

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии дуговой сварки листов из сплава АМг6

УДК 621.791.75'62'46.03

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Клешня Александр Игоревич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по программе

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

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

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

Школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Клешня Александру Игоревичу

Тема работы:

Разработка технологии дуговой сварки листов из сплава АМгб	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019, № 3648/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы на предмет современного состояния процесса сварки алюминиевых сплавов. 2. Особенности сварки в инертном газе. 3. Обоснование выбора способа сварки. 4. Разработка режимов сварки. 5. Оборудование. 6. Контроль качества. 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность. 9. Заключение.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Название работы, фамилии участников. 2. Цели и задачи работы. 3. Полученное изделие. 4. Способы сварки. 5. Используемое оборудование. 6. Особенности сварки алюминиевого сплава. 7. Предложения по решению данных проблем. 8. Предлагаемые режимы сварки. 9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение. 10. Социальная ответственность. 11. Выводы по работе.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-3 пп.</p>	<p>Киселев А.С.</p>
<p>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение</p>	<p>Подопригора И.В.</p>
<p>5. Социальная ответственность</p>	<p>Панин В.Ф.</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28.02.2019</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ОЭИ</p>	<p>Киселев А.С.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>1В51</p>	<p>Клешня А.И.</p>		

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Уровень образования **бакалавриат**
 Отделение **электронной инженерии**
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.04.2019 г.	Введение	10
29.04.2019 г.	Особенность сварки алюминиевых сплавов	15
07.05.2019 г.	Обоснование выбора способа сварки	15
10.05.2019 г.	Разработка режимов сварки	25
14.05.2019 г.	Оборудование	5
17.05.2019 г.	Контроль качества	5
20.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение.	10
29.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
30.05.2019 г.	Заключение	5

**СОСТАВИЛ:
Руководитель ВКР**

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 84 с., 6 рис., 26 табл., 13 источника.

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

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

Предмет исследования – листы из сплава АМгб.

Цель работы – является разработка технологии дуговой сварки листов из сплава АМгб.

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 АМгб.

Область применения: данная сварная конструкция может применяться в разных отраслях: нефтяной, газовой, электрической промышленности, а также в коммунальном, сельском хозяйстве и кораблестроении.

Экономическая эффективность: сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии во втором 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.

Оксидная пленка - когда только что изготовленная поверхность алюминия входит в контакт с атмосферой, она моментально покрывается тонкой оксидной пленкой, которая имеет свойство восстанавливаться после повреждения.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»
2. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация»
3. ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования»
4. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (с изменениями на 15 марта 2010 года)»
6. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
7. СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы»
8. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»

9. СанПиН 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»
10. ГОСТ 12.1.005–88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)»
11. ГОСТ 12.1.035–81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений»
12. СНиП 23-05-2010 «Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1)»
13. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
14. Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12. 2014)
15. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681
16. ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности (с Изменением N 1)»

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

- G_B – масса сварочной ванны;
- I_d – ток дуги;
- U_d – напряжение на дуге;
- $I_{св}$ – сварочный ток;
- T_n – период следования тепловых импульсов за счет тока;
- t_n – полная длительность импульса;
- t_c – время паузы;
- H – глубина сварочной ванны;
- B – ширина сварочной ванны;
- L – длина сварочной ванны;
- V – объем сварочной ванны;

- $V_{св}$ – скорость сварки.
- $V_{пэл}$ – скорость подачи электродной проволоки
- α_p – коэффициент расплавления
- $\psi_{п}$ – коэффициент потерь
- $\psi_{п}$ – коэффициент формы провара

Оглавление

Введение.....	13
1. Описание сварной конструкции	14
1.2 Химический состав и свойства конструкционного материала	14
1.3 Оценка свариваемости.....	15
2 Обоснование выбора сварки, режимов, сварочных материалов и оборудования	19
2.1 Обоснование выбора способа сварки	19
2.1.1 Сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом	19
2.1.2 Технология сварки неплавящимся электродом	21
2.1.3 Тепловые особенности дуги при сварке неплавящимся электродом ..	22
2.1.4 Механизированная сварка в защитных газах плавящимся электродом	24
2.2 Обоснование выбора сварочных материалов.....	27
2.2.1 Выбор материалов для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.....	28
2.2.2 Выбор материалов для механизированной сварки в защитных газах плавящимся электродом.....	29
2.3 Расчет режимов сварки.....	31
2.3.1 Выбор параметров для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.....	31
2.3.2 Расчет режимов для механизированной сварки в среде аргона плавящимся электродом.....	35
2.4 Обоснование выбора сварочного оборудования	37
2.4.1 Выбор оборудования для ручной аргонодуговой сварки	37
3 Технология сборки	39
3.1 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними	42
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	46
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	47
4.1.3 SWOT – анализ.....	48

4.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	49
4.3	Планирование научно-исследовательских работ	50
4.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	50
4.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	50
4.3.3	Разработка графика проведения научного исследования	51
4.3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	55
4.3.5	Расчет материальных затрат НТИ	55
4.3.6	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	56
4.3.7	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы ...	56
4.3.8	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	58
4.3.9	Накладные расходы	59
4.3.10	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	59
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	60
5.	Социальная ответственность	65
5.1	Введение.....	65
5.2	Производственная безопасность	66
5.3	Экологическая безопасность.....	72
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	73
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	75
	Заключение	78
	Список использованных источников	79
	Приложение А	81
	Приложение Б.....	84

Введение

При написании данной работы была использована научная отечественная и зарубежная литература. Основным источником, раскрывающим теоретические аспекты аргодуговой и механизированной сварки, является учебное пособие [1].

Повышение эффективности и улучшение качества производимых металлоконструкций является актуальной задачей на сегодняшний день. Одним из путей её решения можно выделить разработку и внедрение технологических процессов и оборудования, отвечающих мировым стандартам. Сварка занимает лидирующее положение среди технологических способов получения неразъемного соединения металлоконструкций различного назначения. Перспективным направлением считается развитие механизированной сваркой плавящимся электродом в среде защитного газа.

Большие преимущества сварки обеспечили её широкое применение в народном хозяйстве. Сваркой называется технологический процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместным действием того и другого.

Объектом исследования является: разработка технологии сборки и сварки листов из сплава АМгб.

Предмет исследования – дуговая сварка листов из сплава АМгб, углового соединения, толщиной 7 мм. Разработанный технологический процесс сварки должен не только обеспечивать получение надежных сварных соединений и конструкций, отвечающих всем эксплуатационным требованиям, но должен также допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия.

1. Описание сварной конструкции

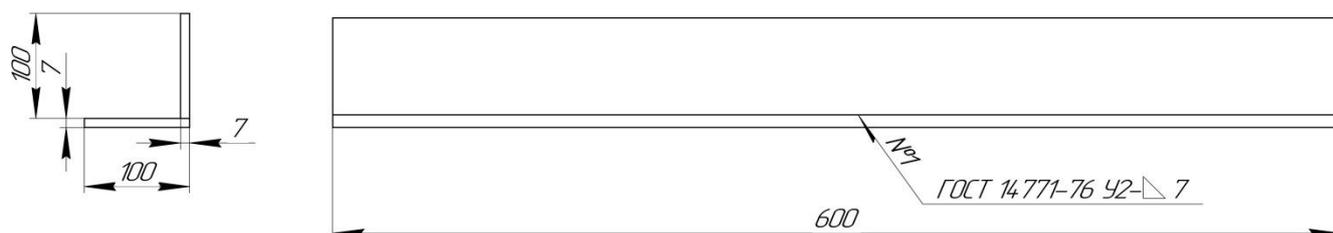


Рисунок 1 – Геометрические параметры

1.2 Химический состав и свойства конструкционного материала

Сплав АМгб – деформируемый алюминиевый сплав системы Al-Mg-Mn – сочетает удовлетворительную прочность с хорошей пластичностью, коррозионной стойкостью и хорошей свариваемостью. Это определяет широкое применение сплава АМгб в судостроении, строительстве, ракетостроении и авиации. Обычное значение удлинения сплава АМгб до разрыва не превышает 15–20% при комнатной температуре и составляет 50–60% при температурах 200–300 °С [2].

Таблица 1 - Химический состав сплава АМгб [2]

Al	Массовая доля элементов, %						
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
91.1 – 93.68	0.4	0.4	0.1	0.5-0.8	5.8-6.8	0.2	0.02-0.1

Таблица 2 - Механические свойства сплава АМгб [2]

σ_B МПа	$\sigma_{0,2}$ МПа	δ %	НВ 10^{-1} МПа	ρ кг/м ³
315	155	15	65	2650

Помимо всех вышеперечисленных элементов, состав АМгб иногда легируют хромом и ванадием. По своему назначению они близки к титану и повышают технологические свойства АМгб [2].

