

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и дуговой сварки пластин из титанового сплава
УДК 621.791.75.01.052:669.295-41

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В71	Николаев Лев Евгеньевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ ТПУ	Киселев А.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина В.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЭИ ИШНКБ ТПУ	Арышева Г.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты освоения ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического

	анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять

	прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-16	способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК(У)-18	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
ПК(У)-19	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
ДПК(У)-2	Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
ДПК(У)-3	Способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (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
1В71	Николаеву Льву Евгеньевичу

Тема работы:

Технология сборки и дуговой сварки пластин из титанового сплава	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25-14/с От 25.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Технология сборки и дуговой сварки пластин из титанового сплава</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; 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. Обзор литературы на предмет современного состояния процесса сварки титановых сплавов. 2. Особенность сварки в инертном газе. 3. Обоснование выбора способа сварки. 4. Разработка режимов сварки. 5. Оборудование.

	6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность. Заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Название работы, фамилии участников. 2. Цели и задачи работы. 3. Полученное изделие. 4. Способы сварки. 5. Используемое оборудование. 6. Особенности сварки титанового сплава. 7. Предлагаемые режимы сварки. 8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение. 9. Социальная ответственность. Выводы по работе.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Обзор литературы	Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Мероприятия по улучшению процесса сварки под флюсом	Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Разработка функциональной схемы	Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Разработка полной принципиальной электрической схемы установки	Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Рекомендации по применению разработанной установки для сварки	Киселев А.С., к.т.н., доцент ОЭИ
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина В.А., к.э.н., доцент ОСГН
Социальная ответственность	Авдеева И.И., старший преподаватель

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28.10.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		28.10.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В71	Николаев Лев Евгеньевич		28.10.2020

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Уровень образования высшее
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2021 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:	03.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2021	Введение	5
28.02.2021	Обзор литературы	10
15.03.2021	Особенность сварки титановых сплавов	15
05.04.2021	Обоснование выбора способа сварки	15
20.04.2021	Разработка режимов сварки	15
05.05.2021	Оборудование	10
15.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
25.05.2021	Социальная ответственность	10
01.06.2021	Заключение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		5.02.21

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ ТПУ	Першина А.А.	к.т.н.		5.02.21

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В71	Николаеву Льву Евгеньевичу

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»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Бюджет проекта – не более 324000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 200000 руб.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,6 из 5 баллов</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет интегрального критерия: Интегральный финансовый показатель разработки; Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки; Интегральные показатель эффективности; Сравнительная эффективность вариантов исполнения.</i>

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	01.03.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина В.А.	к.э.н.		01.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В71	Николаев Лев Евгеньевич		01.03.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В71	Николаев Лев Евгеньевич

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Технология сборки и дуговой сварки пластин из титанового сплава	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объект исследования – образцы пластин из титанового сплава. Рабочая зона – отапливаемое помещение с вытяжкой площадью 450 м² со смешанным освещением. Технологический процесс включает в себя следующий вид работ: работу со сварочным электрооборудованием. Области применения – работы в агрессивных средах, авиастроение.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<i>ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;</i> <i>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие технические требования безопасности;</i> <i>ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования;</i> <i>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования;</i> <i>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;</i> <i>СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания;</i> <i>ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности.</i>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>Вредные факторы:</i> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата; – превышение уровня шума и вибрации; – недостаточная освещённость рабочей зоны; – загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны. <i>Опасные факторы:</i> <ul style="list-style-type: none"> – опасность поражения электрическим током; – движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; – термическая опасность; – ожоги роговицы глаз; – короткое замыкание; – статическое электричество. <i>Мероприятия по снижению воздействия при проведении сварочных работ: А) защита от поражения электрическим</i>

	<i>током; Б) защита органов дыхания; В) инструктаж рабочих по работе с оборудованием.</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>Загрязнение атмосферы: выброс газа, задымление. Загрязнение гидросферы: разлив смазывающе-охлаждающих жидкостей, масел. Загрязнение литосферы: металлическая стружка и пыль, окалины, шлак. Необходимо осуществлять отдельный сбор и хранение отходов, подвергать их переработке, утилизации или захоронению</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Чрезвычайные ситуации на производстве могут возникнуть в результате нарушения правильной работы вытяжной системы вентиляции или замыканий электрической проводки. Возможные ЧС: – возникновение пожара, взрыва; – химическое отравление воздуха рабочей среды вредными газами; – разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, урагана. Наиболее типичная ЧС: – возникновение пожара, взрыва.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		01.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В71	Николаев Лев Евгеньевич		01.03.2021

Реферат

Выпускная квалификационная работа 78 с., 5 рис., 29 табл., 20 источников.

Ключевые слова: сущность дуговой сварки сплава титана, плавящийся электрод в среде защитного газа, аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

Объектом исследования является: процесс дуговой сварки в среде защитного газа.

Предмет исследования – пластины из сплава ВТ5-1.

Цель работы – является разработка технологии дуговой сварки пластин из сплава ВТ5-1.

В процессе исследования проводился анализ повышения эффективности и сравнение способов сварки, ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитного газа.

В результате работы были рассчитаны параметры и выбран наиболее производительный способ для сварки сплава ВТ5-1.

Область применения: данная сварная конструкция может применяться в разных отраслях: авиакосмической, химической промышленности, в судостроении.

Экономическая эффективность: 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.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Сварка в защитных газах — сварка с использованием газов для защиты места сварки от влияния атмосферных газов.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
2. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования»
3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
4. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
5. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»
6. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования»
7. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»
8. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»
9. ГОСТ 12.4.254-2013 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах. Общие технические условия»

10. ГОСТ 12.4.250-2019 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла. Технические требования»

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

– $I_{св}$ – сварочный ток;

– Q – расход аргона;

– $d_э$ – диаметр электрода;

– d_c – внутренний диаметр сопла горелки;

– h_c – расстояние от торца сопла до поверхности свариваемого элемента;

– $V_{св}$ – скорость сварки.

Оглавление

Введение.....	18
1 Обзор литературы аргонодуговой сварки	19
1.1 Сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов	19
1.2 Технология сварки неплавящимся электродом	21
1.2.1 Тепловые особенности дуги при сварке неплавящимся электродом	21
1.3 Механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом	23
2 Объект исследования	26
2.1 Разработка конструкции	26
2.2 Химический состав и свойства конструкционного материала.....	27
2.3 Обоснование выбора сварочного оборудования.....	27
2.3.1 Выбор оборудования для ручной аргонодуговой сварки	28
2.3.2 Выбор материалов для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	30
3. Результаты проведенного исследования	33
3.1 Выбор параметров для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	33
3.2 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними	36
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	39
4.1 Оценка конкурентоспособности проекта	39
4.2 SWOT-анализ.....	41
4.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	45
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	45

4.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	46
4.3.3	Разработка графика проведения научного исследования	47
4.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	51
4.4.1	Расчет материальных затрат НТИ	51
4.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	52
4.4.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	53
4.4.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	55
4.4.5	Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	56
4.4.6	Накладные расходы.....	57
4.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	57
4.5	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	58
4.6	Выводы по разделу.....	61
5	Социальная ответственность	62
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
5.2	Производственная безопасность.....	64
5.2.1	Повышенный уровень вибрации	65
5.2.2	Освещенность рабочей зоны.....	66
5.2.3	Отклонение показателей микроклимата	67
5.2.4	Вредные вещества	68
5.2.5	Электрический ток	69
5.2.6	Термические ожоги	70
5.2.7	Движущиеся машины	71
5.2.8	Уровень шума на рабочем месте	71

5.2.9 Психофизиологические факторы	72
5.3 Экологическая безопасность.....	72
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
5.5 Выводы по разделу.....	73
Заключение	74
Список использованных источников	75

Введение

Сварка – это один из самых широко распространенных технологических процессов. В следствие сварки соединяются между собой различные материалы, такие как: металлы, пластмассы, стекла и другие. Сваркой называется технологический процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей меж свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, либо пластическом деформировании, либо общим действием того и иного. Главное применение находит сварка металлов и сплавов при сооружении новых конструктивных элементов, ремонте разнообразных изделий, машин и устройств, создание двухслойных материалов. Прочность сварного соединения, в большом количестве случаях, не уступает прочности целого металла.

