитель 16(БУ) выдает переключателю тока источника питания плазменной дуги 15(ПД) сигнал на смену уровня протекающей силы тока плазменной дуги. При отсутствии в зоне сварки возмущающих внешних воздействий или они настолько малы, что отклонение глубины осевого погружения электродной проволоки в плазму не достигает критической величины, плазменная дуга питается током пониженного уровня.

Таким образом, автоматическое регулирование непосредственно в процессе сварки длительности периодов протекания тока плазменной дуги соответствующего уровня в зависимости от величины внешнего возмущающего воздействия исключает нарушение стабильности совместного горения плазменной дуги и дуги с плавящимся электродом, что обеспечивает стабильное

качество сварных соединений независимо от изменяющихся параметров внешних возмущений [1].

Также могут возникать нарушение процесса возбуждения плазменной дуги, вызванное неправильной подачей пускового газа.

В плазменных горелках прямого действия для обычной плазменной сварки первоначально при помощи осциллятора возбуждается в среде плазмообразующего газа вспомогательная дежурная дуга между стержневым неплавящимся электродом и плазмообразующим соплом от того же источника питания через ограничивающее сопротивление. Затем через канал вдоль электрода и столба дуги пропускается при повышенном расходе пусковой плазмообразующий газ, который, проходя через плазму, ионизируется и, удлиняя вспомогательную дугу, происходит короткое замыкание на изделие. При этом автоматически зажигается основная дуга и выключается вспомогательная [6].

При плазменно-дуговой сварке плавящимся электродом процесс возбуждения основной плазменной дуги также осуществляется посредством возбуждения вспомогательной дуги с использованием пускового газа. Однако в этом случае в качестве пускового газа следует применять стабилизирующий газ. Использование в качестве пускового плазмообразующего газа в плазменной горелке с кольцевым медным анодом приводит к выталкиванию вспомогательной дуги не к изделию, а в зазор между кольцевым медным анодом и стабилизирующим соплом, что нарушает процесс возбуждения плазменной дуги [10].

Таким образом установлено, что для возбуждения плазменной дуги в плазмотронах с неплавящимся кольцевым анодом в качестве пускового газа следует использовать стабилизирующий газ.

Другим видом нарушения может быть несоответствие напряжения холостого хода источника питания дугового разряда и скорости подачи электродной проволоки [9]. В случае завышенной скорости подачи проволоки нарушение процесса возможно либо в результате короткого замыкания

проволоки на изделие, либо в результате увеличения глубины ее погружения в плазму, что вследствие шунтирования тока плазменной дуги может привести к двойному дугообразованию.

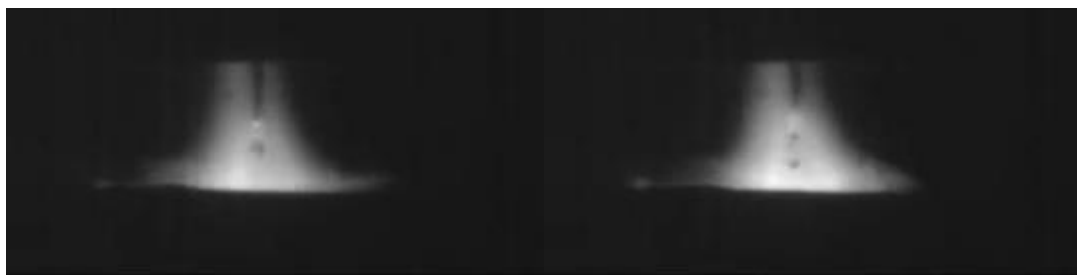
Нарушение совместного горения плазменной дуги и дугового разряда зависит от сопротивлений участков проволоки и плазменной дуги, находящихся в электрическом контакте. Введение проволоки в плазменную дугу приводит к её охлаждению и частичной деионизации. Поэтому возрастает сопротивление охлажденной зоны плазмы, прилегающей к проволоке. С повышением скорости подачи проволоки увеличивается ширина охлажденной зоны столба плазменной дуги и происходит катодное падение напряжения.