1.3 Оценка свариваемости

Наличие оксидной пленки на поверхности сплава затрудняет процесс сварки. Обладая высокой температурой плавления (2050°C), оксидная пленка не расплавляется в процессе сварки и, покрывая металл прочной оболочкой, затрудняет образование общей сварочной ванны. Поэтому перед сваркой требуется тщательная подготовка поверхности по удалению старой оксидной пленки [3].

Технологический процесс сварки сплава АМгб состоит из следующих этапов:

1. подготовка изделия под сварку;
2. предварительный подогрев деталей;
3. сварка;
4. последующее охлаждение;
5. контроль.

Повышенная склонность алюминиевых сплавов к порообразованию является одним из главных затруднений на пути получения сварных соединений высокого качества. Основной причиной пористости в алюминиевых сплавах является присутствие в них водорода. Кроме водорода, в сварочную ванну возможно попадание азота и кислорода. Азот практически не растворяется в алюминии, а дает нитрид алюминия, переходящий в шлак, и поэтому не оказывает существенного влияния на образование пористости. При сварке в защитных газах кислород в сварочную ванну обычно попадает в небольших количествах, так как содержание его в защитных газах строго ограничено. Кислород, попадающий в ванну, соединяется с алюминием в окисел Al_2O_3 и, очевидно, также не влияет на появление пористости в металле шва.

Образование пористости зависит от чистоты исходного металла, качества подготовки под сварку поверхности свариваемого и присадочного материалов, чистоты защитных газов, состава защитной атмосферы, качества травления и полноты удаления продуктов травления, способа сварки, параметров сварки, вида переноса капель металла и других факторов. Основным источником насыщения металла шва атомарным водородом является влага, адсорбированная окисной пленкой на поверхности сварочной проволоки и свариваемых кромок. Избыток газообразного водорода в металле объясняется повышением растворимости газов, особенно водорода, в жидком алюминии и скачкообразным уменьшением растворимости его в кристаллизующемся металле [4].

По мере остывания сварочной ванны из-за резкого падения растворимости атомарный водород стремится выделиться, но, встречаясь и объединяясь с другими атомами водорода, с центрами кристаллизации и загрязнениями в металле, рекомбинирует в молекулы и образует газовые пузыри. Эти пузыри всплывают, пока позволяет вязкость окружающего металла. Не успевшие всплыть газовые пузыри после кристаллизации металла остаются в нем в виде неплотностей, как правило, сферической формы – газовой пористости.

Кроме газовой пористости, имеющей сферическую форму, различают усадочную пористость, не имеющую определенной формы и располагающуюся по границам зерен [4].

По уменьшению пористости сварных соединений разработано много рекомендаций, которые можно разделить на две группы:

1. организационно-технические и технологические;
2. металлургические.

Ниже приведены основные организационно-технические и технологические рекомендации по уменьшению пористости.

1. Поверхностная окисная пленка на присадочной проволоке и основном металле гигроскопичная, поэтому для уменьшения пористости следует тщательно удалять её перед сваркой.

2. Одной из причин возникновения пористости является нарушение газовой защиты шва при сварке. Образование турбулентных потоков газа приводит к перемешиванию воздуха с расплавленным металлом и, как следствие, к повышенному его загрязнению. Установлено, что характер потока защитного газа (ламинарность или турбулентность) зависит от расхода газа, скорости истечения, диаметра сопла, вылета вольфрамового электрода, расстояния сопла до изделия и типа сварного соединения [5]. Оптимальные значения этих параметров определяют экспериментально.

3. На увеличение пористости оказывают влияние остатки на поверхности свариваемых и присадочных материалов продуктов травления NaOH [6], поэтому необходимо обеспечить тщательную промывку деталей и проволоки после травления.

4. Для уменьшения пористости необходимо повышать чистоту присадочной проволоки. При этом следует стремиться к относительному уменьшению площади поверхности присадочной проволоки, т.е. применять присадочную проволоку, возможно, большего диаметра.

5. Объем пористости в сварных швах алюминиевых сплавов возрастает при увеличении выдержки свариваемых кромок и присадочной проволоки после их обработки до момента сварки. Поэтому необходимо предельно сокращать эту выдержку. Проводятся работы по увеличению допустимого времени от подготовки деталей к сварке до сварки.

6. Одним из способов уменьшения пористости является правильный выбор защитных газов. Например, при применении в качестве защитной среды смеси Ar + He (65 – 75 % He по объему) пористость уменьшается [6]. При этом большое значение имеет чистота защитных газов.

Металлургические рекомендации основаны на том, что уменьшение пористости возможно либо за счет ограничения протекания реакции взаимодействия жидкого металла с влагой путем увеличения скорости кристаллизации сварочной ванны, либо, наоборот, за счет создания условий для полного протекания реакции удаления водорода путем увеличения продолжительности существования жидкой ванны.

Плотность АМгб равняется 2650 кг/м^3 , что делает выгодным ее применение в металлоконструкциях, к которым предъявляются строгие требования по массе.

Сплав марки АМгб не вступает в химическую реакцию с атмосферными газами и большинством слабо концентрированных кислот и щелочей. Однако это все становится возможным только при проведении отжига с низкой скоростью охлаждения. Но помимо достоинств, существует и ряд минусов у сплава АМгб. Наиболее значимыми являются: низкий предел текучести, для нивелирования этого недостатка используют дополнительное легирование цинком до 0.8 % или же проводят нагортовку поверхности металла. Так же одним из минусов является неспособность упрочняться при проведении термической обработки. Алюминиевые сплавы с содержанием магния ниже 8% не поддаются термическому упрочнению [6].

2 Обоснование выбора сварки, режимов, сварочных материалов и оборудования

2.1 Обоснование выбора способа сварки

В данной выпускной квалификационной работе предлагается сравнить два способа сварки и впоследствии заменить на наиболее производительный способ, рассмотрим ручную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом и механизированную дуговую сварку плавящимся электродом свАМгб. Проведем сравнение параметров этих видов сварки.

2.1.1 Сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом

Электрическая дуга, являющаяся источником тепла, горит между концом неплавящегося вольфрамового электрода и изделием. Окружающее зону сварки пространство заполнено инертным газом – аргоном. Сварка может производиться в камере, наполненной инертным газом, или газ направляется в зону сварки струей, вытекающей из сопла специальной горелки. Струя инертного газа окружает зону сварки, защищая расплавленный и нагретый до высокой температуры сплав, электрод и присадочный пруток (если последний применяется) от воздействия кислорода и азота воздуха, предупреждая окисление и азотирование металла. Кроме того, непрерывный поток инертного газа суживает зону распространения тепла вблизи шва [7].

К основным преимуществам сварки в среде защитных газов относятся:

- отсутствие необходимости применения флюсов или обмазок, а, следовательно, и очистки швов 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 кислородом и азотом воздуха;

- возможность наблюдения за открытой дугой, чем облегчается управление процессом сварки.

Недостатки способа сварки неплавящимся электродом:

- низкая производительность;

- необходимость в устройствах, обеспечивающих начальное возбуждение дуги;

- высокая скорость охлаждения сварного соединения.

Аргонодуговую сварку неплавящимся электродом, можно использовать для соединения материалов различной толщины (от десятых долей до десятков миллиметров). Применение аргона с различными теплофизическими свойствами и их смесей изменяет тепловую эффективность дуги и условия ввода тепла в свариваемые кромки и расширяет технологические возможности процесса сварки. Сварка в аргоне неплавящимся электродом обеспечивает формирование швов в различных пространственных положениях, что позволяет применять этот способ вместо ручной дуговой сварки покрытыми электродами [7].

Сварку вольфрамовым электродом производят в аргоне по ГОСТ 10157-2016 и гелии или их смесях и применяют обычно для материала толщиной до 5-7 мм. В зависимости от толщины и конструкции сварного соединения сварку вольфрамовым электродом производят с присадочным материалом или без него. Процесс осуществляют вручную с использованием специальных горелок или автоматически на постоянном токе прямой полярности. Исключение составляют, стали и сплавы с повышенным

содержанием алюминия, когда для разрушения поверхностной пленки окислов алюминия, следует использовать переменный ток.