Повышение эффективности и улучшение качества производимых металлоконструкций является актуальной задачей на сегодняшний день. Перспективным направлением считается развитие аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитного газа. При таком варианте стоит определённая техническая задача в исследовании характерных черт аргонодуговой сварки неплавящимся электродом пластин из титанового сплава BT5-1. Нам необходимо провести подбор сварочных характеристик и выбрать режим сварки для получения соединения, создать технологию аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. Также нам будет нужно подобрать источник питания для сварки.

1 Обзор литературы аргодуговой сварки

1.1 Сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов

Источником тепла в сварке неплавящимся электродом в среде защитных газов является электрическая дуга, которая горит между пластинами и окончанием нашего неплавящегося вольфрамового электрода. В свою очередь, аргон будет заполнять пространство, окружающее зону сварки. Сварочный процесс может осуществляться в специальной камере, которая будет наполнена инертным газом, или же газ будет направлен в зону сварки с помощью струи, вытекающей из сопла специальной горелки. Струя инертного газа обволакивает зону сварки и тем самым защищает нагретый и расплавленный до высокой температуры сплав, а также электрод и присадочный пруток (если он применяется в зависимости от толщины свариваемых элементов) от воздействия воздушной среды (азота и кислорода), предупреждая азотирование и окисление сплава. Кроме того, непрерывный поток инертного газа сужает зону термического распространения вблизи шва.

К главным преимуществам сварки в среде защитных газов относятся:

- можно не применять флюс и обмазки, а, следовательно, не будет необходимости отчищать шов от шлака и неиспользованных остатков флюса;
- высокая степень концентрации источника тепла, позволяющая значительно сократить зону структурных превращений и уменьшить коробление изделия;
- минимальное взаимодействие металла шва с воздушными составляющими (кислородом и азотом);
- возможность наблюдения за дугой, тем самым облегчается контроль за управлением процессом сварки.

Главные недостатки способа сварки неплавящимся электродом:

- небольшая производительность;

– необходимость в устройствах, которые будут обеспечивать начальное возбуждение дуги;

– высокая скорость охлаждения сварного соединения.

К преимуществам аргонодуговой сварки неплавящимся электродом также можно отнести – соединения материалов различной толщины (от десятых долей до десятков миллиметров). Применение аргона с различными физическо-тепловыми свойствами и их смесей изменяет тепловую эффективность дуги и условия ввода тепла в свариваемые кромки изделия и делает технологические возможности процесса сварки более широкими. А также, с помощью сварки в аргоне неплавящимся электродом можно формировать шов во всех пространственных положениях, что позволяет нам применить данный способ вместо ручной дуговой сварки покрытыми электродами [1].

Сварку вольфрамовым электродом обычно производят в среде аргона по ГОСТ 10157–2016 и гелии или их смесях и применяют зачастую для заготовок толщиной до 5–7 мм. Толщина наших пластин удовлетворяет данному показателю. Сварку вольфрамовым электродом могут выполнять как с присадочным материалом, так и без него. Это будет зависеть от толщины и конструкции свариваемых заготовок. Процесс осуществляют вручную с использованием специальных горелок или же автоматически на постоянном токе прямой полярности. Исключение составляют те стали и сплавы, в которых содержится много алюминия, когда для разрушения поверхностной пленки окислов алюминия, следует использовать переменный ток.

Сварку следует выполнять исключительно непрерывно, горячей или импульсной дугой. В свойства импульсной дуги входит то, что она уменьшает зону термического влияния и коробление свариваемых кромок. Также она обеспечивает превосходное формирование шва при сварке малотолщинных материалов. Для наилучшего улучшения защиты и формирования корня шва обычно используют поддув газа, а когда дело касается сварки корневых швов

на металле высоких толщин применяют специальные расплавляемые вставки. При сварке вольфрамовым электродом в инертных газах погруженной дугой увеличение доли тепла, которая идет на расплавление основного металла изделия, позволяет нам без какой-либо разделки кромок, за один проход сваривать металл повышенной толщины. Однако из-за этого околошовная зона сварки расширяется, и возникает опасность перегрева металла [1].

1.2 Технология сварки неплавящимся электродом

В случае, когда происходит сварка деталей малой толщины (0,5–1,5 мм), мы должны выставить их встык и без зазора. Использование присадок не предусматривается. Когда толщина деталей больше 1,5 мм. Если же толщина детали превышает 1,5 мм – используется присадочная проволока.

В процессе сварки, кромки деталей, должны быть защищены таким образом, чтобы был снят альфирированный слой (газонасыщенный). В нем присутствуют твердые растворы кислорода и азота, которые плохо влияют на пластичность титановых сплавов. Снимать это слой мы будем с помощью использования насыщенного кислорода. В этом нам поможет вакуумный отжиг проволоки, температура которого равна 800-1000°C, на течение четырех часов. После данного вида обработки, сварщик начинает сварочный процесс, который проходит на постоянном токе прямой полярности.

1.2.1 Тепловые особенности дуги при сварке неплавящимся электродом

Эффективная тепловая мощность $q_{и}$ дуги при аргонодуговой сварке растет с увеличением длины дуги тока, что показано на рисунках 1 и 2.

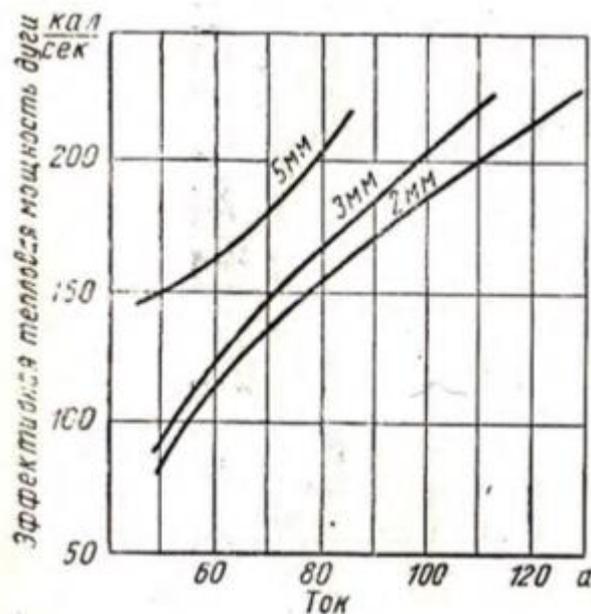


Рисунок 1 – Эффективная тепловая мощность дуги при аргодуговой сварке вольфрамовым электродом в зависимости от силы переменного тока для различной длины дуги (5,3 и 2 мм) [2]