Для обеспечения стабильности процесса необходимо снизить значения величин: напряжение участка плазмы дуги до плазмообразующего сопла, напряжение участка сопла, напряжение видимого вылета. Самый простой способ это сделать снизить глубину погружения проволоки в плазму. И при соблюдении данных условий происходит повышение качества сварного соединения.

Повышенное увеличение глубины погружения проволоки в плазму особенно заметно в начальный момент сварки при большой скорости подачи проволоки. Если электродную проволоку подавать в плазменную дугу в начале процесса с малой скоростью и увеличивать ее до заданной после возбуждения дугового разряда между плавящимся электродом и изделием, то последний возбуждается самопроизвольно без короткого замыкания проволоки на изделие [10].

Совместное стабильное горение плазменной дуги и дугового разряда наблюдается в широком диапазоне значений тока и напряжения. В зависимости от параметров режима процесс сварки протекает с крупнокапельным, переносом каплями среднего размера и мелкокапельным или струйным переносом электродного металла. (рисунок 11).

Увеличение тока плазменной дуги ускоряет переход от капельного переноса электродного металла к струйному рисунке 11 [10].



а

б



в

Рисунок 11 – Кинограммы перехода от крупнокапельного переноса электродного металла к струйному при увеличении тока плазменной дуги: а – 100 А; б – 115 А; в – 130 А

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1B51	Михайлов Александр Николаевич

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 43200 руб. Оклад студента - 25000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-30%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 28 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1B51	Михайлов Александр Николаевич		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Исследование стабильности процесса плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом в непрерывном режиме» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации.

Суть работы заключается в исследовании стабильности совместного горения плазменной дуги и дугового разряда при плазменной сварке плавящимся электродом.

Таблица 4 - Сегментирование рынка

	Показатель		
	Низкий показатель	Средний показатель	Высокий показатель
Кол-во дефектов на 1 см сварного шва	1,2	-	3
Разбрызгивание электродного металла	1	2	2,3
Глубина проплавления, мм	3,2	3	1

1. Гибридная сварка плавящимся электродом;
2. Механизированная сварка плавящимся электродом ;
3. Ручная дуговая сварка.

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. Гибридная сварка плавящимся электродом, как видно из сегментирования, хороший способ сварки, который может получать качественные сварные соединения.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Таблица 4 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Удобство в эксплуатации	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
2. Затраты сварочного материала	0,2	5	1	5	1	0,2	1
3. Качество сварного соединения	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1 цена	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
2 Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
3 Конкурентоспособность работы	0,25	5	2	4	1,25	0,5	1
Итого	1	30	20	29	5	2,35	3,75

Где сокращения: Бф- Гибридная сварка плавящимся электродом; Б_{к1} – Механизированная сварка плавящимся электродом; Бк2- Ручная дуговая сварка.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

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

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_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.

4.1.3 SWOT – анализ

Таблица 5 - Матрица SWOT

Сильные стороны научноисследовательского проекта:	Слабые стороны научноисследовательского проекта:
С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Широкая область применения С3. Использование современного оборудования С4. Актуальность проекта С5. Наличие опытного руководителя	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Перенастройка оборудования Сл.3. Требуется два источника питания Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.

Продолжение таблицы 5.

Возможности: В1. Получение качественных сварных соединений В2. Регулирование производительности В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	Получение высокоэффективного оборудования для сварки (наплавки) изделий. Возможность создавать партнерские отношения с рядом ведущих вузов для совместных исследований в области плазменной наплавки.	Требуется множество перенастроек в связи с новшеством оборудования. Повышение квалификации персонала
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Снижение государством финансирования темы У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	Экономическая эффективность данного оборудования в промышленности Российской Федерации. Повышение квалификации персонала т.к тема актуальна и есть современное оборудование	Требуется множество ресурсов для реализации данного проекта.

Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 3.4, 3.5, 3.6, 3.7.

Таблица 6 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	-	+	+
	B4	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и возможности:
B1C2C3C4C5, B2B4C1C2C3C4C5, B3C3C4C5.