Сварку можно выполнять непрерывно горячей или импульсной дугой. Импульсная дуга уменьшает зону термического влияния и коробление свариваемых кромок, а также обеспечивает хорошее формирование шва при сварке материала малой толщины. Для улучшения защиты и формирования корня шва используют поддув газа, а при сварке корневых швов на металле повышенных толщин применяют и специальные расплавляемые вставки. При сварке вольфрамовым электродом в инертных газах погруженной дугой увеличение доли тепла, идущей на расплавление основного металла, позволяет без разделки кромок, за один проход сваривать металл повышенной толщины. Однако околошовная зона расширяется, и возникает опасность перегрева металла.

2.1.2 Технология сварки неплавящимся электродом

Зажигание дуги переменного тока непосредственным касанием вольфрамовым электродом поверхности алюминия затруднительно. Для зажигания дуги в начале сварного шва укладывают угольный или графитовый стерженек, на котором зажигают дугу. После разогрева вольфрамового электрода дугу легко возбуждают на основном металле. Зажигание дуги на угольном стержне происходит легко, так как ввиду малой теплопроводности угля в момент короткого замыкания происходит очень быстрый разогрев угля и конца вольфрамового электрода.

Уголь и вольфрам характеризуются мощной термоэлектронной эмиссией с их поверхности, благодаря которой при отводе вольфрамового электрода возбуждается устойчивая дуга. Раскаленный конец вольфрамового электрода испускает мощный поток электронов, поддерживающий горение дуги при переносе её на алюминий, или облегчающий зажигание дуги на

алюминии. Ввиду высокой теплопроводности АМг6 на выбор режимов сварки влияют геометрическая форма и размеры изделий, поэтому в каждом случае ориентировочные режимы сварки необходимо уточнять.

2.1.3 Тепловые особенности дуги при сварке неплавящимся электродом

Эффективная тепловая мощность $q_{\text{и}}$ дуги при аргонодуговой сварке растет с увеличением длины дуги и тока.

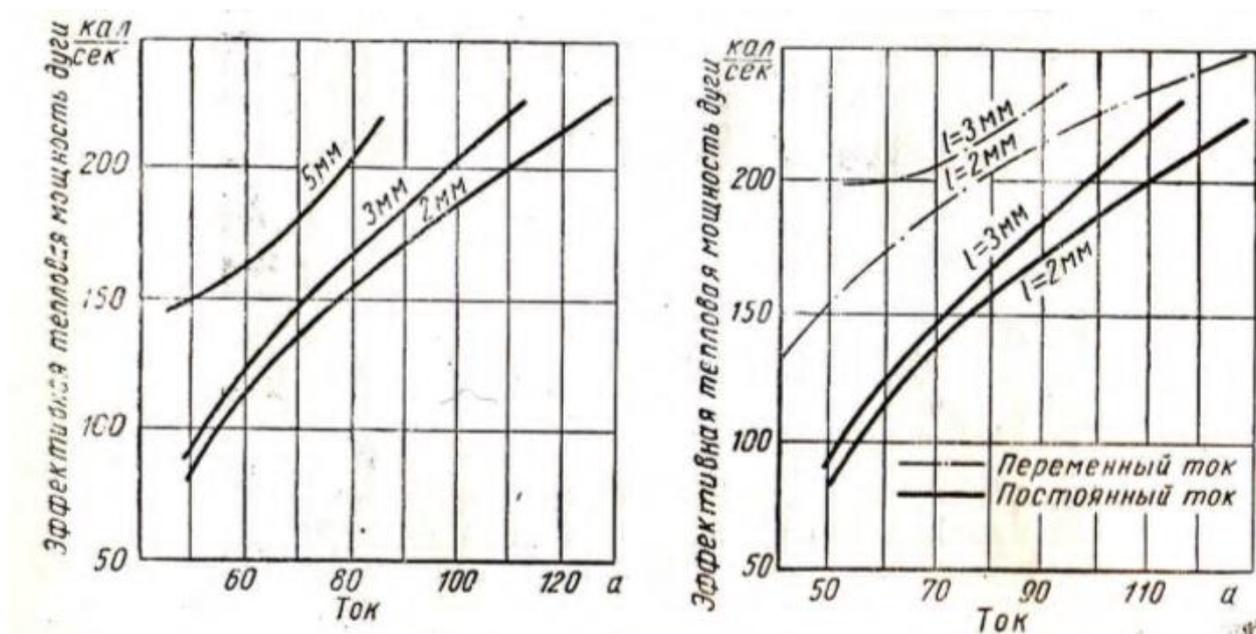


Рисунок 2 – Эффективная тепловая мощность дуги при аргонодуговой сварке вольфрамовым электродом в зависимости от силы переменного тока для различной длины дуги (5,3 и 2 мм).

Рисунок 3 – Эффективная тепловая мощность дуги при аргонодуговой сварке с питанием переменным и постоянным током, длина дуги 3 и 2 мм.

При одинаковых значениях тока при питании дуги переменным током $q_{\text{и}}$ несколько выше, чем $q_{\text{и}}$ 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 дуги.

2.1.4 Механизированная сварка в защитных газах плавящимся электродом

При механизированной сварке плавящимся электродом в среде защитных газов шов образуется за счет проплавления основного металла и расплавления электродной проволоки. Размеры и форма шва зависят при этом не только от мощности дуги, но также и от процесса плавления проволоки.

Поток газов, паров и капель металла в столбе дуги оказывает давление на поверхность сварочной ванны, в результате чего столб дуги погружается в основной металл, увеличивая глубину проплавления.

Интенсивность механического воздействия дуги на сварочную ванну характеризуется её давлением, которое будет тем больше, чем концентрированнее поток газа и металла. Концентрация потока металла увеличивается с уменьшением диаметра капель [8].

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.

Угловые швы могут выполняться как наклонным, так и вертикальным электродом «в лодочку». При сварке наклонным электродом горелка наклоняется поперек шва под углом $30 - 45^{\circ}$ к вертикали, а вдоль шва – на $5 - 15^{\circ}$. Торце́ электрода направляют в угол соединения или смещают от него на расстояние до 1 мм от горизонтальной детали. В процессе сварки горелку перемещают возвратно-поступательно по оси шва без поперечных колебаний. Желательно вести сварку на спуск с наклоном изделия на $6 - 10^{\circ}$. Это улучшает формирование шва, позволяет повышать скорость сварки и уменьшать разбрызгивание металла. Основной трудностью при выполнении угловых швов наклонным электродом является растекание жидкого металла по горизонтальной плоскости, что может привести к подрезам и непроварам. Во избежание этого за один проход обычно формируют угловые швы катетом не более 8 мм. При выполнении угловых швов «в лодочку» особых трудностей не возникает. 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.

Угловые швы могут выполняться снизу вверх и сверху вниз. Сварку сверху вниз применяют при соединении тонколистовых деталей, а также при наложении первого слоя многослойного шва. В начале процесса сварки, чтобы обеспечить хороший провар начала шва, электрод располагают перпендикулярно основному металлу. После образования сварочной ванны его наклоняют на $10 - 15^{\circ}$ ниже горизонтали и направляют на переднюю часть ванны, предупреждая ее стекание, увеличивая проплавление корня шва и исключая несплавления и натеки по краям шва. В нашем случае с толщиной сплава 7 мм сварку производят снизу вверх как углом вперед, так и назад. Второй способ применяют в случае сварки металла большей толщины.

Для улучшения формирования шва электроду сообщают колебательные движения. При сварке снизу вверх получается глубокий провар корня шва и отсутствуют несплавления по его краям.

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.

2.2 Обоснование выбора сварочных материалов

Выбор сварочных материалов производится для сплава АМг6. Выберем для каждого вида сварки сварочные материалы, обеспечивающие требуемые свойства.

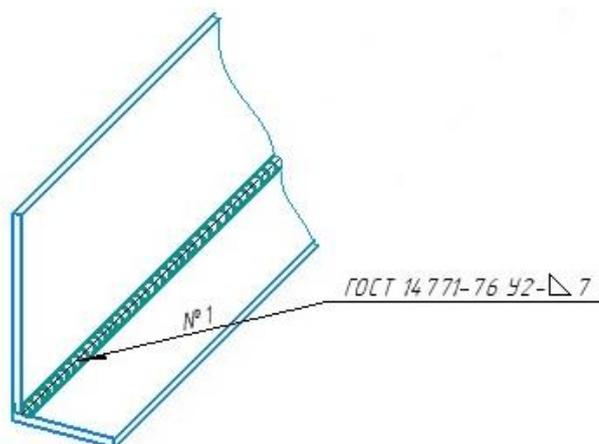


Рисунок 4 – Сборка углового соединения

2.2.1 Выбор материалов для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

Поверхность алюминиевых сплавов обычно покрыта тонкой, но плотной пленкой окисла Al_2O_3 , обладающей высокой температурой плавления и большим удельным весом. Эта пленка затрудняет зажигание и поддержание дуги при сварке, а также препятствует сплавлению кромок основного металла с присадочным. Перед аргонодуговой сваркой эта пленка должна быть удалена с поверхности свариваемых кромок алюминиевых сплавов.