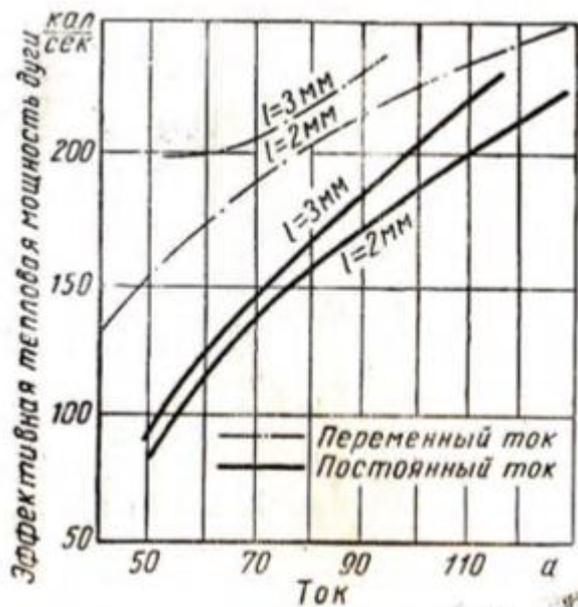


Рисунок 2 – Эффективная тепловая мощность дуги при аргодуговой сварке с питанием переменным и постоянным током, длина дуги 3 и 2 мм [2]

При одинаковых значениях тока при питании дуги переменным током $q_{и}$ несколько выше, чем $q_{и}$ при питании дуги постоянным током прямой полярности. Последнее объясняется тем, что напряжение дуги при обратной

полярности (вольфрам - анод) выше, чем при прямой полярности (вольфрам - катод). При сварке на переменном токе вольфрамовый электрод попеременно является то анодом, то катодом, и поэтому среднее напряжение дуги возрастает по сравнению с напряжением дуги постоянного тока прямой полярности. С увеличением же напряжения растет электрическая, а с ней и тепловая мощность дуги. Скорость сварки не влияет на тепловую мощность $q_{и}$ дуги [3].

1.3 Механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом

Ключевыми параметрами, влияющими на форму и размер шва являются: мощность дуги и процесс плавления проволоки. Существует череда компонентов, которые оказывают существенное влияние на поверхность сварочной ванны. Такие как: поток паров, газов и капель металла в столбе дуги. Из-за этого столб дуги опускается в основной металл, что приводит к увеличению глубины проплавления [4].

Шов, при механизированной сварке плавящимся электродом в среде защитных газов образуется вследствие проплавления основного металла пластин и расплавления электродной проволоки.

Важнейшим показателем интенсивности механического воздействия электрической дуги на сварочную ванну является её давление, которое зависит от концентрации потоков газа и металла. Чем больше давление – тем больше концентрация.

Размер капель электродного металла определяется составом металла и защитного газа, а также направлением и величиной тока. При сварке стали и некоторых сплавов током, превышающим некоторый критический, капельный перенос металла сменяется струйным. В этом случае сжимающее действие

тока становится настолько большим, что расплавленный металл на конце электрода стекает в дуговой промежуток в виде конической струи.

Механизированная сварка плавящимся электродом может выполняться под слоем флюса, в защитных газах и самозащитной порошковой проволокой. Механизированной сваркой в защитных газах сваривают соединения, имеющие стыковые и угловые швы. Сварка выполняется шланговыми полуавтоматами с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. Применяемые источники питания дуги имеют жесткую вольтамперную характеристику [4].

Механизированная сварка в защитных газах может производиться во всех пространственных положениях шва, из которых наиболее удобным является нижнее. Колебательные движения поперек оси шва сообщают электроду в зависимости от требуемой ширины шва, толщины свариваемого металла и формы подготовленных кромок.

Достоинства способа:

- повышенная производительность (по сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами);
- отсутствуют потери на огарки и затраты времени на смену электродом;
- надежная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- отсутствие шлаковой корки;
- возможность сварки во всех пространственных положениях.

Недостатки способа:

- большие потери электродного металла на угар и разбрызгивание;
- мощное излучение дуги;
- ограничение по сварочному току;
- сварка возможна только на постоянном токе.

В процессе сварки электродная проволока, электрическая дуга и ванна расплавленного металла должны быть защищены от окружающей атмосферы

струей аргона, поступающей из сопла сварочной горелки. Подачу аргона в зону сварочной дуги следует производить за 3 – 5 секунды до возбуждения дуги, а прекращать через 5 – 7 секунд после окончания сварки или обрыва дуги. При сварке плавящимся электродом ось сварочной горелки должна находиться в одной вертикальной плоскости с линией стыка свариваемых кромок. Сварку плавящимся электродом следует осуществлять «углом вперед» с наклоном сварочной горелки к изделию в $75 - 80^{\circ}$. В процессе сварки нельзя допускать коротких замыканий электродной проволоки на поверхность ванны расплавленного металла или свариваемого элемента, так как при этом жидкий металл выплескивается и в шве образуются поры. В таких случаях сварку следует прекратить, поверхность металла зачистить и дефектный участок вырубить. Конец электродной проволоки нужно отрезать (отделить кусачками); последнее следует делать перед каждым зажиганием дуги. Должны быть обеспечены хорошие контакты между мундштуком и электродной проволокой и исключены условия, вызывающие внезапное торможение электродной проволоки, например, сгибы проволоки, загрязнения её поверхности или мундштука [5].

2 Объект и методы исследования

2.1 Разработка конструкции

Разработали конструкцию согласно ГОСТ 22178-76, которая изображена на рисунках 3, 4.