Таблица 7 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	+
	B2	+	-	+	-
	B3	-	+	-	+
	B4	+	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл3, B3B4Сл1.

Таблица 8 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-
	У4	-	-	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С4С5, У4С3С4.

Таблица 9 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	-
	У2	-	+	-	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл3.

4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Таблица 10 - Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Диаметр сварочной проволоки, мм	1	1.2	1
Б. Марка сварочной проволоки	Св-08А	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:

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

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 11 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	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 УПН 303	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Вывод по цели	Научный руководитель, студент

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож } i}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

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

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

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

где: $T_{\text{кал}} = 365$ – 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 (таблица 12).

После заполнения таблицы 8 строим календарный план-график (таблица 13). 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 12 - 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			$t_{ожi}$, 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	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 13 - Календарный план-график проведения ВКР по теме

[illegible]

★ – студент; ◆ – руководитель.

4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

4.3.5 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх } i}, \quad (6)$$

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

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

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

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

Таблица 14 - Материальный затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z_m), руб.		
		Исп.	Исп.	Исп.	Исп.	Исп.	Исп.	Исп.	Исп.	Исп.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169

Продолжение таблицы 14

Картридж для принтера	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/би т	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Св-ая пр- ка	кг.	0,5	0,5	0,5	80	80	80	63	63	63
ПГ,СГ,ЗГ	лит.	1	1	1	12	12	12	18	18	18
Итого								1978	1978	1978

4.3.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

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

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

Таблица 15 - 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.		
		Ис п.1	Ис п.2	Ис п.3	Ис п.1	Ис п.2	Ис п.3	Ис п.1	Ис п.2	Ис п.3
1.	УПН -303	1	-	-	180	-	-	207	-	-
Итого:								207	-	-

Линейная амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{C}{T_{об}} = \frac{207000}{10} = 20700, \quad (6.1)$$

4.3.7 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 табл. 16.

Таблица 16 - Расчет основной заработной платы

Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо-емкость, чел.- дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.- дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
		Ис п.1	Ис п.2	Ис п.3	Ис п.1	Ис п.2	Ис п.3	Ис п.1	Ис п.2	Ис п.3
Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
Анализ актуальности темы	Рук.студ.	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

Продолжение таблицы 16

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						69,7	74,2	75,1

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).

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

где: $З_{осн}$ – основная заработная плата;

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

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

где: $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

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

4.3.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2019 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 17 - 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 проекта	48000	57000	57000	5760	6840	6840
Студент-дипломник	31700	27200	28100	3804	3264	3372
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,28					
Итого						
Исполнение 1	24190,5 руб.					
Исполнение 2	25556,4 руб.					
Исполнение 3	25829,5 руб.					

4.3.9 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = \left(\sum \text{сталеи} \right) \cdot k_{нр}, \quad (10)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:
 $З_{накл} = 357807,5 \cdot 0,16 = 57249,2$ руб.

4.3.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 18 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	37353	36720,5	36636,5	Пункт 3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	207000	115000	138000	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	79700	84200	85100	Пункт 3.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	9564	10104	10212	Пункт 3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24190,5	25556,4	25829,5	Пункт 3.3.4
6. Накладные расходы	57249	43452,9	47324,5	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	415053,53	315033,8	343102,5	Сумма ст. 1- 6

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

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

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

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп.1}} = \frac{415053,5}{415053,5} = 1; I_{\text{фин}}^{\text{исп.2}} = \frac{315033,8}{415053,5} = 0,75; I_{\text{фин}}^{\text{исп.3}} = \frac{343102,5}{415053,5} = 0,82.$$

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (12)$$

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

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

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблице 19).