Сварку вольфрамовым электродом для сплава АМг6 следует выполнять переменным током обратной полярности. Для наших конструкций применяется вольфрамовый электрод марки WL-15 по ГОСТ 19671-91[9].

Для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом используется вольфрам различных марок: WP, WC-20, WL-15, WT-20, WZ-8, WY-20. В нашем случае более целесообразно будет использовать: вольфрамовый электрод марки WL-15 содержит 1.4 – 1.6% окиси лантана. За счет присадки окиси лантана значительно уменьшается загрязнение сварного шва, а также отличается простой эксплуатацией и надежностью.

Выбор присадочной проволоки производится как по металлургическим, так и по технологическим свойствам. Согласно рекомендациям [10] применим проволоку AlMg6Zr по ГОСТ 7871-75, следующего химического состава (таблица 3).

Таблица 3 - Химический состав сварочной проволоки AlMg 6Zr [2]

Al	Массовая доля элементов, %						
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
91.1 – 93.68	0.4	0.2	0.05	0.8-0.9	5.5-6.1	0.2	0.02-0.2

Для сварки алюминиевых сплавов рекомендуется использовать аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-79, для борьбы с трещинами следует применять материалы повышенной чистоты. Состав газа указан в таблице 4. 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 4 - Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157 -79

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

2.2.2 Выбор материалов для механизированной сварки в защитных газах плавящимся электродом

Чистота инертного газа при сварке данного сплава является основным условием качественной сварки. Примеси, допустимые в известных пределах при сварке других сплавов, совершенно недопустимы при сварке сплава АМгб. Влияние чистоты газа при сварке сплава АМгб характеризуется следующими данными. В качестве примесей в аргоне при сварке алюминиевых сплавов допускается иметь не более 0,05% O₂ и не более 0,3% N₂. Не допускается влага. Следы влаги делают сварку невозможной, дуга

неспокойна, происходит разбрызгивание, и расплавленная ванна покрывается черным налетом. Влияние некоторых из указанных примесей в защитном газе выражается в следующем. При сварке в среде аргона, имеющего незначительное содержания кислорода, дуга устойчива и горит спокойно, а кромки сплавляются хорошо.

При повышении содержания кислорода сначала сварка протекает спокойно, затем сварочная ванна загрязняется, слышится характерное потрескивание и, наконец, происходит выплеск; некоторое время дуга снова горит спокойно, а затем описанное выше явление повторяется. Швы, выполненные с использованием такого аргона в местах, где происходили выплески, имеют негладкую, загрязненную поверхность. Иногда с самого начала сварки дуга горит с потрескиванием, кромки плохо сплавляются и сварка протекает медленно.

Швы, полученные при этом имеют неровную, шероховатую поверхность, частные подрезы неровности по краям покрыты черным налетом в виде копоти. При рассмотрении шва с обратной стороны создается впечатление, что металл при сварке получается густым, тугоплавким и тянется вслед перемещающейся ванне. В других случаях образуется непровар и обнаруживается несплавление кромок. При сварке в среде аргона с повышенным содержанием азота, например в количестве более 0,5%, процесс протекает беспокойно, поверхность шва становится шероховатой и загрязненной. Вследствие вышесказанного в качестве защитного газа используем аргон высшего сорта, химический состав которого и его основные характеристики приведены в таблице 4

Согласно рекомендациям [8], для сварки алюминиевых сплавов применим проволоку СвАМг6 по ГОСТ 2246-60*, диаметром 1,2 мм.

2.3 Расчет режимов сварки

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

Расчет режимов сварки следует начать с определения геометрических размеров шва. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва следует выбирать по меньшей толщине. Рассчитаем основные типы соединений, используемых в данном изделии.

2.3.1 Выбор параметров для аргодуговой сварки неплавящимся электродом

К основным параметрам сварки неплавящимся электродом соединений алюминиевых элементов 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 .

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.

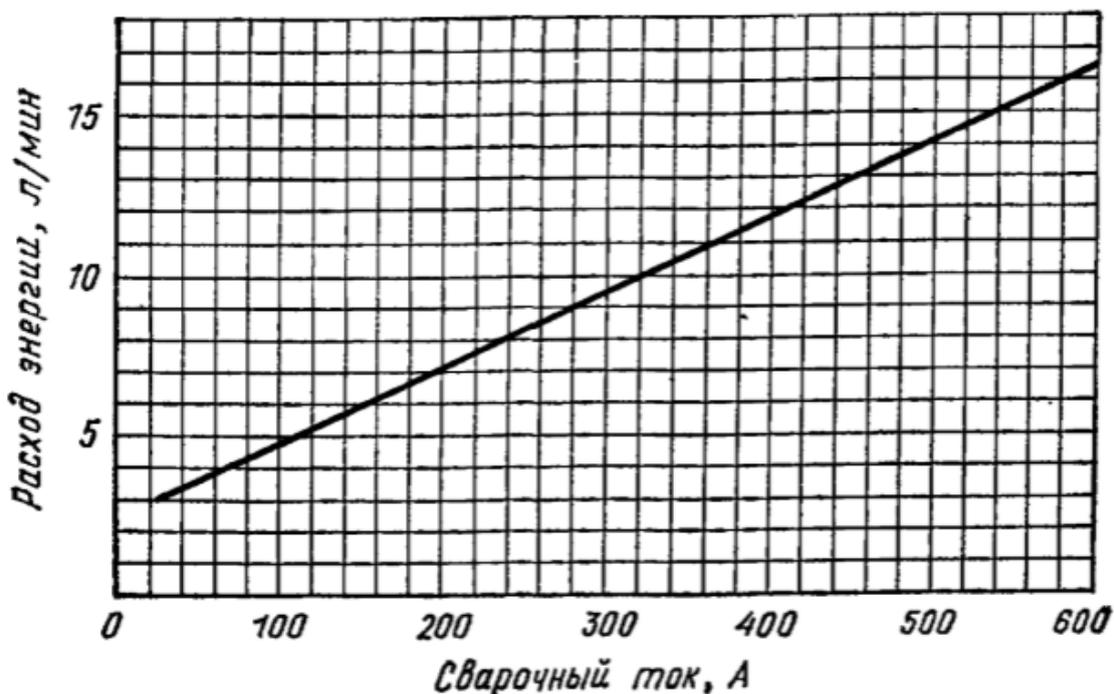


Рисунок 5 - Зависимость расхода аргона от величины сварочного тока

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.

Попытка использовать для целей ручной аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов постоянный ток прямой полярности приводит к следующему: дуга с трудом зажигается, её трудно поддерживать, происходит усиленное разбрызгивание расплавленного металла, присадочный пруток быстро оплавляется, не сплавляясь с основным металлом. Основной металл при этом окисляется, в шве образуются прожоги, а вблизи шва появляется черный налет. Причины указанного явления следует искать в подавлении

процессов катодного распыления, обуславливающих удаление с поверхности алюминия окисной пленки.

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

Наиболее целесообразно для аргонодуговой сварки сплава АМг6 применять переменный ток. Однако ввиду вентильного действия дуги, горящей между вольфрамом и алюминием, стандартные источники питания дуги переменным током не всегда обеспечивают качественную сварку. Поэтому необходимы специальные меры, направленные на устранение вентильного действия дуги. Так как для расчёта режимов сварки неплавящимся вольфрамовым электродом не существует определённой методики, при их выборе воспользуемся рекомендациями [10].

Таблица 5 - Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки алюминия неплавящимся электродом.

Тип соединения	b, мм	d _э , мм		Аргон		Число проходов
		Вольфрамовый электрод	Присадочная проволока	I _{св} , А	Расход газа, л/мин	
Угловое	4-8	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 [11]:

Таблица 6 - 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 алюминии вручную 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, в нашем случае при угловом – 4 – 8 мм.

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.

2.3.2 Расчет режимов для механизированной сварки в среде аргона плавящимся электродом

Так как шов двухсторонний, расчет будем вести по внутреннему шву, внешний находится аналогично. Толщина свариваемых листов (S) 7 мм.