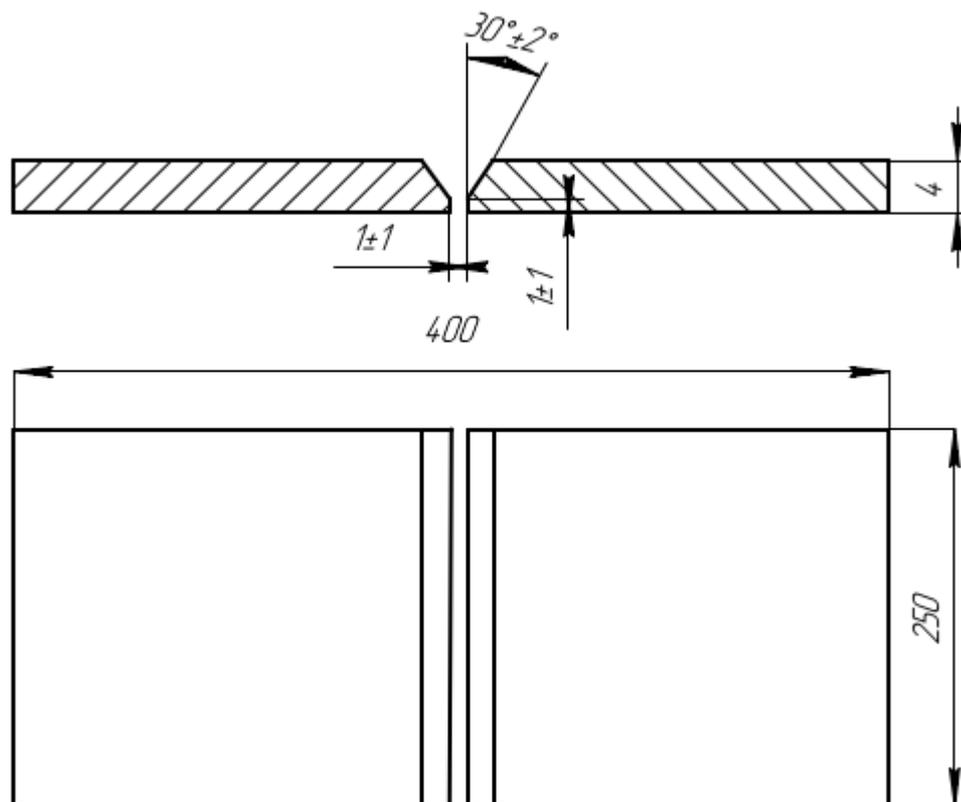


Рисунок 3 – Геометрические параметры сборки пластин под сварку

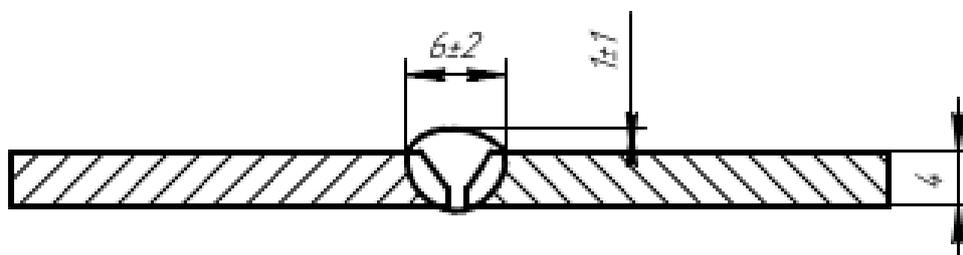


Рисунок 4 – Геометрические параметры сварки пластин

2.2 Химический состав и свойства конструкционного материала

BT5–1 — металлический сплав, основу которого составляет титан (TV), его содержание в BT5–1 может колебаться в диапазоне от 88.83% до 93.4%. Обязательно в сплаве BT5–1 присутствуют алюминий, олово [6].

Допустимое количество примесей определено в таблице химического состава по ГОСТ 19807 – 91, что показано в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав сплава BT5-1 [6]

Массовая доля элементов, %												
Al	Si	Fe	C	V	Si	Sn	Ti	N	Zr	O	H	Примесей
4.0-5.5	до 0.12	до 0.3	до 0.1	до 1	до 0.12	2-3	88.83- 93.4	до 0.05	до 0.3	до 0.15	до 0.015	Прочие примерно 0.3

Основные механические свойства сплава BT5-1 указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства сплава BT5-1 [6]

σ_B МПа	δ %	HB 10^{-1} МПа
735	8-15	241-321

2.3 Обоснование выбора сварочного оборудования

Выбор сварочных материалов производится для сплава BT5–1. Выберем для каждого вида сварки сварочные материалы, обеспечивающие требуемые свойства.

2.3.1 Выбор оборудования для ручной аргодуговой сварки

В настоящее время имеется огромный выбор различного оборудования и источников питания для аргодуговой сварки. Источник питания сварочной дуги должен отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать необходимую для данного технологического процесса силу тока и напряжение дуги;
- иметь необходимый вид внешней характеристики, чтобы выполнять условия стабильного горения дуги;
- иметь такие динамические параметры, чтобы можно было обеспечить нормальное возбуждение дуги и минимальный коэффициент разбрызгивания.

Согласно литературным и интернет данным, принимаем инверторную установку аргодуговой сварки QINEO GL 222 DC. Главным условием при выборе сварочного аппарата для сварки титановых сплавов – он должен поддерживать режим TIG и должен быть оснащен горелкой.

Отличительные функции аргодуговой установки:

- поддержка дуги высокочастотной вибрацией;
- постоянный/переменный ток, доступен режим TIG и MMA;
- стабильная дуга, мягкое управление;
- малые габариты и вес, низкий уровень шума.

Преимущества аппарата QINEO GL 222 DC:

- легкий и мобильный
- прочная конструкция
- идеален для применения на монтаже
- цифровой дисплей
- настройка необходимого тока
- увеличение возможностей настройки
- регулировка изменения тока в зависимости от ситуации

- подключение пульта дистанционного управления или ножной педали
- возможность подключения дополнительного блока для охлаждения

горелки сварочной горелки TIG

Может использоваться в процессах:

- аргодуговая сварка TIG DC
- ручная дуговая сварка MMA

Основные технические характеристики установки QINEO GL 222 DC приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные характеристики установки для аргодуговой сварки вольфрамовым электродом QINEO GL 222 DC

Напряжение в сети, В	220
Потребляемая мощность, кВт	6,3
Диапазон регулирования сварочного тока, А	5-220
Продолжительность нагрузки (ПН), % при I=250 А	60
Максимальная толщина свариваемой стали, мм	12
КПД, %	85
Габаритные размеры, мм	460x230x325
Масса, кг	18

Как видно из технических требований, данная установка полностью подходит для нашей заданной конструкции, а также соответствует всем предъявляемым требованиям для проведения качественного процесса сварки.

В комплектацию к принятому оборудованию дополнительно должны входить редуктор – расходомер и баллон с аргоном.

Для осуществления механизированной сварки в защитном газе аргон можно использовать полуавтомат с отдельным подающим механизмом EWM Taurus 351, так как он соответствует всем требованиям, предъявляемым для

качественной сварки, также он подходит под назначенные режимы сварки [7]. Основные характеристики полуавтомата EWM Taurus 351 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные характеристики полуавтомата EWM Taurus 351

Напряжение в сети, В	380
Потребляемая мощность, кВт	13.9
Диапазон регулирования сварочного тока, А	5-350
Продолжительность нагрузки (ПН), %	100
Скорость подачи электродной проволоки, м/мм	0.5-24
Диаметр электродной проволоки, мм	0.8-1.2
Габаритные размеры, мм	1100x445x1000
Масса, кг	125

2.3.2 Выбор материалов для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

Если толщина стыка не превышает 3 мм, то применяются электроды диаметром 1,5–2,0 мм без присадочного материала. Во всех остальных случаях толщина электрода соответствует толщине стыка, использование присадочной проволоки обязательно.

В нашем случае используем WT–20 – содержат оксид тория.

Это наиболее распространенные электроды, поскольку они первые показали существенные преимущества композиционных электродов над чисто вольфрамовыми при сварке на постоянном токе.

Однако торий – радиоактивный элемент низкого уровня, поэтому пыль, которая неизбежна при заточке, может быть вредной для здоровья сварщика и небезопасной для окружающей среды. Если их применять не так часто, то незначительные выделения не нанесут никакого ущерба здоровью. Но если

планируется постоянная работа такими электродами, то необходимо оборудовать место хорошей системой вентиляции.

Торированные электроды хорошо работают при сварке на постоянном токе и с улучшенными источниками тока, при этом, в зависимости от поставленной задачи можно менять угол заточки электрода. Они отлично сохраняют свою форму даже на больших токах, в отличие от чисто вольфрамовых электродов, которые начинают плавиться.

В отличие от предыдущих электродов этому типу не нужно придавать сферическую форму при сварке переменным током концу – достаточно сделать совсем небольшую выпуклость

Основные свариваемые металлы: нержавеющей стали, металлы с высокой температурой плавления (молибден, тантал), ниобий и его сплавы, медь, бронза кремниевая, никель и его сплавы, титан и его сплавы.