Таблица 19 - 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 уст-ки УПН - 303	0,35	4	5	5
ИТОГО	1	4,5	3,15	3,8

$$I_{p-\text{исп } 1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 4,5;$$

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

$$I_{p-\text{исп } 3} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,8.$$

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

$$I_{\text{исп } i} = \frac{I_{p-\text{исп } i}}{I_{\text{исп } i}^{\text{фин}}}, \quad (13)$$

$$I_{\text{исп } 1} = \frac{4,5}{1} = 4,5; \quad I_{\text{исп } 2} = \frac{3,15}{0,75} = 4,14; \quad I_{\text{исп } 3} = \frac{3,8}{0,82} = 4,63.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.3.19) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

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

Таблица 20 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,75	0,82
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,15	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,14	4,63
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,89	0,98

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Михайлову Александру Николаевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Разработка способа для автоматической дуговой орбитальной сварки в импульсном режиме в среде защитного газа аргона. Данная разработка является методом повышения эффективности процесса сварки неплавящимся электродом.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>– Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Повышенная температура или влажность воздуха помещения;</p> <p>– Повышенный уровень вибрации;</p> <p>– Недостаточная освещённость рабочей зоны; – Наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением;</p> <p>– Повышенная температура поверхностей оборудования.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Воздействие на окружающую среду сводится к минимуму, за счет отсутствия загрязняющих веществ.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>– Возможные ЧС: пожар, природное бедствие;</p> <p>– Наиболее типичным ЧС является пожар;</p> <p>– Одной из причин возникновения пожара является нахождение в рабочей зоне баллона под давлением;</p> <p>– При ЧС выполнять предписания плана эвакуации.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>– Правовые нормы трудового законодательства; – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>

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., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Михайлов Александр Николаевич		

5. Социальная ответственность

Введение

В этом разделе рассмотрены вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда в лаборатории, правила эксплуатации помещения при возникновении опасной ситуации и при ЧС. Также проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека, что позволяет определить средства индивидуальной и коллективной защиты, и решить вопросы обеспечения безопасности в целом, как для помещения, так и для организации в целом.

Рабочим местом является отдельное помещение (лаборатория). Так как данное помещение находится внутри здания, на проектировщика возможны действия следующих вредных и опасных факторов: монотонный режим работы, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность, превышение уровня шума, ультрафиолетовая радиация (ГОСТ 12.0.003-74), электрический ток, пожар. Воздействие вредных производственных факторов на работающих может привести к заболеванию и снижению производительности труда. Это прежде всего такие опасные и вредные факторы:

поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей, содержащих в составе твердой фазы оксиды различных металлов (марганец, хрома, никеля, железа и др.) и токсичные газы (СО, ОЗ, HF.NO₂ и др.); сварочный аэрозоль относится к аэрозолям конденсации и представляет собой дисперсную систему, состоящую из твердой фазы и газа или смеси газов.

повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне (РЗ), особенно при сварке с подогревом изделий; рабочая зона – пространство высотой 2 м над уровнем пола или площадки, где находятся рабочие места.

излишняя яркость сварочной дуги, УФ- и ИК-радиация;

влияние шума и вибраций имеет место при плазменной резке, работе, различного оборудования (вакуум-насосов, вентиляторов, сварочных трансформаторов и др.), а также ультразвука и высокочастотного шума – при УЗС.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья. Это действие электрического тока, искры и брызги расплавленного металла, движущиеся машины, механизмы и т.д. Использование открытого газового пламени, наличие расплавленного металла и шлака и т.п. увеличивают опасность возникновения пожара, а неправильное транспортирование, хранение и использование баллонов со сжатыми газами, нарушение правил эксплуатации газосварочного оборудования могут привести к взрыву.

5.1 Техногенная безопасность

При организации рабочего места, следует принять во внимание тот факт, что качество и производительность труда, зависят от существующих на данном рабочем месте условий труда и соответствия этих условий установленным нормам. Организация рабочего места заключается в выполнении ряда мероприятий, обеспечивающих рациональный и безопасный труд, и должна соответствовать ГОСТ 22269–76.

Во время работы с компьютером и сварочным аппаратом возможно воздействие следующих опасных и вредных факторов:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- недостаточная освещенность рабочей зонынахождение в рабочей зоне баллонов под давление;

- повышенный уровень статического электричества;
- повышенная температура поверхностей оборудования.

Использование открытого газового пламени, наличие расплавленного металла и шлака и т.п. увеличивают опасность возникновения пожара.