Зная катет шва определяем площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_H = \frac{k^2}{2}, \quad (1)$$

где k – катет шва, мм

$$F_H = \frac{7^2}{2} = 24.5 \text{ мм}^2$$

Принимаем площадь наплавленного металла за один проход равной для первого прохода $F_1 = 10 \text{ мм}^2$, для второго прохода $F_2 = 14.5 \text{ мм}^2$ [10].

Согласно рекомендациям [2], принимаем плотность сварочного тока $j = 200 \text{ А/мм}^2$, и диаметр электродной проволоки $d_э = 1.2 \text{ мм}$.

Силу сварочного тока $I_{св}$ рассчитаем по формуле:

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

$$I_{св} = \frac{3.14 \cdot 1.2^2}{4} \cdot 200 = 226 \text{ А}$$

Принимаем $I_{св} = 230 \text{ А}$

Определяем оптимальное напряжение дуги:

$$U_D = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1, \quad (3)$$

$$U_d = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1.2}} \cdot 230 \pm 1 = 27 \pm 1 \text{ В}$$

Принимаем напряжение $U_d = 27 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{\text{пр}} = K \cdot (19 - 0.01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_3 \cdot U_d}{I_{\text{св}}}, \quad (4)$$

где K – коэффициент, который зависит от рода тока и полярности,

$$\psi_{\text{пр}} = 0.92 \cdot (19 - 0.01 \cdot 230) \cdot \frac{1.2 \cdot 27}{230} = 2.2$$

Для механизированной сварки значения $\psi_{\text{пр}}$ должны составлять 0.8...4.0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Определим скорость сварки по формуле:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (5)$$

Где α_n – коэффициент наплавки, г/А · ч;

Где γ – плотность материала, г/см³.

Для определения коэффициента наплавки α_n при механизированных способах сварки в среде Ar воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (6)$$

Где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_{\text{п}} = -4.72 + 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 \quad (7)$$

Подставим известные значения плотности тока j в формулу (7) и получим:

$$\psi_{\text{п}} = -4.72 + 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot 200 - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot 200^2 = 12.56 \%$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле:

$$\alpha_p = 9.05 + 3.1 \cdot 10^{-3} \sqrt{I_{\text{св}}} \cdot \frac{l_{\text{в}}}{d_3^2}, \quad (8)$$

где l – величину вылета электрода l равная 1,5 см, согласно рекомендации [2]

$$\alpha_p = 9.05 + 3.1 \cdot 10^{-3} \sqrt{230} \cdot \frac{1.5}{0.12^2} = 13.9 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Тогда коэффициент наплавки α_H согласно формуле (6):

$$\alpha_H = 13.9 \cdot (1 - 0.1256) = 12.1 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Скорость сварки по формуле (5) получаем:

Для первого прохода:

$$V_{\text{св}} = \frac{12.1 \cdot 230}{3600 \cdot 7.9 \cdot 10 \cdot 10^{-2}} \approx 0.97 \text{ см/с};$$

Для второго прохода:

$$V_{\text{св}} = \frac{12.1 \cdot 230}{3600 \cdot 7.9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-2}} \approx 0.67 \text{ см/с};$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{пэл}} = \frac{\alpha_p \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{\text{эл}}}, \quad (9)$$

где $F_{\text{эл}}$ – площадь поперечного сечения электрода, см^2 ;

γ – плотность электродного металла, г/см^3 .

$$V_{\text{пэл}} = \frac{13.9 \cdot 230}{3600 \cdot 7.9 \cdot 1.13 \cdot 10^{-2}} \approx 9.9 \text{ см/с}$$

2.4 Обоснование выбора сварочного оборудования

2.4.1 Выбор оборудования для ручной аргонодуговой сварки

В настоящее время имеется огромный выбор различного оборудования и источников питания для аргонодуговой 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 BRIMA TIG 250 AC/DC. Данная установка предназначена для сварки нержавеющей, легированной, углеродистой стали и цветных металлов в режиме постоянного тока, а в режиме переменного тока – для сварки алюминия и его сплавов.

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.

Основные технические характеристики установки BRIMA TIG 250 AC/DC приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные характеристики установки для аргодуговой сварки вольфрамовым электродом BRIMA TIG 250 AC/DC

Напряжение в сети, В	380
Потребляемая мощность, кВА	6,3

Продолжение таблицы 7

Диапазон регулирования сварочного тока, А	10-250
Продолжительность нагрузки (ПН), % при I=250 А	60
Максимальная толщина свариваемой стали, мм	12
КПД, %	85
Габаритные размеры, мм	560x365x35
Масса, кг	30

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

В комплектацию к принятому оборудованию дополнительно должны входить редуктор – расходомер и баллон с аргоном [11].

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, так же он подходит под назначенные режимы сварки. Основные характеристики полуавтомата EWM Taurus 351 представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Основные характеристики полуавтомата EWM Taurus 351

Напряжение в сети, В	380
Потребляемая мощность, кВА	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

3 Технология сборки

Перед сборкой нашего изделия необходимо тщательно подготовить поверхность свариваемого материала. Наиболее тщательной зачистке должна подвергаться поверхность сплавов алюминия с магнием, в нашем случае для сплава АМг6. Удаление пленки Al_2O_3 можно выполнять механическим или химическим путем. Первый применяется в индивидуальном производстве. В

серийном же и, особенно, в массовом производстве рационально применять химические методы очистки поверхности алюминиевых сплавов.

Механическая зачистка поверхности алюминиевых сплавов заключается в удалении тонкого слоя алюминия при помощи стальной щетки или тонкой наждачной бумаги. Стальная щетка должна изготавливаться из проволоки диаметром не более 0,15 мм. При использовании более толстой проволоки на поверхности алюминия образуются грубые риски, слой окисной пленки снимается крайне неравномерно, что ведет к плохому качеству сварки [12].

После зачистки поверхности алюминия стальной щеткой из тонкой проволоки получают удовлетворительные сварные швы. Зачистке металлической щеткой должна предшествовать операция обезжиривания, которая производится при помощи растворителей, например, марки РДВ.

Следует, однако, иметь в виду, что механическая зачистка не обеспечивает равномерного удаления окисной пленки с поверхности алюминиевых сплавов. Измерение контактного сопротивления в различных точках поверхности одного и того же изделия показывает большую разницу в величине контактного сопротивления.

При помощи щетки очень трудно очистить стыкуемые кромки; поэтому так, где это возможно, необходимо производить механическую обработку стыкуемых кромок на станках. Более равномерное удаление окисной пленки с поверхности алюминиевых сплавов достигается химической обработкой. Эффективность данного способа очистки установлена измерением контактного сопротивления, пропорционального толщине окисной пленки с помощью микровольтметра, градуированного в микромах. Для сплава АМгб рекомендуется следующая химическая обработка – обезжиривание в щелочном растворе, с последующим осветлением в 30 – 35%-ном растворе азотной кислоты.

Последовательная подготовка сплава к сварке:

- 1) удаление загрязнений минеральными маслами в растворителе РДВ или бензине Б70 с помощью волосяного ерша или салфетки;
- 2) обезжиривание в течение 5 – 8 минут в растворе: тринатрийфосфат Na_3PO_4 – 35 – 50 г, углекислая сода Na_2CO_3 – 35 – 50 г, жидкое стекло Na_2SiO_3 – 30 г, вода – 1000 см³, температура раствора 60 – 70⁰ в течение 1 мин.;
- 3) промывка в теплой воде при температуре 50 – 60⁰;
- 4) травление в 4 – 5%-ном растворе едкого натра при температуре 60 – 70⁰ в течение 1 мин.;
- 5) промывка в холодной воде;
- 6) осветление в растворе 30 – 35%-ной азотной кислоты;
- 7) промывка в холодной воде;
- 8) промывка в горячей проточной воде (температура 50 - 60⁰);
- 9) сушка в сушильном шкафу при температуре 100 – 110⁰.

Электрод должен быть расположен так, что бы сварочная дуга расплавляла кромки обеих деталей. Сварщик должен выполнять сварное соединение качественно с первого раза, так как любые дефекты полученные в процессе сварки влияют на прочность сварного шва. Соблюдая технологи., все дефекты можно предотвратить и получить надежное, прочное соединение. Плюсом так же будет экономичность, получение конструкций сложной формы и разной толщины. Минусом так же является опасность процесса и деформации. Важно правильно расположить электрод, в одной плоскости он наклоняется в сторону его перемещения, а в другой плоскости по биссектрисе относительно угла между деталями.