Выбор присадочной проволоки производится как по металлургическим, так и по технологическим свойствам. Согласно рекомендациям применим проволоку ВТ2св по ГОСТ 27265–87, следующего химического состава (таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав сварочной проволоки ВТ2св [8]

Массовая доля элементов, %								
Al	Si	Fe	C	Si	Ti	N	O	H
2.0-2.3	до 0.12	до 0.15	до 0.05	до 0.1	96.36-97	до 0.04	до 0.12	до 0.03

Для сварки титановых сплавов рекомендуется использовать аргон высшего сорта по ГОСТ 10157–79, для борьбы с трещинами следует применять материалы повышенной чистоты. Состав газа указан в таблице 6. В сварочном производстве используется аргон, поставляемый в газообразном состоянии. Газообразный аргон отпускают, хранят и транспортируют в

стальных баллонах (по ГОСТ 949–73), или автоцистернах под давлением $15\pm 0,5$ или $20\pm 1,0$ МПа при 293 °К. При поставке аргона в баллонах вместимостью 40 дм³ объём газа составляет 6,2 м³ (давление 15 МПа, температура 293 °К).

Таблица 6 – Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157–79 [9]

Ar, %, не менее	O ₂ , %, не более	N ₂ , %, не более	CO ₂ , %, не более	Содержание водяных паров, %, не более	Температура насыщения, К, не более
99.992	0.0007	0.006	0.0005	0.01	215

3 Результаты проведенного исследования

В данной выпускной квалификационной работе предлагается соотнести пару способов сварки и в итоге выбрать тот способ, который будет в наилучшем ключе влиять на производительность. В данной работе обратим внимание на механизированную дуговую сварку плавящимся электродом и на ручную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом. Проведем сравнительный анализ ключевых параметров этих видов сварки.

3.1 Выбор параметров для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

К основным параметрам сварки неплавящимся электродом соединений титановым элементом относятся: сварочный ток $I_{св}$, диаметр электрода $d_э$, скорость сварки $V_{св}$ и расход аргона Q . На условия сварки также влияет форма и внутренний диаметр сопла d_c горелки и расстояние от торца сопла до поверхности свариваемого элемента h_c [10].

Наиболее важным параметром режима является сварочный ток. При токе больше максимально допустимого на электроде образуются чрезмерно большие шарики расплавленного вольфрама, которые вибрируют и иногда отрываются; в этих случаях в сварных швах образуются нежелательные включения вольфрама. В пределах допустимых величин тока, чем выше ток, тем устойчивее горение дуги.

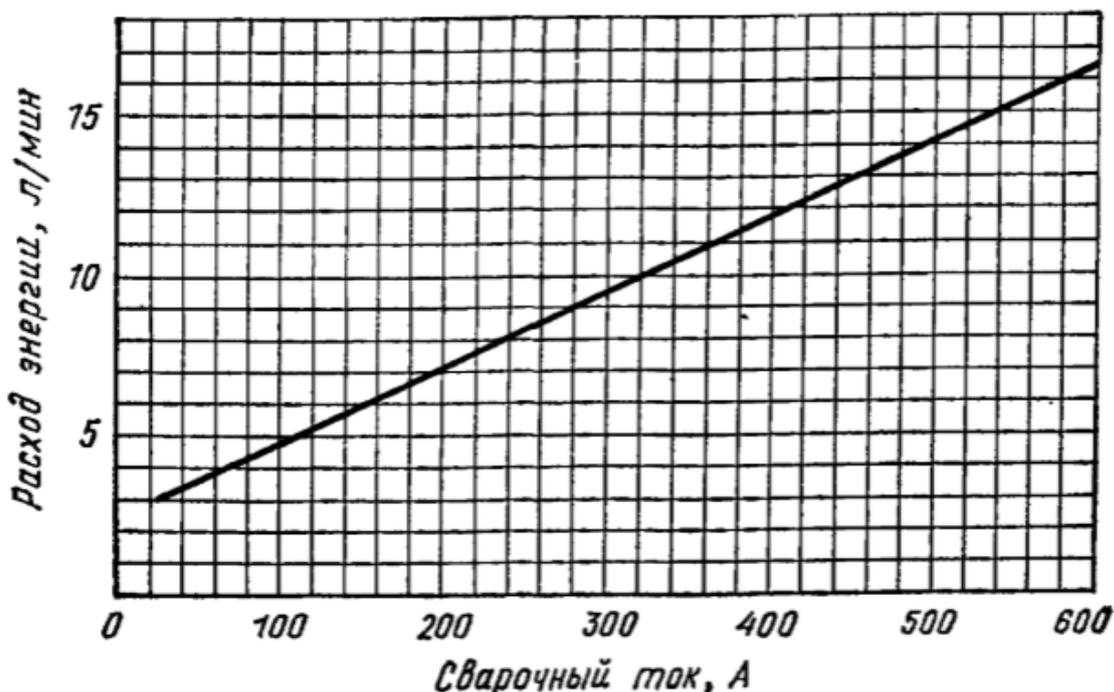


Рисунок 5 – Зависимость расхода аргона от величины сварочного тока [10]

Для наиболее эффективной газовой защиты должны быть выполнены следующие требования:

- сопло должно заканчиваться цилиндрической частью, длина которой должна быть равна диаметру выходного отверстия сопла;
- внутри сопла должны быть отражательные или выходные каналы;
- внутренние кромки сопла не должны иметь закруглений.

Для обычно применяемых режимов сварки диаметр выходного отверстия сопла должен составлять 12 – 18 мм.

При питании дуги постоянным током обратной полярности происходит разрушение пленки и хорошее сплавление расплавленных кромок металла. Но, при сварке на постоянном токе обратной полярности сила тока и мощность дуги органичны небольшой допустимой плотностью тока на вольфрамовом электроде.

Так как для расчёта режимов сварки неплавящимся вольфрамовым электродом не существует определённой методики, при их выборе воспользуемся рекомендациями из таблицы 7 и 8 [10].

Таблица 7 - Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки титана неплавящимся электродом

Тип соединения	b, мм	d _э , мм		Аргон		Число проходов
		Вольфрамовый электрод	Присадочная проволока	I _{св} , А	Расход газа, л/мин	
Стыковое	3-7	4,0 – 5,0	3,0 – 4, 0	200 - 300	7 – 8	2 – 4

С целью обеспечения эффективной газовой защиты для каждого режима сварки устанавливают оптимальный расход газа. Надежность защиты в процессе сварки определяется также диаметром и формой сопла горелки, расстоянием сопла от поверхности свариваемого изделия и другими факторами (например, отсутствием сквозняка на участке сварки).

Рекомендуются следующие диаметры сопла горелки в зависимости от диаметра электрода:

Таблица 8 - Выбор диаметра сопла горелки

Диаметр вольфрамового электрода, мм	2 - 3	4	5	6
Диаметр выходного отверстия сопла, мм	10 – 12	12 – 16	14 – 18	16 – 22

При выполнении швов на титане ручную неплавящимся электродом особые требования предъявляются в технике сварки. Угол между присадочной проволокой и электродом должен составлять около 90°. Присадка подается короткими возвратно-поступательными движениями. Недопустимы поперечные колебания вольфрамового электрода. Длина дуги обычно не превышает 1,5 – 2,5 мм, а расстояние от выступающего конца вольфрамового электрода до нижнего среза наконечника горелки при стыковых соединениях – 1 – 1,5 мм [10].

Для уменьшения опасности окисления размеры сварочной ванны должны быть минимальными. Сварку металла толщиной до 10 мм обычно ведут т.н.

«левым» способом, который позволяет снизить перегрев свариваемого металла. Скорость сварки должна соответствовать электрическому режиму и расходу инертного газа. Чрезмерный расход газа приводит к его турбулентному истечению и засасыванию в зону дуги воздуха, т.е. к нарушению газовой защиты. При малом истечении газа и чрезмерно большой скорости сварки защита зоны сварки будет недостаточной. Давление аргона в зависимости от расхода устанавливается в пределах 0,01 – 0,05 МПа. Подачу аргона включают за 3 – 5 с до возбуждения дуги, а выключают через 5 – 7 с после обрыва с помощью электромагнитного клапана, который устанавливается в цепи аппаратуры управления [10].