При механизированной сварке плавящимся электродами в среде защитных газов на рабочих столах (или манипуляторах) должны быть установлены наклонные или вертикальные панели равномерного всасывания или широкие боковые отсосы, регулируемые с таким расчетом, чтобы не нарушать газовую защиту дуги.

5.2 Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты (СИЗ)

Работники, занятые электросварочными работами, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в соответствии с правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Спецодежда должна быть безвредной, удобной, не стеснять движения работающего, не вызывать неприятных ощущений, защищать от искр и брызг расплавленного металла, свариваемого изделия, влаги, производственных загрязнений, механических повреждений, соответствовать санитарногигиеническим требованиям и условиям труда. Выбор спецодежды в зависимости от методов сварки и условиям труда должен производиться в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.4.250-2013 и ГОСТ 12.4 010.

5.3 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

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

температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственного помещения (по ГОСТ 12.1.005–88)

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

В помещении в холодный период года температура воздуха 23-24°С, влажность находится в диапазоне от 45-57%, и скорость движения воздуха 0.1 м/с. В теплый период года температура воздуха 26-29°С, влажность находится в диапазоне от 43-58%, и скорость движения воздуха 0.1 м/с.

Микроклимат помещения поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления в холодное время года, а в теплое время года – естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием.

5.4 Уровень шума на рабочем месте

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

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик стационарных машин изложены в ГОСТ Р ИСО 9612-2013. Шум на рабочее место также может проникать извне через открытые проемы форточек, окон и дверей из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в октавных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень шума не должен превышать 50 дБ, ГОСТ Р ИСО 9612 – 2013.

Уменьшение влияния данного факторов возможно путём:

- Обеспечение персонала индивидуальными средствами защиты;
- Изоляции источников шумов;

- Виброизолирующие материалы под оборудование;
- Проведения акустической обработки помещения;
- Создания дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;
- Защиты от шумов путем заключения вентиляторов в защитные кожухи и внутрь корпуса ЭВМ.

5.5 Освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности для данной группы помещений составляет 300 лк (СП 52.13330.2016).

Различают естественное и искусственное освещение. Естественное освещение - освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях, а также через световоды. Искусственное освещение осуществляется светильниками общего и местного освещения. Основными источниками искусственного освещения являются лампы накаливания и люминесцентные лампы.

В соответствии задач зрительной работы помещение относится к 1 группе, т.е. к группе помещений, в которых производится различение объектов зрительной работы при фиксированном направлении линий зрения.

Для научно-технических лабораторий, коэффициент естественного (КЕО) не должен быть менее 0,5 %, а коэффициент пульсаций освещенности (K_p) не должен быть больше 5 %.

В целях уменьшения пульсаций освещенности 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.

5.6 Уровень статического электричества

При работе с источниками питания может произойти поражение электрическим током. Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Помещение, в котором выполнялась работа, относится к помещениям 2го класса, т.к. присутствует один из следующих факторов: возможность прикосновения одновременно к электрической установке и к заземлению или к двум электрическим установкам. Основными причинами этого могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- Перед включением компьютера в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания оголенных токопроводящих частей на корпус компьютера;
- При появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютер.
- Системы защитного отключения
- Отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- Предохранительные устройств.

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. Так же научный руководитель должен иметь допуск для работы на данной установке. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Каждый работник должен знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

5.7 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность согласно ФЗ-123 – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

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

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

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяют на следующие категории:

- взрывоопасное (А);
- взрывоопасное (Б);
- пожароопасное (В1-В4);
- пожароопасной (Г);

– пониженная пожароопасность (Д);

К категории Г относятся помещения, в которых находятся (обращаются) негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

В лаборатории 221 16А корпуса НИ ТПУ находятся не горючие газы (аргон) в баллонах для сварки (наплавки) в жидком состоянии, сварочные материалы. При работе которых сопровождается выделение лучистого тепла, искр, и т.п. Поэтому помещение лаборатории относится к категории Г. В соответствии с требованиями к зонам категории Г лаборатория оснащена дымовыми пожарными извещателями. В качестве средств пожаротушения используются огнетушители ОУ-3.