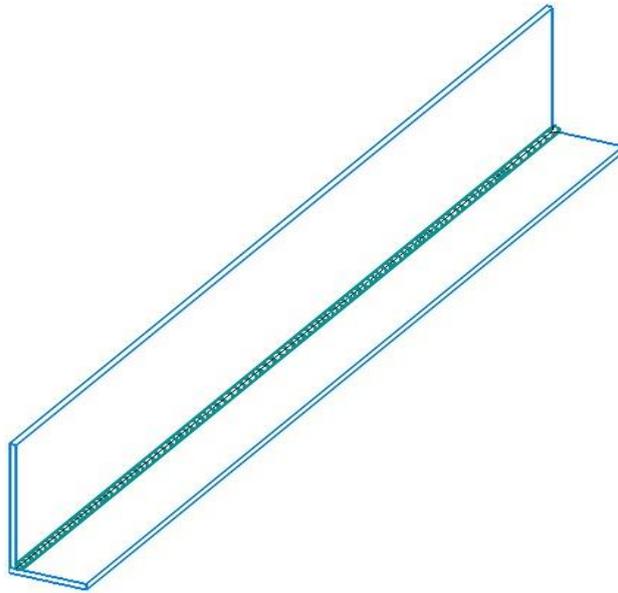


Рисунок 6 – Сборка углового соединения

3.1 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. Поэтому при сварке нержавеющей сталей, обладающих меньшей теплопроводностью и большим коэффициентом линейного расширения, деформации получаются большими, чем при сварке низкоуглеродистой стали. Алюминий же, обладающий более высоким коэффициентом линейного расширения, но значительно лучше проводящий тепло, дает при сварке меньшие деформации по сравнению с низкоуглеродистой сталью. Неравномерное нагревание металла. 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 [12].

Различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температуры при сварке

- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений, сопровождающихся переохлаждением аустенита в околосшовной 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);
- плоскосные (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 [13].

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Клешня Александр Игоревич

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Клешня Александр Игоревич		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка системы питания для сварки в динамическом режиме» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации.

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

Таблица 9 - Сегментирование рынка

		Показатель		
		Низкий показатель	Средний показатель	Высокий показатель
Технологические	Качество сварного шва	3	2	1
	Скорость сварки	2, 3	2	1
	Возможность сварки тонколистового металла	3	2	1, 2

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

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

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Таблица 10 - 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:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (10)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

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

4.1.3 SWOT – анализ

Таблица 11 - Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие данного процесса для повышения эффективности сварки неплавящимся электродом (отсутствие конкурентов на рынке). • Широкая область применения • Использование современного оборудования • Актуальность проекта • Наличие опытного руководителя • Наличие патента на разработку • Экономия электроэнергии 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие новых технологий • Перенастройка оборудования • Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Получение качественных сварных соединений • Регулирование производительности • Повышение стоимости конкурентных разработок • Повышение эффективности сварки неплавящимся электродом • Применения для оборудования работающего в полевых условиях. 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление новых технологий • Государство не даст средства для реализации темы. • Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы. • Зависимость, незначительная от поставщика

Таблица 4 – Мероприятия, которые необходимо провести сейчас.

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

Таблица 12 – Мероприятия, которые необходимо провести через год.

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

Таблица 13 – Мероприятия, которые необходимо провести через 5 лет.

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

4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Таблица 14 – Морфологическая матрица

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

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 15 - 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, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Вывод по цели	

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (11)$$

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

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы

(оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета

заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i} \quad (12)$$

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

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

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

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (13)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (14)$$

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 (табл. 16).

После заполнения таблицы 8 строим календарный план-график (табл. 17).

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 16 – Временные показатели проведения научного исследования

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

Таблица 17 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

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

■ - студент; ■ - руководитель

4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

4.3.5 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (15)$$

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, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

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

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z_M), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	Лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж для принтера	Шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Св-ая пр-ка	Кг.	0,5	0,5	0,5	80	80	80	63	63	63
ПГ, СГ, ЗГ	Лит.	1	1	1	12	12	12	18	18	18
Итого								1978	1978	1978

4.3.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (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 19 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Источник питания	1	-	-	30	-	-	40	-	-
Итого:								40	-	-

4.3.7 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Таблица 20 - расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категория	Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.руб.		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
2.	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	1	1	1	4,4			5	5	5
3.	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	1	1	1	4,4			5	5	5
4.	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	3,6			4	8	8
5.	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
6.	Изучение литературы по теме	Студент	10	10	10	0,8			8,9	8,9	8,9
7.	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	3	4	4	4,4			14,8	19,7	19,7
8.	Изучение установки	Студент	4	6	6	0,8			3,6	5,4	5,4
9.	Модернизация установки	Студент	2	3	4	0,8			1,8	2,7	3,6
10.	Анализ результатов	Студ.-рук.	2	2	2	4,4			9,8	9,8	9,8
11.	Вывод по цели	Студент	3	3	3	0,8			2,7	2,7	2,7
Итого:									69,7	74,2	75,1

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (16)$$

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

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

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (17)$$

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

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

4.3.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (18)$$

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2015 году водится пониженная ставка – 28%.

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	48	57	57	57	68	684
Студент	31	27	28	38	32	337
Коэффициент отчислений	0,271					
Итого						
Исполнение 1	24190,5 руб.					
Исполнение 2	25556,4 руб.					
Исполнение 3	25829,5 руб.					

4.3.9 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum \text{статей} \right) \cdot K_{\text{нр}}, \quad (19)$$

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: $Z_{\text{накл}} = 357807,5 \cdot 0,16 = 57249,2$ руб.

4.3.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	37353	36720,5	36636,5	Пункт 3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	207000	115000	13800	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	79700	84200	85100	Пункт 3.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9564	10104	10212	Пункт 3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24190,5	25556,4	25829,5	Пункт 3.3.4

Продолжение таблицы 22

6. Накладные расходы	57249,2	43452,9	47324,5	16% от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	415056,7	315033,8	343102,5	Сумма ст.1-6

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (20)$$

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).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{415056,7}{415056,7} = 1; I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{315033,8}{415056,7} = 0,76; I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{343102,5}{415056,7} = 0,83.$$

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i \quad (21)$$

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 – балльная 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 (табл.16).

Таблица 23 – 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:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}}, \quad (22)$$

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

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 ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп i}}{I_{исп max}}, \quad (23)$$

Таблица 24 - 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.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Клешня Александр Игоревич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место расположено в закрытом помещении.</p> <p>При работе с использованием технологии орбитальной сварки труб поверхностей нагрева с программированием режима с применением источника питания с импульсным питанием сварочной дуги могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека. Оказывается негативное воздействие на атмосферу.</p> <p>Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера.</p>
<p>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность».</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».</p> <p>ГОСТ 12.3.009-76 «Работы погрузочно-разгрузочные».</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>1. Техника безопасности при проведении сварочных работ: А) защита открытой поверхности кожи, глаз от излучения дуги; Б) защита органов дыхания от сварочных аэрозолей; В) защита от поражения электрическим током.</p> <p>2. Наиболее вероятные вредные факторы: А) шумы и вибрации; Б) пониженное освещение; В) микроклимат.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взрывоопасность и пожароопасность. 2. Электрический ток. 3. Электрическая дуга и искры при сварке.

<ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	4. Повышенная яркость света. радиации.
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	Работы в производственном помещении сопровождаются: – загрязнением воздуха из-за образования и поступления в воздух сварочных аэрозолей.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Чрезвычайные ситуации на производстве могут возникнуть в результате нарушения правильной работы вытяжной системы вентиляции или замыканий электрической проводки.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	– ГОСТ 12.1.004-91 – Требования безопасности – Общие требования по ГОСТ 12.1.010-76 взрывоопасность
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	– Расчет освещения помещения

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин Владимир Филиппович	Доктор техн. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Клешня Александр Игоревич		

5. Социальная ответственность

5.1 Введение

Объектом исследования является разработка технологии дуговой сварки листов из сплава АМгб. Данная разработка является методом повышения эффективности процесса сварки неплавящимся электродом в среде газа аргона.

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

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

-чрезмерная запыленность и загазованность воздуха в результате конденсации паров расплавленного сплава алюминия, защитного газа и покрытия электродов при аргонодуговой сварке и т.п.;

-повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне (РЗ), особенно при сварке с подогревом изделий; рабочая зона – пространство высотой 2 м над уровнем пола или площадки, где находятся рабочие места. Действие лучистого потока теплоты не ограничивается изменениями, происходящими на облучаемом участке тела, на облучение реагирует весь организм. Под влиянием облучения в организме происходят биохимические сдвиги, наступают нарушения деятельности сердечно - сосудистой и нервной систем.