3.2 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними

На величину деформации влияет теплопроводность свариваемого металла: чем выше теплопроводность, тем равномернее распределяется тепловой поток и тем меньше деформация. Наличие сосредоточенного источника тепла (сварочное пламя, электрическая дуга), перемещающегося вдоль шва с какой-то скоростью и вызывающего неравномерное нагревание металла при сварке, является основной причиной возникновения внутренних напряжений и деформаций в сварных изделиях.

Различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температуры при сварке
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений, сопровождающихся переохлаждением аустенита в околошовной зоне и образования продуктов закалки мартенсита.

В зависимости от времени существования собственных напряжений и деформаций различают:

- остаточные, остаются в изделии после снятия нагрузки;

– временные, существующие в конструкции лишь в определенный момент времени.

В зависимости от размеров области, в пределах которой имеют место и взаимно уравниваются внутренние напряжения, различают:

– напряжения I рода – уравниваются в крупных объемах соизмеримых с размерами изделий или отдельных его частей;

– напряжения II рода – уравниваются в микрообъеме тела в пределах одного или нескольких зерен;

– напряжения III рода – уравниваются в объемах соизмеримых с атомной решеткой и связаны с искажениями атомной решетки.

Напряжения также можно разделить по направлению действия:

- продольные вдоль оси шва;
- поперечные перпендикулярно оси шва.

По виду напряженного состояния сварочные швы бывают:

- линейные (одноосные);
- плоскостные (двуосные);
- объемные (трехосные).

Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями. Весь комплекс борьбы со сварочными напряжениями и деформациями можно разделить на две группы:

– мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений или уменьшающих влияние: к таким мероприятиям можно отнести: последовательность сварки, закрепление, предварительный обратный выгиб, подогрев, интенсивное охлаждение свариваемых изделий;

– мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие напряжений: к таким мероприятиям можно отнести: механическая правка, проковка шва, термообработка, также можно предотвратить сварочные деформации за счет правильного выбора сварочных материалов, режимов

сварки, минимальное вложение погонной энергии и правильное определение способа сварки.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирование финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках ИР. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки;
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Суть работы заключается в исследовании и разработке процесса сварки неплавящимся электродом в аргоне дугой, горящей в динамическом режиме.

4.1 Оценка конкурентоспособности проекта

Для сравнения конкурентных технических решений воспользуемся таблицей 9.

Выберем способы сварки, которые будут рассматриваться:

1. Сварка неплавящимся электродом в аргоне
2. Аргонодуговая сварка плавящимся электродом
3. Ручная дуговая сварка

Таблица 9 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,1	3	4	3	0,5	0,2	0,3
2. Затраты сварочного материала	0,2	5	3	4	1	0,2	1
3. Качество сварного соединения	0,1	5	4	3	0,5	0,3	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,25
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,3
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 сокращения: Б_ф- Сварка неплавящимся электродом в аргоне; Б_{к1} – Аргонодуговая сварка плавящимся электродом; Б_{к2}- Ручная дуговая сварка

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum Vi \cdot Bi , \quad (1)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

Vi – вес показателя (в долях единицы);

Bi – балл i-го показателя.

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

4.2 SWOT-анализ

Чтобы оценить сильные и слабые стороны проекта во внутренней и внешней среде необходимо произвести SWOT – анализ. Для этого составим SWOT – матрицу, представленную в виде таблицы 10.

Таблица 10 - Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Простота работы с оборудованием С2. Отсутствие конкурентов на рынке С3. Актуальность проекта С4. Высокое качество сварных соединений	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокая стоимость оборудования Сл2. Развитие новых технологий Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок
Возможности: В1. Возможность быстрого внедрения в производство В2. Независимость от уровня квалификации рабочего В3. Повышение производительности труда	Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции

После того как сформированы четыре области, переходим ко второму этапу, на котором необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Для этого в рамках данного этапа строится интерактивная матрица, при этом каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если

есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивные матрицы представлены в таблицах 11-14.

Таблица 11 - Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

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

Таблица 12 - Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

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

Таблица 13 - Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	+	+	-

Продолжение таблицы 13

	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	+	-

Таблица 14 - Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

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

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 15.

Таблица 15 - SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Простота работы с оборудованием</p> <p>С2. Отсутствие конкурентов на рынке</p> <p>С3. Актуальность проекта</p> <p>С4. Высокое качество сварных соединений</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Развитие новых технологий</p> <p>Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок</p>
--	--	--

Продолжение таблицы 15

<p>Возможности:</p> <p>В1. Возможность быстрого внедрения в производство</p> <p>В2. Независимость от уровня квалификации рабочего</p> <p>В3. Повышение производительности труда</p>	<p>В1В2В3С1-за счет простоты работы с оборудованием увеличится возможность быстрого внедрения в производство, независимость от уровня квалификации рабочего и производительность труда.</p> <p>В1С2С3С4-отсутствие конкурентов на рынке, актуальность проекта и высокое качество сварных соединений также увеличит возможность быстрого внедрения в производство.</p>	<p>В3Сл1-высокая стоимость понесет за собой автоматизацию процессов сварки и увеличит производительность.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>У1У3С3-актуальность проекта повлечет за собой появление новых технологий и введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p> <p>У1С2-отсутствие конкурентов на рынке также вызовет появление новых технологий.</p>	<p>У2Сл1Сл3-высокая стоимость оборудования и непроработанность вопросов выхода на рынок будут способствовать отсутствию спроса на новые технологии.</p> <p>У1У3Сл2-развитие технологий повлекут за собой появление новых и введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

В таблице 16 прописаны этапы проекта и исполнители проекта.

Таблица 16 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание 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
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Составление функциональной и принципиальной схем установки	Научный руководитель, студент
	8	Сбор необходимых элементов для схемы	Научный руководитель
	9	Сборка установки	Научный руководитель, студент
	10	Сварка образцов	
	Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов
12		Вывод по цели	

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Рассчитаем трудоемкость выполнения работы.

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

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 %.

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

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

$t_{ожі}$ – 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.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.47.$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (таблица 17).

После заполнения таблицы 17 строим календарный план-график (таблица 18).

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 17 – 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	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	Научный руководитель	3	5
Анализ актуальности темы	1	2	1,4	Научный руководитель	2	3
Поиск и изучение материала по теме	7	10	8,2	Студент	9	14
Выбор направления исследований	2	4	2,8	Научный руководитель	3	5
Календарное планирование работ	1	2	1,4	Научный руководитель	2	3
Изучение литературы по теме	7	9	7,8	Студент	8	12
Составление технологических карт на сборку и сварку пластин	12	15	13,2	Научный руководитель, студент	14	21
Сбор необходимых элементов для осуществления сварки образцов	3	6	4,2	Научный руководитель	5	7

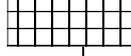
Продолжение таблицы 17

Сборочные операции	7	9	7,8	Научный руководитель, студент	8	12
Сварка образцов	2	3	2,4	Научный руководитель, студент	2	3
Анализ результатов	1	2	1,4	Научный руководитель, студент	1	2
Вывод по цели	1	2	1,4	Научный руководитель, студент	1	2

Таблица 18 - Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ работ	Исполнители	Т _{кi} , кол.дн.	Продолжительность выполнения работ											
			Март			Апрель			Май					
			1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Науч. рук.	5												
2	Науч. рук.	3												
3	Студент	14												
4	Науч. рук.	5												
5	Науч. рук.	3												
6	Студент	12												
7	Науч. рук, студент	21												

Продолжение таблицы 18

8	Науч. рук.	7								
9	Науч. рук, студент	12						 		
10	Науч. рук, студент	3						 		
11	Науч. рук, студент	2						 		
12	Науч. рук, студент	2						 		

 -научный руководитель;  -студент

4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

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

Все материальные расходы занесены в таблицу 19.