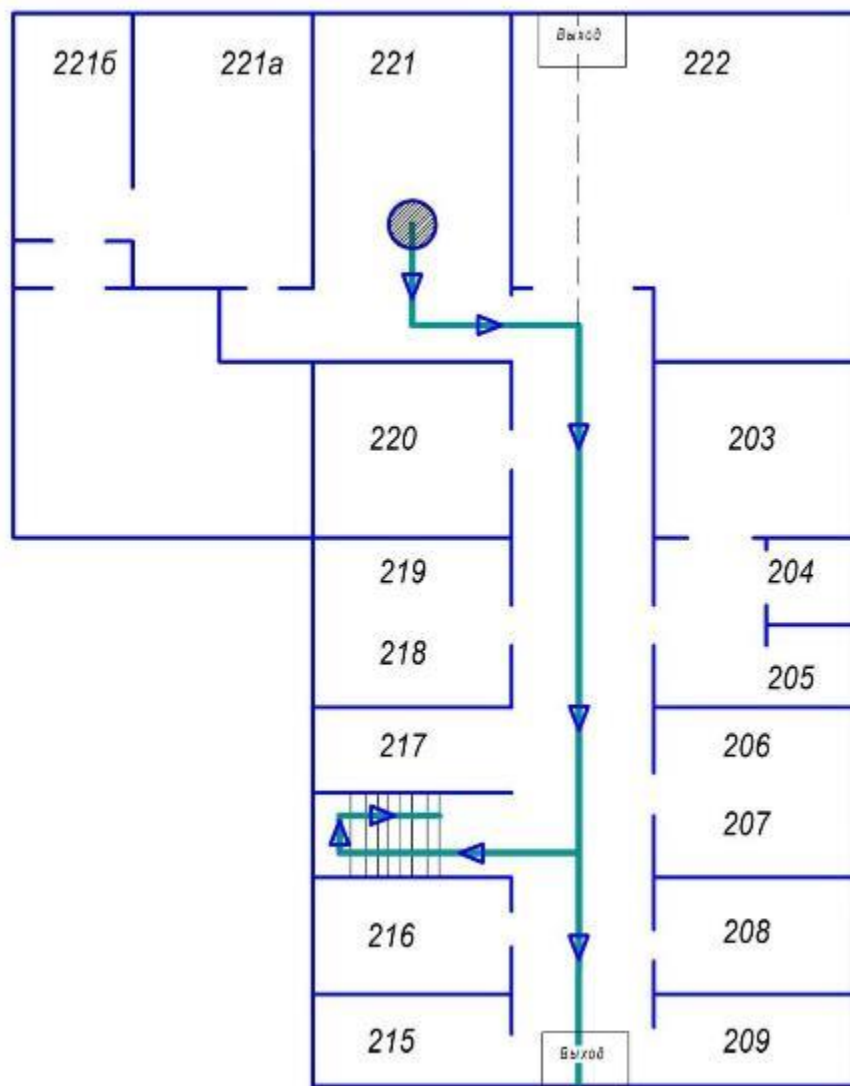


Рисунок 12 - План эвакуации из корпуса №16А НИ ТПУ

С целью предотвращения пожаров необходимо:

- Уходя из помещения проверить отключение всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети;
- Курить только в отведенных для курения местах;
- В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу;
- Горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, тушить углекислотным огнетушителем;

Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации находится в помещении и на лестничной площадке.

В данном помещении находится большое количество проводов и электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов, или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний.

В целях безопасности в помещении имеются защитные устройства для полного обесточивания помещения и устройств находящихся в данном помещении (сетевые фильтры, автоматические выключатели).

5.8 Охрана окружающей среды

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями связано в большей степени с загрязнением атмосферы.

Поэтому мероприятия по повышению экологической чистоты производства можно отнести к охране и рациональному использованию воздушного бассейна.