-излишняя яркость при сварке, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация;

-влияние шума (см. средства защиты от шума) и вибраций имеет место при работе различного оборудования (вентиляторов, сварочных трансформаторов и др.);

– нервно-психические перегрузки из-за напряженности труда в связи с полуавтоматическим способом сварки. Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья. Это действие электрического тока, искры и брызги расплавленного металла,

движущиеся машины, механизмы, превышение нормы газа аргона в воздухе и т.д. Наличие расплавленного металла, находящиеся баллон под давлением увеличивает опасность возникновения пожара.

5.2 Производственная безопасность

Таблица 25 - Опасные и вредные факторы при эксплуатации процесса сварки дугой, горящей в динамическом режиме.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проведение сварочных работ: 1) Сварка листовых заготовок; 2) Проведение ремонтных работ по заварке дефектных мест	1. Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях; 2. Превышение уровня шума и вибрации; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; 2. Незащищенные подвижные элементы производственного оборудования. 3. Брызги расплавленного металла. 4. Опасность электропоражения; 5. Опасность пожара.	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ[5] ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ[6], ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ[7], ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ[8], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[9], СанПиН 2.2.4.548-96[10], СН 2.2.4/2.1.8.562-96[11], СН 2.2.4/2.1.8.566-96[12], СП 52.13330.2011[13], СанПиН 2.2.2.540-96[14].

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

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

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

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

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

Уровень шума на рабочем месте

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

интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для 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;

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 (СНиП 23-05-2010).

Различают естественное и искусственное освещение.

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

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

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%. Согласно СН 245-63 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.

Электрический ток

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

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

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

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

запрещается при включении установки.

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

зануление – замыкание на корпус электроустановок;

системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;

защитное разделение сетей;

предохранительные устройства.

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

Утечка аргона из баллона может способствовать наступлению смерти от удушья. Это может быть связано значительным снижением в воздухе объема кислорода в замкнутом пространстве. Если объем аргона в воздухе будет превышать 70% (P3), то человек может подвергнуться, так называемому, наркозу. В связи с тем, что этот газ тяжелее воздуха, это может привести к накоплению его в помещениях, которые трудно проветривать.

Если требуется проводить работы в среде с аргоном, то в этом случае рекомендуется использовать противогазы и изолирующие приборы, проветривать помещение.

5.3 Экологическая безопасность

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

При выполнении работы образовывались следующие отходы: огарок вольфрамового электрода, которые в ходе их непригодности выкидывались в контейнер.

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. Газообразные отходы загрязняющие воздух помещения, диоксид алюминия. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения. Что касается огарков вольфрамового электрода: рассортированные по типу материала остатки взвешиваются и передаются в место переработки. Там их попросту переплавляют, после чего создают новую электродную проволоку, на которую наносят специальное покрытие и она будет готова к дальнейшему использованию. Здесь очень хорошо проявляется забота о сохранности

ресурсов, так как остатки и огарки стальных электродов восполняют уверенную часть использованных ресурсов.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие

токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

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

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

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

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

С целью предотвращения пожаров необходимо:

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 «010» 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.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности;

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

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

Заключение

В выпускной квалификационной работе разработана технология сборки и сварки двух листов с размерами 600x100x7 мм из сплава АМгб. Проведен анализ возможности использования способов сварки, которые позволили обосновать выбор более производительного способа механизированной сварки плавящимся электродом в среде аргона. Проведен расчет параметров режимов сварки и разработаны технологические рекомендации по изготовлению заданной конструкции. Поскольку наша сварная конструкция является габаритной, то выгоднее использовать механизированную сварку в аргоне в связи с высокой производительностью.

При соблюдении разработанных рекомендаций технологии сварки ожидается получение сварного соединения, отвечающего своему назначению

Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод что внедрение механизированной сварки в среде аргона плавящимся электродом выгодно.

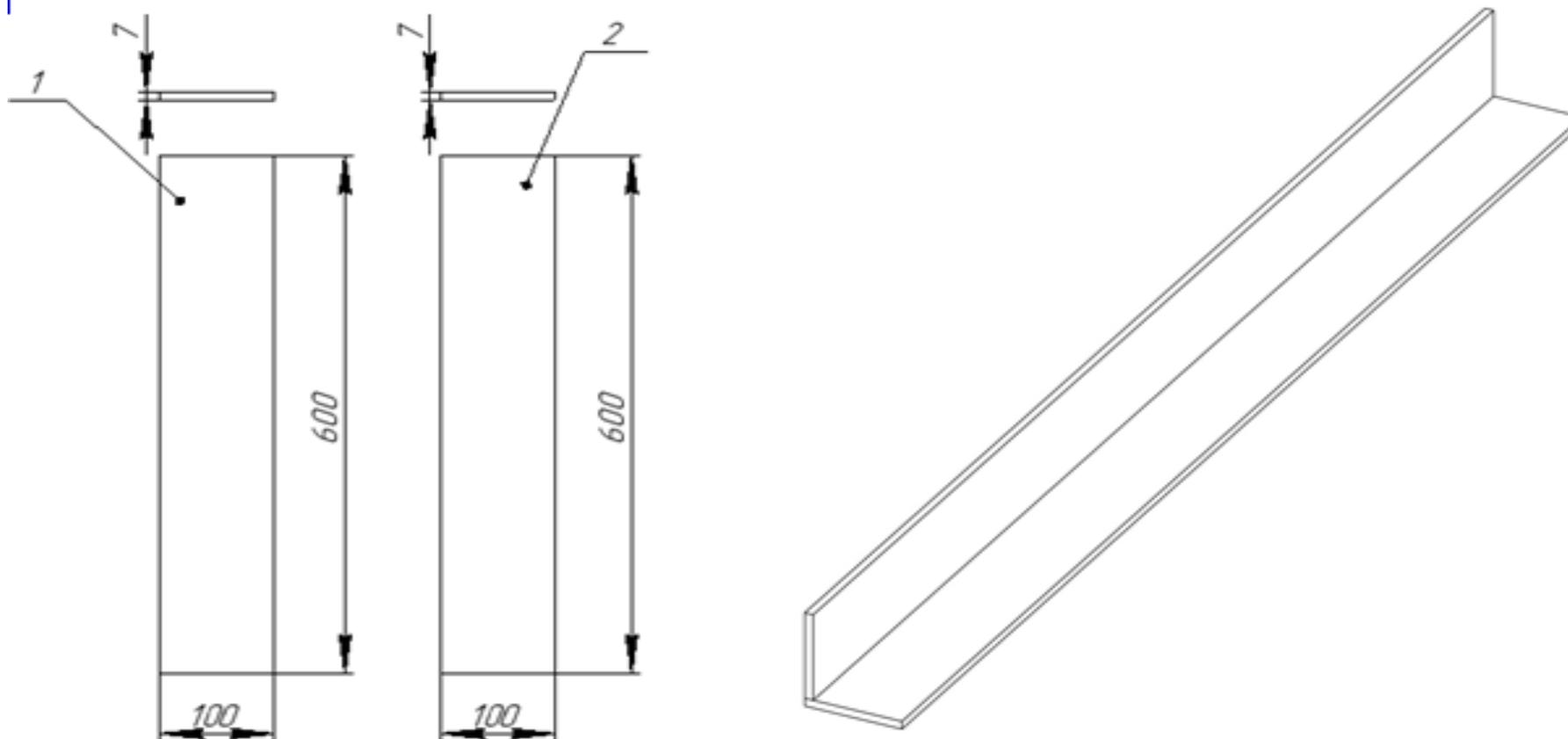
Список использованных источников

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. // - Москва: Машиностроение 1977. - С. 357-395
2. Фридляндер И.Н. Цветные металлы и сплавы. Композиционные металлические материалы . – М.: Машиностроение, 2001. – С. 5 - 7
3. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков / Л.С. Лившиц. - Москва: Машиностроение, 1979. С. 253
4. Г.Д. Никифоров / Металлургия сварки плавлением алюминиевых сплавов /- Москва. - 1972. С. 96 - 101
5. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. // Наук.думка. – 1990.-С. 211 - 217
6. Руссо В.Л. Сварка алюминия и его сплавов, Судпромгиз, 1970. - С. 214
7. Руководство по аргонодуговой сварке соединений элементов алюминиевых строительных конструкций / ЦНИИСК им.Кучеренко.- М.: Стройиздат, 1984.-95 с.
8. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной. - Москва: Академия 1997. – 315 с.
9. Белинский А.Я., Каганский Б.А., Темкин Б.Н. Оборудование для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов. – Л.: Энергия, 1975. – 100 с.
10. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с
11. Бродский А.Я. Аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом // М.,Машгиз 1956. – С. 97

12. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. // Москва: Машиностроение 1974. – С. 456
13. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением // Ленинград: Машиностроение 1987. – С. 230

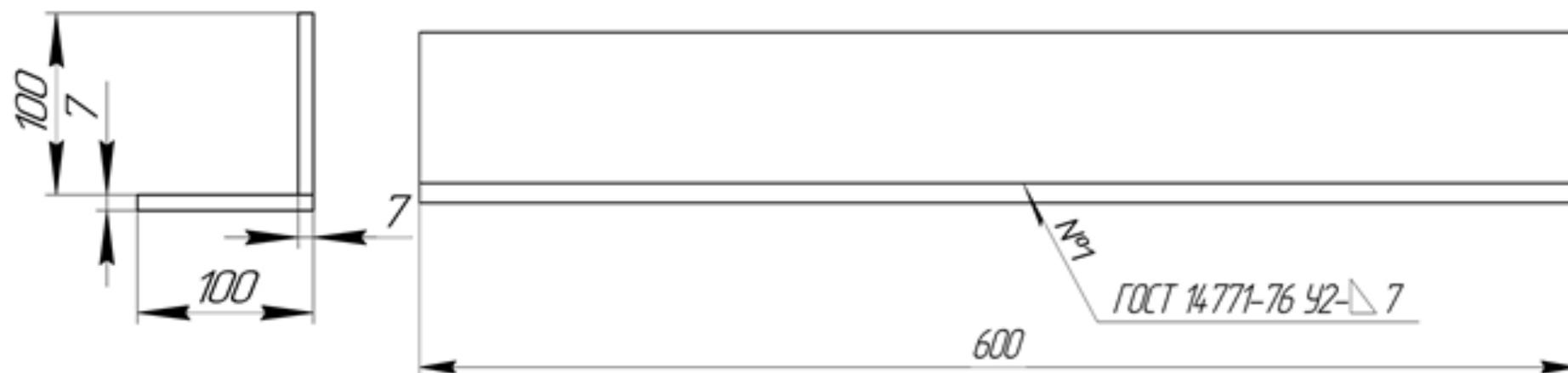
Приложение А

				ФЮРА 02190.0074	3	1	
Разраб.	Клещня А.И.			ИШНКБ	ФЮРА 02190.00001	ФЮРА 20190.0001	
Руковод.	Киселев А.С.						
Н.контр.	Першина А.А.			Угловое соединение листов		у	005



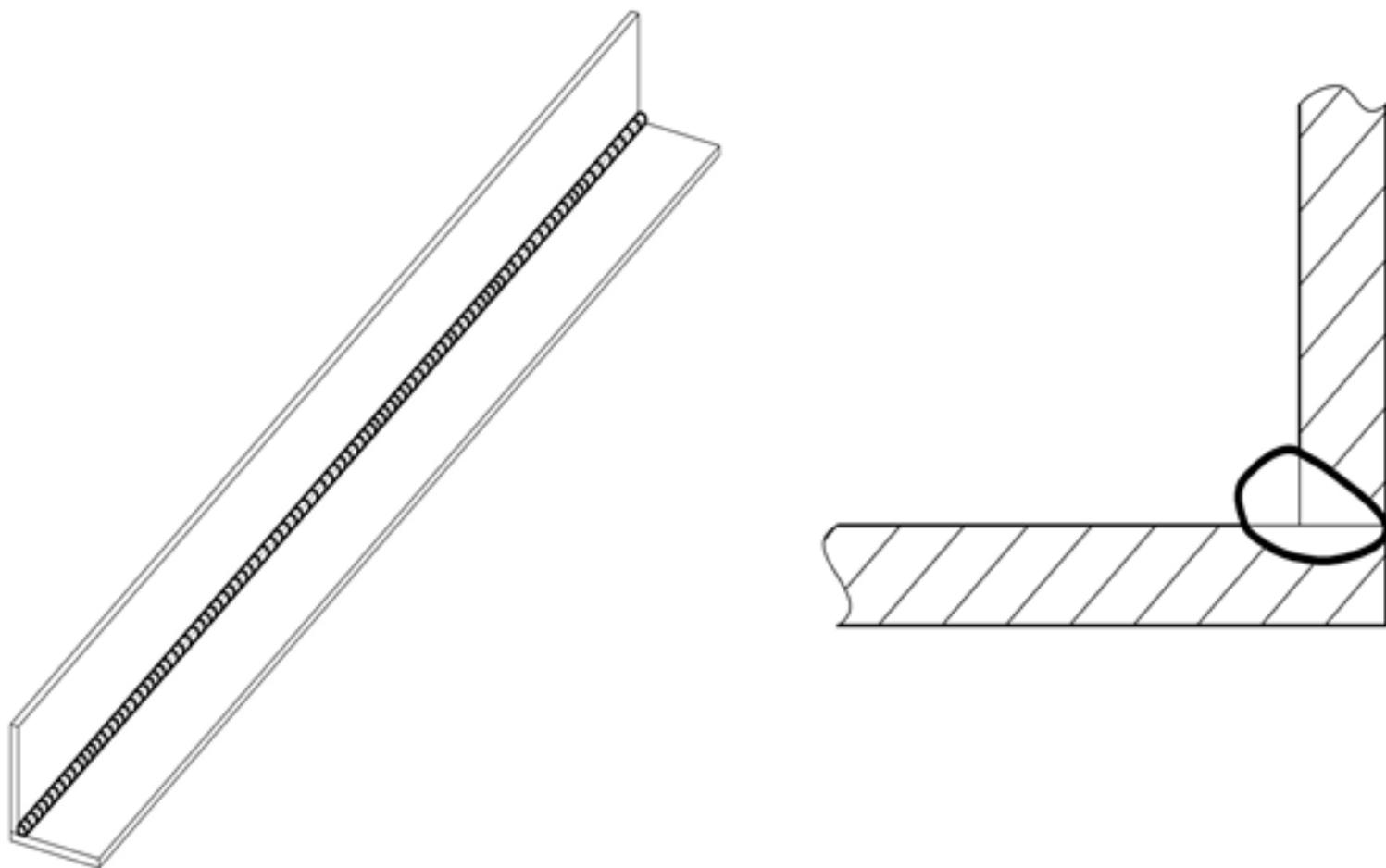
КЭ	Карта эскизов					1
-----------	---------------	--	--	--	--	---

				ФЮРА 02190.0074		3	2	
Разраб.	Клешня А.И.			ИШНКБ	ФЮРА 02190.00002	ФЮРА 20190.0002		
Руковод.	Киселев А.С.							
Н.контр.	Першина А.А.			Угловое соединение листов			у	010



КЭ	Карта эскизов							2
----	---------------	--	--	--	--	--	--	---

				ФЮРА 02190.0074		3	3
Разраб.	Клещня А.И.			ИШНКБ	ФЮРА 02190.00003	ФЮРА 20190.0003	
Руковод.	Киселев А.С.						
				Угловое соединение листов		у	015
Н.контр.	Першина А.А.						



КЭ	Карта эскизов						3
----	---------------	--	--	--	--	--	---

Приложение Б

										ФЮРА.02190.0074		1	1		
Разраб.	Клещина А.И.					ИШНКБ						ФЮРА.10190.00002			
Руковод.	Киселев А.С.														
Н.контр.	Першина А.А.							Угловое соединение листов		у					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код.наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код.наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кат.	Тгр	Тит.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОПШ	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
A01	1	1	1	005	Заготовительная				ИОТ №1, ГОСТ 14771-76						
B02	Гильотина				1	слесарь	4	1	2	2					
К/М03	Лист АМгб, толщина 7мм				ГОСТ 21488-97										
O04	Отрезать заготовки выдерживая размеры 100x600 мм														
T05	Рулетка, чертилка														
O6															
A07	1	1	2	010	Сборочная				РД 34.15.132-96						
B08	Кондуктор				2	слесарь	5	1	2						
O9	полуавтомат EWM Taurus 351				2	сварщик	5	1	2						
К/М10	Сварочная проволока Св-АМгб Ø1.2 мм				ГОСТ 7871-75, ГОСТ 10157-79										
O11	Поставить прихватки согласно ФЮРА 20190.0003														
12															
A13	1	1	3	015	Сварка				ГОСТ 14771-76						
B14	полуавтомат EWM Taurus 351				1	сварщик	5	1	2						
B15	Сборочно-сварочный стенд				2	слесарь	4	1	1						
МК													1		