Таблица 19 – Материальные затраты

№	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед, руб.	Затрат на материалы, (З _м), руб.
1	Лист из сплава BT5-1	Шт.	4	2854	11417
2	Электроды вольфрамовые	Шт.	10	300	3000
3	Сварочная проволока	Кг.	1	2500	2500
				Итого	16917

4.4.2 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.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Источник питания	1	30	40
Итого:				40

4.4.3 Основная 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. 20.

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (8)$$

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

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

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

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где: Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (10)$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (то есть 30% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

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

Баланс рабочего времени приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	52/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	24/15	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	260	265

Должностной оклад работника в месяц:

Для научного руководителя:

$$Z_m = 24800 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 48360 \text{ руб.}$$

Для студента:

$$Z_m = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}$$

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя)

$$Z_{\text{дн}} = \frac{48360 \cdot 11,2}{260} = 2083,2 \text{ руб.}$$

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя)

$$Z_{\text{дн}} = \frac{48360 \cdot 11,2}{265} = 2044 \text{ руб.}$$

Результаты занесены в таблицу 22.

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	Z_m , руб	$Z_{\text{дн}}$, руб	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб
Науч. р.	24800	0,3	0,2	1,3	48360	2083,2	41	85411
Студент	17000	0,3	0,2	1,3	33150	2044	43	87892
Итого:								173303

4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где: $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Для научного руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 85411 = 12812 \text{ руб.}$$

Для студента:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 87892 = 13184 \text{ руб.}$$

4.4.5 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (12)$$

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

Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30,2 %.

Для научного руководителя:

$$З_{внеб} = 0,302 \cdot (85411 + 12812) = 29467 \text{ руб.}$$

Для студента:

$$З_{внеб} = 0,302 \cdot (87892 + 13184) = 30323 \text{ руб}$$

Результаты отчислений приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	85411	12812
Студент	87892	13184
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого	59790	

4.4.6 Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}/5) \cdot K_{\text{нр}}, \quad (13)$$

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:

$$Z_{\text{накл}} = (276200/6) \cdot 0,16 = 7365 \text{ руб.}$$

4.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Результаты всех расходов приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб
Материалы, сырье	16917
Специальное оборудование	40000
Основная заработная плата	173303
Дополнительная заработная плата	25996
Отчисление на социальные нужды	59790
Накладные расходы	7365
Бюджет	323371

4.5 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности исследовательской работы получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве вариантов исполнения были выбраны ближайшие аналоги:

1. Импульсное управление порошковой проволокой (исп. 2);
2. Импульсное управление собственным магнитным полем (исп. 3).

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (14)$$

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).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{283565}{300000} = 0,94; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{300000}{300000} = 1; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{270000}{300000} = 0,9.$$

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (15)$$

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 экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;
 n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 25).

Таблица 25 – 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	3,15	3,8

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

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

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,8 .$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (16)$$

$$I_{исп1} = \frac{4.5}{1} = 4.5; \quad I_{исп2} = \frac{3.15}{0.76} = 4.14; \quad I_{исп3} = \frac{3.8}{0.83} = 4.57 .$$

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}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп\ i}}{I_{исп\ max}} \quad (17)$$

Таблица 26 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,76	0,83
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,15	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,14	4,57
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.

4.6 Выводы по разделу

1) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали;

2) проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом;

3) был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 41 рабочий день, студенту 43 рабочих дня;

4) при планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) Рассчитан бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 323371 рублей.

5 Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования является разработка технологического процесса сборки и дуговой сварки пластин из титанового сплава.

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

5.1 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 производственным помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003–86.

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

При установке однопостового источника питания у стены расстояние от стены до источника должно быть не менее 0,5 м;

Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2 м;

Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека;

Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.;

Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств;

Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты;

Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4);

Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности;

Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола;

Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов

взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

5.2 Производственная безопасность

В таблице 27 представлены опасные и вредные факторы при эксплуатации процесса аргонодуговой сварки.

Таблица 27 - Опасные и вредные факторы при эксплуатации процесса сварки дугой, горящей в динамическом режиме.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Повышенный уровень вибрации			+	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Вибрационная безопасность»; СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»; ГОСТ 12.4.254-2013 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах. Общие технические условия»
Освещенность рабочей зоны	+	+	+	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
Вредные вещества		+	+	
Электрический ток	+	+	+	
Термические и химические ожоги, ожоги роговицы глаз		+	+	
Короткое замыкание	+	+	+	
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования			+	

Продолжение таблицы 27

Шум		+	+	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
Психофизиологические факторы (умственное перенапряжение, стрессовые эмоциональные перегрузки, повышенная нагрузка на органы чувств)	+	+	+	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества»;
				ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность»;
				ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность»;
				ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ «Электробезопасность»;
				ГОСТ 12.1.035–81 ССБТ «Оборудование для дуговой и контактной электросварки»;
				ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ «Шум».

5.2.1 Повышенный уровень вибрации

Источником вибрации при эксплуатации является используемое оборудование на вибрационном станке, действия которых основано на вибрации и ударах, а также мощные электрические установки, а именно: насос, электродвигатель и гидромотор.

Амплитуда вибрации в помещении должна составлять не более $0,0072 \cdot 10^{-3}$ м при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. На производстве станки работают в диапазонах близких к 60 Гц. Соответственно, не возникает пагубного влияния на организм человека.

Для того, чтобы снизить уровень вибрации до требуемого уровня используются методы защиты оператора от вибрации. Существуют следующие методы, такие как: правильное размещение специального оборудования устройства и оптимальные режимы работы установки.

Чтобы снизить уровень вибрации в цехе, необходимо своевременно осуществлять ремонт оборудования и вовремя смазывать трущиеся поверхности деталей. При работе с оборудованием используются индивидуальные средства защиты: обувь с амортизирующими подошвами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками.

5.2.2 Освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк.

Различают естественное и искусственное освещение.

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

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

Для освещения нашего цеха необходимо использовать, как правило, газоразрядные источники света: лампы ДРЛ, ДРИ; для освещения высоких цехов (до 4 м) большой площади - люминесцентные лампы. Допускается применение ламп накаливания. Для местного освещения рекомендуются светильники с непрозрачными отражателями, имеющими защитный угол $\geq 30^\circ$. Если светильники расположены ниже глаз сварщика, то защитный угол может быть в пределах 10... 30°.

При сварке внутри емкостей освещение осуществляется светильниками направленного света, установленными вне свариваемого объекта, или ручными переносными светильниками, оборудованными защитной сеткой. Освещенность в этих случаях должна быть ≥ 30 лк. При этом трансформатор для переносных светильников нужно устанавливать вне свариваемого объекта с обязательным заземлением вторичной обмотки трансформатора. Не допускается применение автотрансформаторов.

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

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (Кп) должен быть не больше 10%. Коэффициент естественного освещения для наших сварочных и сборочно-сварочных работ должен быть не менее 1.5 % при боковом и 5 % при верхнем или комбинированном освещении.