Эти мероприятия связаны с сооружением установок, для очистки воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов промышленных предприятий. Одним из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли являются электрофильтры. Их принцип основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего заряда, передачи заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на коронирующих электродах, с которых они затем удаляются механически. Также широкое применение для очистки газов от частиц пыли получили сухие пылеуловители – циклоны.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от газов и паров применяют адсорберы. Адсорбция представляет собой процесс поглощения газов или паров поверхностью твердых веществ – адсорбентов. В

качестве адсорбентов (поглотителей) применяют такие вещества, как глинозем, силикагель, активированный уголь и др.

Проектируемые и внедряемые в сварочное производство машины, оборудование, технологии не должны в процессе эксплуатации вызывать вредные экологические последствия. При разработке и внедрении технологических процессов предпочтение должно отдаваться безотходным и малоотходным технологиям.

Для утилизации мусора обязательно должен быть заключен договор со специализированной организацией.

Также существуют мероприятия по защите гидросферы.

В настоящее время все источники загрязнения гидросферы принято делить на четыре большие группы.

1) Атмосферные воды. Во-первых, они приносят в гидросферу массу загрязнителей промышленного происхождения. Так, атмосферные воды вымывают из воздуха оксиды серы и азота, образуя упомянутые выше кислотные дожди. При стекании по склонам атмосферные и талые воды увлекают с собой массы веществ с городских улиц, промышленных предприятий: мусор, нефтепродукты, кислоты, фенолы и др.;

2) Городские сточные воды, включающие преимущественно бытовые стоки, содержащие фекалии, моющие средства, микроорганизмы, в том числе патогенные;

3) Промышленные сточные воды, образующиеся в самых разно-образных отраслях промышленности, среди которых наиболее активно потребляют (и загрязняют) воду: чёрная металлургия, химическая, лесо-химическая, нефтеперерабатывающая промышленность, энергетика и др.

Внутри предприятий сточные воды, как правило, подразделяются на сильно загрязнённые стоки, слабо загрязнённые воды, условно чистые воды (охлаждающие воды), специфические чрезвычайно концентри-рованные стоки (например, кубовые остатки и маточные растворы), бытовые и хозяйственно-фекальные стоки, направляемые на биоло-гическую очистку. Очевидно, что по

химическому составу промышленные стоки наиболее разнообразны, поскольку именно здесь производятся или обращаются практически все известные сегодня вещества;

4) Сельскохозяйственные стоки, содержащие смытые в процессе эрозии частицы почвы, биогены, входящие в состав удобрений, пестициды (химические средства для защиты сельскохозяйственных растений и животных соответственно от сорняков, паразитов, насекомых), помёт сельскохозяйственных животных и ассоциированные с ним бактерии и др.

Методы очистки сточных вод весьма разнообразны и предопределяются физико-механическими, физическими, химическими и микробиологическими (биологическими) характеристиками содержащихся в них примесей. Существует несколько видов классификации методов очистки. Наиболее распространена следующая классификация:

- 1) методы механической;
- 2) физико-химические методы очистки;
- 3) химические методы очистки ;
- 4) биологические методы очистки.

Как правило, системы очистки сточных вод строятся на основе использования комплекса методов очистки. Состав методов определяется характером технологических процессов данного производства.

Эффективность и надёжность работы любого очистного устройства обеспечиваются в определённом диапазоне значений концентрации примесей и расхода сточной воды.

В самом общем виде последовательность этапов очистки стоков можно представить следующим образом:

1) Усреднение стоков. Оно может осуществляться не только на самом начальном этапе – при очистке от грубодисперсных примесей, но и на всех последующих этапах – там, где имеется неравномерность состава и расхода стоков и где целесообразно слияние близких по составу стоков (с разных участков производства) перед очередным этапом очистки;

2) Очистка от грубодисперсных веществ: решётки, песколовки, отстойники, аппараты, основанные на отделении твёрдых примесей в поле действия инерционных сил (напорные гидроциклоны, центрифуги), флотация;

3) Очистка от коллоидно-дисперсных примесей (коагуляция, электрокоагуляция);

4) Регулирование кислотности (щёлочности) стоков, например, с помощью известкования (нейтрализация);

5) Фильтрование на зернистых насыпных, например, песчано-гравийных фильтрах – для очистки от тонкодисперсных примесей (частиц), имевшихся в исходных стоках или образовавшихся на предыдущих этапах очистки.

Совокупность предыдущих этапов очистки стоков в отечественной специальной литературе часто называют предочисткой. Она важна и сама по себе, и для осуществления последующих этапов очистки (если они необходимы) – от истинно растворённых примесей в виде отдельных ионов, молекул или комплексов молекул. Аппаратные средства для их удаления чрезвычайно чувствительны к водным гетерогенным системам и быстро выходят из строя при появлении в стоках эмульсий, суспензий, коллоидных примесей;

6) Очистка стоков от молекулярных примесей, например, путём дегазации, адсорбции, экстракции;

7) Очистка от вредных веществ, находящихся в стоках в ионном состоянии: перевод ионов в малодиссоциирующие соединения; нейт-трализация; окисление; образование комплексных ионов и перевод их в малорастворимое состояние; ионитная фильтрация (ионный обмен); сепарация ионов при изменении фазового состояния воды, например, дистилляция; ультрафильтрация; электродиализ; воздействие магнитных и акустических полей и др.;

8) На заключительном этапе очистки может быть предусмотрено повторное фильтрование – для очистки стоков от дисперсных примесей, образовавшихся на этапах очистки от истинно растворённых примесей, а также обезвреживание (дезинфекция) очищенных стоков от патогенных организмов

(микроорганизмов), особенно в тех случаях, когда в системе очистки стоков производства имеются устройства биологической очистки, могущие быть очагом распространения патогенных микроорганизмов;

9) Биологическая очистка применяется для очистки стоков от органических примесей: сточные воды пропускаются через устройства (аэротенки, например), насыщенные мощными колониями специально подобранных микроорганизмов, которые извлекают органические вещества из стоков для питания и, таким образом, минерализуют органические примеси.

Заключение

В ходе выполнения выпускной работы было установлено, что для стабильного совместного горения плазменной дуги и дуги с плавящимся электродом в условиях действия производственных возмущений питание плазменной дуги осуществляют двухуровневой силой тока. Такой способ позволяет исключить нарушения процесса совместного горения плазменного и дугового разрядов независимо от изменяющихся параметров внешних возмущений и, тем самым, обеспечить стабильное качество сварных соединений. Также была составлена компоновка стенда для его реализации.

Список используемых источников

1. Способ плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом: патент Рос. Федерация №2643010; заявл. 19.07.2016; опубл. 29.01.2018, Бюл. № 4
2. Гвоздецкий В.С, Макаренко Н.А. Плазменная сварка (обзор) // Автоматическая сварка. – 2000.
3. Гладкий П.В, Переплетчиков Е.Ф, Рябцев И.А. Плазменная наплавка (обзор) // Сварочное производство. 2007.
4. Нефедов Б.Б. Лялякин В.П. Развитие плазменной сварки – наплавки за рубежом // Сварочное производство. – 1998.
5. Дедюх Р. И. Особенности процесса плазменной сварки плавящимся электродом (обзор) // Сварочное производство. – 2014. – № 5. – С. 34-39.
6. Способ плазменной сварки плавящимся электродом: патент Рос. Федерация №2495735; заявл. 06.10.11; опубл. 20.10.13, Бюл. № 29.
7. Литвинов А.П. Направления развития комбинированных и гибридных технологий сварки и наплавки. Журнал Автоматическая сварка. Изд.1. 2009. С 48-52.
8. Анахов С.В. Принципы и методы проектирования в электроплазменных и сварочных технологиях: учебное пособие. под ред. А. С. Боруховича. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2014. 144 с.
9. Акулов А. И., Ронский В.Л. Причины нарушения совместного горения плазменной дуги и дугового разряда при плазменно-дуговой сварке // Сварочное производство. – 1988. – № 1. – С. 38-40.
10. Демидов Д.И. Стабильность процесса плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом// Научный рук. Дедюх Р.И. – Международная студенческая научно-практическая конференция “Техника и технология машиностроения”, Омск 25-30 марта 2015. – С. 60-63.