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

при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

5.2.3 Отклонение показателей микроклимата

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

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

5.2.4 Вредные вещества

При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса находятся вредные для здоровья оксиды металлов, а также газообразные соединения. Стационарные автоматические установки для сварки под слоем флюса должны быть оборудованы пылегазоотсасывающими и флюсоуборочными устройствами.

Основными вредными веществами в составе сварочного аэрозоля при автоматической сварке являются фтористые соединения и их выделение резко возрастает с увеличением содержания фтористого кальция во флюсе. Фтористые соединения относятся ко 2 классу опасности. Нормы и показатели этих соединений должны соответствовать таблице 29 (ГОСТ 12.1.007-76).

Таблица 29 – Нормы и показатели фтористых соединений

Наименование показателя	Нормы для класса опасности
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/ м	0,1-1,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	15-150
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	100-500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м	500-5000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	300-30
Зона острого действия	6,0-18,0
Зона хронического действия	10,0-5,0

При выполнении работ по сварке пластин из титана нормы и показатели выделения фтористых соединений соответствуют ПДК.

5.2.5 Электрический ток

При аргонодуговой сварке каждый сварочный аппарат должен быть оснащен отдельным заземляющим проводом непосредственно с заземляющей магистралью, все части автоматов и полуавтоматов должны

быть надежно заземлены, плавкие предохранители должны соответствовать паспортным данным, шкафы, пульта должны иметь дверцы с блокировкой, отключающей первичное напряжение при их открытии.

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-2017.

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

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

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

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

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают: защитное заземление; зануление; системы защитного отключения; защитное разделение сетей; предохранительные устройства.

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

5.2.6 Термические ожоги

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, в соответствии ГОСТ 12.4.254–2013 шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла ГОСТ 12.4.250–2019.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

Для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Требования по безопасности согласно ГОСТ 12.2.003–91.

Для защиты роговицы глаз и лица следует использовать средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах ГОСТ 12.4.254–2013.

5.2.7 Движущиеся машины

При работе применяются автомат для сварки под флюсом, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися частями машин.

В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

Проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.

Для большей безопасности работы необходимо выставить предупредительные таблички о наличии передвигающихся механизмов.

5.2.8 Уровень шума на рабочем месте

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–81. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

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

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- изоляции источников шумов;
- проведение акустической обработки помещения;
- создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;

– использование СИЗ.

5.2.9 Психофизиологические факторы

Из психофизических факторов, возникающих при ремонте нефтепровода в трассовых условиях, можно отметить повышенную нагрузку на органы чувств (зрение, слух), умственное перенапряжение, стрессовые эмоциональные перегрузки.

Для профилактики возникновения данных факторов предлагается:

- уменьшить плотность рабочего времени;
- исключить случайно возникающие перебои в работе, организовать ритмизацию трудовых процессов;
- организовать правильный режим труда и отдыха, в частности 30 минутный перерыв после каждых двух часов непрерывной работы или 15 минутный перерыв на каждый час работы.

5.3 Экологическая безопасность

При выполнении работы образовывались следующие отходы: вредные газы, пыль, шлаковые корки и промышленный мусор.

Загрязнители атмосферы поступают в воздух через вентиляционные выбросы, их концентрация относительно невелика, однако из-за огромных валовых выбросов через вентиляцию атмосфера получает большое количество загрязнения. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения. Что касается шлаковых корок: можно механически примешивать к флюсу некоторое количество измельченной шлаковой корки, не ухудшая этим заметно качество металла шва или наплавки.

В помещении необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для стружки, стекла, металлических частей, пластика.

ГОСТ 10700-97 Макулатура бумажная и картонная.

ГОСТ Р 55102-2012 Обращение с отходами.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. Наиболее типичной ЧС является пожар.

Наш сварочный пост относится к категории Г по пожарной опасности (умеренная пожароопасность) в соответствии с СП 12.13130.2009.

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

С целью предотвращения пожаров необходимо:

Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

Курить только в отведенных для курения местах.

Проверять уровень нормы газа аргона в помещении, проветривать помещение.

В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «101» пожарную службу.

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

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

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели). Осуществляется дистанционный контроль количества кислорода в окружающем воздухе с помощью автоматических или ручных приборов. Согласно нормам, в воздухе должно присутствовать не меньше 19 % кислорода.

Для локализации или ликвидации возгорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

5.5 Выводы по разделу

Целью раздела «Социальная ответственность» было рассмотрение характеристики объекта исследования и области его применения, и различных факторов, влияющих на рабочих, и окружающую среду.

В разделе производственная безопасность проведён анализ опасных и вредных факторов, оказывающих негативное действие на рабочего и представлены меры по снижению влияющих вредных факторов.

В разделе экологическая безопасность произведён анализ воздействия объекта окружающую среду и разработаны решения по обеспечению экологической безопасности.

В разделе безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС) рассмотрены возможные ЧС на рабочем месте, выбрана наиболее типичная ЧС для объекта, которой является пожар.

При выполнении раздела было выявлено, что рабочее место соответствует нормативно техническим документам.

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы в первую очередь был произведен обзор литературы, касающийся основ сварочного производства, а в частности – сварки титановых сплавов. После усвоения новой информации было произведено описание сварной конструкции. Затем мы обосновали выбор сварки, режимов сварки, сварочных материалов и оборудования. После чего изучили сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

При рассмотрении аргонодуговой сварки неплавящимся электродом было выявлено, что данный процесс имеет множество достоинств и пользуется актуальностью. При этом аргонодуговой сварки неплавящимся электродом имеет и недостатки. К этим недостаткам относится небольшая производительность по сравнению с остальными способами сварки. Сварку неплавящимся электродом в среде защитных газов используют, когда требуется повышенное качество сварного соединения.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был рассчитан бюджет проекта, равный 323371 рублей.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены опасные и вредные факторы, экологическая безопасность и чрезвычайные ситуации. Было выявлено, что рабочее место соответствует нормативно техническим документам. Применение аргонодуговой сварки неплавящимся электродом обеспечивает безопасность рабочего от излучения дуги, повышенной температуры воздуха рабочей зоны, искр и брызг расплавленного металла.

Список использованных источников

1. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. совет: К.В. Фролов и др. Том II-3. Цветные металлы и сплавы. Композиционные металлические материалы / Под ред. И.Н. Фридляндера. М.: Машиностроение, 2001. – 880 с.
2. Справочник по сварке цветных металлов / Гуревич С.М.; Отв. Ред. Замков В.Н. – 2–е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук.думка, 1990. – 400 с.
3. Бродский А.Я. Аргодуговая сварка вольфрамовым электродом. М., Машгиз 1956. – 97 с.
4. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. – Москва: Машиностроение 1974. – 767с.
5. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. – Москва: Машиностроение 1977. – 432с.
6. А.Я. Бродский / Аргодуговая сварка вольфрамовым электродом / Москва: Машиностроение 1956. – 167 с.
7. Белинский А.Я., Каганский Б.А., Темкин Б.Н. Оборудование для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов. – Л.: Энергия, 1975. – 100 с.
8. Кононенко В.Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом: Справочник для студентов. – К.: Изд.Центр «Ника-Принт», 2007. – 266с.
9. Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов: Пособие для студентов. – М.: Изд.Центр «СОУЭЛО», 2008. – 74с.
10. ГОСТ 14771 – 76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Изд.Центр «Стандартинформ», 2003. – 39с.
11. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

12. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования»
13. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
14. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
15. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»
16. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования»
17. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»
18. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»
19. ГОСТ 12.4.254-2013 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах. Общие технические условия»
20. ГОСТ 12.4.250-2019 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ).